

InvestiGO

Revista Científica Multidisciplinaria

ISSN: 2953-6367



InvestiGO
Revista Científica
Multidisciplinaria

Volumen 6

14

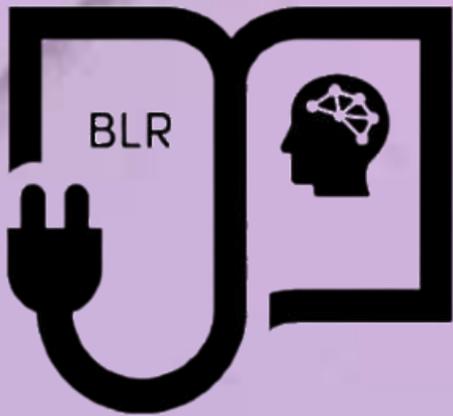
Edición Bianaual

Enero-junio 2025

DOI:

<https://doi.org/10.56519/dw5zc752>



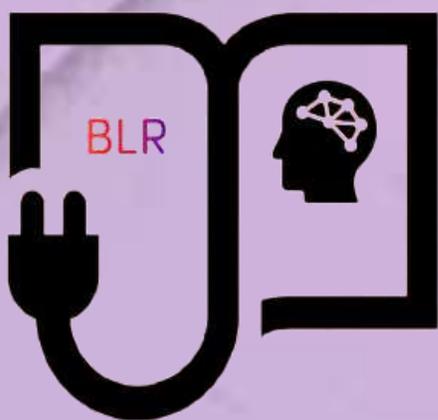


InvestiGO
Revista Científica
Multidisciplinaria

InvestiGO

Revista Científica Multidisciplinaria

Ecuador
Enero 2025



InvestiGO

Revista Científica Multidisciplinaria

 **Revista Científica Multidisciplinaria Investigo**

ISSN: 2953-6367

Código Postal 060102

📍 Ecuador

📞 Contacto +593 97 911 9620 | ✉ revisinvestigo@gmail.com

Tipo de publicación: periódica

Frecuencia de publicación: bianual

Soporte: en línea

Temas: Multidisciplinarios

Subtemas: Multidisciplinarios

Editorial: ISTR

Revista: Arbitrada

Institución: Privada

Volumen 6 N°14

06 de enero de 2025

Ecuador

✦ **InvestiGo** es una revista de acceso abierto, publica artículos originales y de revisión sobre un rango amplio de temas referentes a los campos del conocimiento de ingeniería y sus profesiones afines, industria y producción, arquitectura y construcción, así como también ciencias sociales y del comportamiento, administración, periodismo, información y derecho.

✦ La revista incorpora calidad científica de los trabajos recibidos, a través de la revisión editorial, y posterior revisión por pares en formato y presentación del material publicado a color para aumentar el interés del público al que va dirigido.

✦ **InvestiGo** es una revista multidisciplinaria con periodicidad bianual (Enero – Junio, Julio – Diciembre) y realiza ediciones especiales. Su objetivo es difundir el conocimiento en diferentes disciplinas a través de la publicación de trabajos de investigación originales y de revisión de carácter inédito, realizados por investigadores nacionales e internacionales.

✦ La Revista Científica Multidisciplinaria InvestiGo está dirigida a la comunidad científica, investigadores nacionales e internacionales, estudiantes, profesores, tutores y en general a todos aquellos en búsqueda y publicación de la ciencia y el conocimiento extendiendo las contribuciones teóricas, empíricas e incluso reflexivas y de divulgación a universidades e instituciones de enseñanza superior de Ecuador y el extranjero, así como a segmentos de lectores no académicos como organismos, entidades de los sectores público y privado.

EDITORA EN JEFE

 Ing. Janneth Maribel Guamán Tenemaza

Revista Científica Multidisciplinaria InvestiGo

ISSN: 2953-6367

Enero – junio | julio - diciembre de 2025

Ediciones especiales

🌐 Ecuador

Código Postal 060102

📞 Contacto +593 97 911 9620

✉ revisinvestigo@gmail.com

Revista Científica Multidisciplinaria InvestiGo

Riobamba – Ecuador
Cel: +593 97 911 9620
revisinvestigo@gmail.com

CONTENIDO

PIGMENTOS DE (JUSTICIA SPICIGERA) EN CHOCOLATE CON DOS VARIEDADES DE THEOBROMA: THEOBROMA BICOLOR Y THEOBROMA CACAO DE LA VARIEDAD TRINITARIO _____ **12-31**

*Luis Humberto Vásquez Cortez
Sanyi Lorena Rodríguez Cevallos
Juan Andrés Villamarín Barreiro
Jaime Fabián Vera Chang*

CONOCIMIENTO TRADICIONAL ASOCIADO AL USO DE LA BIODIVERSIDAD DE LA FLORA EN LA COMUNA AGUA BLANCA DEL PARQUE NACIONAL MACHALILLA DEL CANTÓN PUERTO LÓPEZ _____ **32-55**

*Joselin Vanessa Ponce López
Alex Joffre Quimis Gómez*

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA A TRAVÉS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS E ÍNDICES BIOLÓGICOS EN RÍOS TROPICALES DE LA SUBCUENCA DEL RÍO BLANCO, ECUADOR _____ **56-71**

*Ricardo David Caiza Hernández
Juan Manuel Guerrero Calero*

EJECUCIÓN DE OBRAS DE ADMINISTRACIÓN DIRECTA HGADPCH EN EL PERIODO FISCAL DE 2024 _____ **72-91**

*Gloria Gladys Lema Curichumbi
Raquel Virginia Colcha Ortiz*

LA INDUCCIÓN Y SU INCIDENCIA EN EL DESEMPEÑO LABORAL DE LOS SERVIDORES DEL GADPCH _____ **92-111**

*Fausto Raúl Tayupanda Cuvi
Byron Napoleón Cadena Oleas*

PERCEPCIÓN DE LA ACTIVIDAD FÍSICA EN EL PARQUE IZTACCÍHUATL-POPOCATÉPETL, MÉXICO _____ **112-121**

*Edgar León José
Rene Moranchel Charros
Diego Tristán Pérez Ruiz*

ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE MEDIANTE EL MÉTODO DPPH A UNA BEBIDA CON PEPINO DULCE (SOLANUM MURICATUM AITON) Y DURAZNO (PRUNUS PERSICA L. BATSCH) _____ **122-134**

*Luis Eduardo Zúñiga Moreno
Dayana Tairy Alvarado Tapia
Daniela Vanessa Chilán Carrasco
Ana María Arellano Arcentales
Fernando Enrique Decker Campuzano
Evelyn Elizabeth Sánchez Castro*

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL SISTEMA AGROFORESTAL EN LA FINCA MAGALLANES DEL SITIO CAÑA BRAVA, PAJÁN, MANABÍ, ECUADOR _____ **135-153**

*César Alberto Cabrera Verdesoto
Mileidy Rachel Alcívar Cobeña*

*Ignacio Estévez Valdés
Paola Stefania Pardo Reyes
Valeria Lissette Cali Ligua*

EL PRINCIPIO DE CELERIDAD EN LOS PROCESOS DE CONTRATACIÓN PÚBLICA DE EMERGENCIA EN LOS GOBIERNOS AUTÓNOMOS DESCENTRALIZADOS MUNICIPALES

154-167

*Alex Francisco Villa Samaniego
Edison Paul Barba Tamayo*

DETERMINACIÓN DE METABOLITOS EN CÁSCARA DE PITAHAYA Y SUS USOS POTENCIALES EN ALIMENTOS

168-180

*José Francisco Falconí Novillo
Gustavo Martínez Valenzuela
Diego Mauricio Salazar Zambrano
Jeniffer Marcela Robalino Ortiz*

DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS Y SU ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN MANDARINAS DEL ECUADOR

181-190

*Samanta Alexandra Amaguayo Sánchez
José Rodolfo Mero Villa
Diego Mauricio Salazar Zambrano
Génesis Nathaly Cantillo Holguin*

POTENCIAL ANTIMICROBIANO DEL AJO: ALTERNATIVA NATURAL EN AGROINDUSTRIA FRENTE A ANTIMICROBIANOS TRADICIONALES

191-204

*David Isaías Romero Morocho
Elian David Ortega Checa
María Auxiliadora Cárdenas Tenorio
Karen Lizbeth Lojan Salazar*

CARACTERIZACIÓN DE LOS COMPUESTOS BIOACTIVOS EN EL MUCÍLAGO DE CACAO Y SUS USOS

205-214

*Stuard Nelson Montoya Vizuete
Jaime Andres Camino Valdez
Luis Alberto Toala Murrillo
Remilton Agustín Ramírez Reyes
Frella Soraya García Larreta*

EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA PAPAINA EN LA CALIDAD SENSORIAL DE CARNE DE RES

215-224

*Andrea Cristina Cortez Espinoza
Elvis Gabriel Jaramillo Ortega
Jeniffer Marcela Robalino Ortiz*

POLÍTICAS NACIONALES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN LAS UNIVERSIDADES DE ECUADOR

225-243

*Andrea Alejandra Orbe Riofrio
Carlos Israel Villacrés Hernández
Josseline Verónica Zaruma López
Maria Fernanda Yaulema Rodríguez*

IMPACTO DE LA PREVENCIÓN DEL DELITO MEDIANTE UN ANÁLISIS CRÍTICO DE LOS FACTORES DE RIESGO QUE RODEAN A LAS PERSONAS EN EL ECUADOR _____ **244-256**

*Walter Geovanny Caminos Manjarrez
Paula Samantha Arroyo Arias*

IMPORTANCIA DEL USO DE UN CÓDIGO DE ÉTICA Y MORAL PARA LA REHABILITACIÓN DE PERSONAS PRIVADAS DE LA LIBERTAD _____ **257-268**

*Walter Geovanny Caminos Manjarrez
Lizbeth Alexandra Montesdeoca Coronel*

INCIDENCIA EN LAS SENTENCIAS POR LA FALTA DEL MEJORAMIENTO DE HERRAMIENTAS PERICIALES EN EL AMBITO JUDICIAL Y CRIMINALÍSTICO _____ **269-279**

*Walter Geovanny Caminos Manjarrez
Kelly Johana Cadena Enriquez*

DETERMINACIÓN DEL CRECIMIENTO PERIÓDICO Y MEDIO ANUAL DE UNA PLANTACIÓN DE TECTONA GRANDIS L. F. EN LA HACIENDA LA SABANA 1, BALZAR, GUAYAS, ECUADOR _____ **280-296**

*César Alberto Cabrera Verdesoto
Anthony Alejandro Alay Solorzano
Ginger Aracely Pionce Andrade
Juan Manuel Guerrero Calero
Freddy Fernando Martínez Salazar
Valeria Lissette Cali Ligua*

INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL AULA: UN ENFOQUE ÉTICO PARA TRANSFORMAR LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE _____ **297-311**

William Patricio Aguas Dias

IMPORTANCIA DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA ENTENDER LA CONTAMINACIÓN DE AGUA POR METALES PESADOS EN LAS MICROCUENCAS DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI _____ **312-323**

*Marco Antonio Riofrío Guevara
Rodrigo Paul Cabrera Verdesoto
Juan Carlos Tapia Molina
Rachele Piovaneli Tiziano
Paola Stefania Pardo Reyes*

PROTECCIÓN DE DATOS EN ECUADOR - UN ANÁLISIS AL PROCESO DE ANONIMIZACIÓN DE LOS DATOS PERSONALES EN ECUADOR _____ **324-340**

*Jennifer María Cornejo Viejó
José Miguel Castro Macias
Marielisa López Puentes
Ángel Miguel Maya Monar
Enrique Colon Ferruzola Gomez*

IMPACTO DEL ARBOLADO URBANO EN LA CALIDAD DEL AIRE DE BARRIOS URBANOS DE LA CIUDAD DE MANTA, ECUADOR _____ **341-353**

*Yajhaira Vanessa Romero Añazco
Paola Stefania Pardo Reyes
Rodrigo Paúl Cabrera Verdesoto
Cesar Alberto Cabrera Verdesoto*

**REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS:
DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES PARA UNA CIUDAD AMAZÓNICA SOSTENIBLE** _____ **354-366**

*Diego Cajamarca Carrazco
Diego Alejandro Cáceres Veintimilla
Goering Octavio Zambrano Cárdenas
Ángel Patricio Flores Orozco*

**SISTEMA DE RECAUDACIÓN OBSOLETO Y SU INCIDENCIA EN LA CARTERA VENCIDA DEL
GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE
ARCHIDONA** _____ **367-382**

*Sara Lissette Delgado Valle
Cintya Lisbeth Tello Núñez*

**“IMPACTO DE LOS MICROCRÉDITOS EN EL DESARROLLO MICROEMPRESARIAL: UN
ESTUDIO DE CASO EN LA COAC RIOBAMBA LTDA., AGENCIA GUANO, 2020-
2021”** _____ **383-397**

*Byron Damian Orozco Becerra
Cintya Lisbeth Tello Núñez
Katherine Geovanna Guerrero Arrieta
Pedro Lucas Larrea Cuadrado*

**INNOVACIÓN FINANCIERA Y GESTIÓN DE RIESGOS, COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO
COORAMBATO LTDA., PERIODO 2020-2023** _____ **398-419**

*Paola Fernanda García Andrango
Cintya Lisbeth Tello Núñez*

PROCEDIMIENTOS TÉCNICO - PEDIÁTRICO RADIOLÓGICOS _____ **420-431**

*Miguel Alejandro Barreno Segovia
Oscar Felipe Quintana Benavides
Karol Nicole Diaz Hidalgo
Juan Carlos Colcha Lema*

**GESTIÓN RELACIONAL CON EL CLIENTE (CRM) UN FACTOR GENERADOR DE LEALTAD EN
EL PACIENTE DEL HOSPITAL GENERAL IESS - RIOBAMBA** _____ **432-443**

*Valeria Alexandra Tayupanda Shilquigua
Omar Patricio Flor Mora*

**PRÁCTICAS DEL DESARROLLO DEL TALENTO HUMANO Y DESEMPEÑO LABORAL DEL
PERSONAL DE SALUD DEL HOSPITAL GENERAL IESS - RIOBAMBA** _____ **444-465**

*Magaly Janeth Quinzo Coello
Omar Patricio Flor Mora*

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE PROCESO PARA FABRICAR PAPEL ECOLÓGICO CON CÁSCARA
Y COGOLLO DE PIÑA** _____ **466-477**

*Luis Fernando Arboleda Álvarez
Manuel Euclides Zurita León
Lorena Michelle Quintana Lopez
Georgina Ipatia Moreno Andrade*

**ELABORACIÓN DE SALCHICHA MIXTA DE POLLO Y CARNE PORCINA EMPLEANDO PAPAÍNA
COMO TRATAMIENTO ANTIMICROBIANO** _____ **478-497**

*Julio Andrés Palmay Paredes
Kevin Steven Araujo Cedeño
Carolina Alicia Paz Yépez
Ana María Campuzano Vera*

**EL CLIMA LABORAL Y LA GESTIÓN ESTRATÉGICA EN EL DEPARTAMENTO DE TALENTO
HUMANO DE UN HOSPITAL DE SEGUNDO NIVEL** _____ **498-512**

*Priscila Yépez
Katherine Guerrero*

**METODOLOGÍA BASADA EN LA ARQUITECTURA DE LA INFORMACIÓN Y SU IMPACTO EN LA
USABILIDAD DE MULTI-PLATAFORMAS APLICADO EN EL ENTORNO VIRTUAL DE
APRENDIZAJE** _____ **513-535**

*Daniela Carolina Caichug Parra
José Luis Grandes Analuiza
Pedro Miguel Baño Morocho
Jaime Rodrigo Bonilla Acán*

**INFLUENCIA DE LA SINERGIA ENTRE INGREDIENTES ACTIVOS MULTI NUTRIENTES EN LA
PRODUCCIÓN DE CÁPSICUM SPP** _____ **536-546**

*Pablo Javier Niquinga Vargas
Paola Gabriela Vinueza Naranjo*

**FACTORES INSTITUCIONALES QUE ACENTÚAN LAS CONDUCTAS DE DESHONESTIDAD
ACADÉMICA EN LOS ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE LA CIUDAD DE
GUAYAQUIL** _____ **547-559**

*Ibett Mariela Jácome Lara
Francisco Paúl Pérez Salas
Katherine Geovanna Guerrero Arrieta
Omar Patricio Negrete Costales*

**EL IMPACTO DE LA INTELIGENCIA EMOCIONAL EN LA TOMA DE DECISIONES
EMPRESARIALES** _____ **560-573**

*Wendy Aguagallo
Bryan Lema
Melany Lema
Noemi Tacuri*

**LA PLANIFICACIÓN DE APRENDIZAJE SOCIAL COMO ALTERNATIVA PARA EL DESARROLLO
ENDÓGENO DEL SECTOR AGRÍCOLA** _____ **574-583**

*Gabriela Alexandra Duchi Duchi
Iván Fabricio Benitez Obando
Walter Geovanny Caminos-Manjarrez
Renata Camila Guerrero Arrieta*

**ANÁLISIS TEMPORAL DE LA DEUDA PÚBLICA DEL ECUADOR Y EL PRESUPUESTO GENERAL
DEL ESTADO PARA EL AÑO 2030** _____ **584-598**

Carolina Mayele Aguirre Jordan

Víctor Javier Garzón Montealegre

**DEL GRANO DE ORO AL DESARROLLO ECONÓMICO: EL CACAO ECUATORIANO Y SU
CONTRIBUCIÓN A LA ECONOMÍA NACIONAL EN TIEMPOS DE
CRISIS** _____ **599-615**

María Belén Bravo Avalos

Silvia Paola González Fuenmayor

Gabriela Morejón Cabrera

**ANÁLISIS MARGINAL Y MAXIMIZACIÓN DE BENEFICIOS: USO DEL CALCULO DIFERENCIAL E
INTEGRAL EN LA TOMA DE DECISIONES EMPRESARIALES** _____ **616-624**

Wellington Isaac Maliza Cruz

**ACCESIBILIDAD DE LAS PERSONAS CON LIMITACIONES DE MOVILIDAD FÍSICA A LOS
EDIFICIOS PÚBLICOS COMO GARANTÍA DEL PRINCIPIO DE CALIDAD EN EL SERVICIO
PÚBLICO** _____ **625-640**

José Israel Álvarez Satán

Cristian Gustavo Suárez Bastidas

**PROPUESTA DE INTERVENCIÓN FÍSICA PARA UN ADULTO MAYOR CON HIPERURICEMIA
COMO ANEXO A TRATAMIENTO FARMACOLÓGICO (CASO) -
MÉXICO** _____ **641-650**

Michell Ramírez Guzmán

Rene Moranchel-Charros

Edgar León José

**PREVENCIÓN Y CONTROL DE LESIONES POR SOBRECARGA EN RODILLA EN TAEKWONDO
EN LA CATEGORÍA FLY (ESTUDIOS DE CASO) - MÉXICO** _____ **651-671**

Valeria Flores Martínez

Rene Moranchel-Charros

Edgar León José

**INCLUSIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA GESTIÓN DE RIESGOS EN LOS PROCESOS
CONTABLES UNACH 2023** _____ **672-691**

Rosalía del Consuelo Montenegro Bosquez

Verónica Margarita Reinoso Goyes

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL FLUJO DE TRÁFICO EN INTERSECCIONES DEL CENTRO DE LA
CIUDAD DE RIOBAMBA** _____ **692-708**

Wilmer Enrique Mera Herrera

Alfredo Rodrigo Colcha Ortiz

**MODELADO PREDICTIVO DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO EN ESTUDIANTES DE
EDUCACIÓN BÁSICA MEDIA DE LA UNIDAD EDUCATIVA “MIGUEL DE CERVANTES”, CANTÓN
PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI, MEDIANTE ALGORITMOS DE ÁRBOLES DE DECISIÓN** _____ **709-723**

Carlos Washington Segovia Segovia

Revista Científica Multidisciplinaria InvestiGo

Riobamba – Ecuador

Cel: +593 97 911 9620

revisinvestigo@gmail.com

Luis Tello Oquendo

OPTIMIZACIÓN DE INTERSECCIONES CONFLICTIVAS DEL FLUJO VEHICULAR EN EL CENTRO DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA _____ **724-748**

*Michael Adrián Erazo Granizo
Alfredo Rodrigo Colcha Ortiz*

DETERMINACIÓN DE CURVAS DE NIVEL Y PENDIENTES CON LIDAR PARA MODELAR CRECIDAS EN LA QUEBRADA LAS ABRAS _____ **749-767**

*Alfredo Rodrigo Colcha Ortiz
Jessica Paulina Brito Noboa
Diana Carolina Merino Gavilanes
Nelson Estuardo Patiño Vaca*

BIENESTAR EMOCIONAL DEL PERSONAL DEL CUERPO DE BOMBEROS DE RIOBAMBA _____ **768-786**

*Evelyn Francisca Andino Peñafiel
Byron Napoleón Cadena Oleas*

ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LA ESTRUCTURA Y MECANISMOS DEL PROYECTO DE VINCULACIÓN SOCIAL “SOLUCIONES ELECTROINDUSTRIALES PARA EL PROGRESO COMUNITARIO” MEDIANTE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS _____ **787-802**

*Anthony Steven Guambo Cunalata
Johnatan Israel Corrales Bonilla*

LA CULTURA ORGANIZACIONAL Y EL BIENESTAR LABORAL DE LOS SERVIDORES DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE CHIMBORAZO _____ **803-818**

*Jenny Lilián Isa Jara
Edith Josefina Liccioni*

PIGMENTOS DE (*JUSTICIA SPICIGERA*) EN CHOCOLATE CON DOS VARIEDADES DE THEOBROMA: THEOBROMA BICOLOR Y THEOBROMA CACAO DE LA VARIEDAD TRINITARIO

PIGMENTS FROM (*JUSTICIA SPICIGERA*) IN CHOCOLATE WITH TWO VARIETIES OF THEOBROMA: THEOBROMA BICOLOR AND THEOBROMA CACAO OF THE TRINITARIO VARIETY

Luis Humberto Vásquez Cortez¹, Sanyi Lorena Rodríguez Cevallos², Juan Andrés Villamarín Barreiro³, Jaime Fabián Vera Chang⁴

{lvazquezc@utb.edu.ec¹, srodriguez4@uteq.edu.ec², jvillamarinb@utb.edu.ec³, jverac@uteq.edu.ec⁴}

Fecha de recepción: 19/10/2024 / Fecha de aceptación: 05/01/2025 / Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: La presente investigación tuvo como objetivo la utilización de pigmentos de (*justicia spicigera*) en chocolate con dos variedades de *Theobroma*: *theobroma bicolor* y *Theobroma cacao* de la variedad trinitario. Para evaluar los efectos de esta adición, se utilizó un Diseño Completamente al Azar con un arreglo bifactorial, compuesto por 6 tratamientos y 4 réplicas, sumando un total de 24 unidades experimentales. Los factores considerados fueron el tipo de *Theobroma* (Factor A) y la concentración de pigmentos de *Justicia spicigera* (0%, 5% y 10%) (Factor B). Se analizaron variables iniciales como pH, grados de temperatura, grados Brix. La capacidad antioxidante se evaluó mediante los métodos ABTS y DPPH, mostrando una mayor capacidad de eliminación de radicales libres en los tratamientos con pigmentos de *Justicia spicigera*, con valores de 245.83 y 184.24 μmol equivalentes de Trolox/g de chocolate adicionando la *Justicia Spicigera*. Además, en la presente investigación se aplicó una prueba sensorial con 25 catadores entrenados, quienes evaluaron atributos como acidez, aroma, amargor, notas de cacao, nuez, frutos secos, floral, intensidad y color. La adición del pigmento de *Justicia spicigera* mejoró significativamente las propiedades sensoriales y la aceptabilidad general del chocolate, abriendo la posibilidad de desarrollar productos innovadores y no convencionales. Se

¹Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Agroindustria, Babahoyo, Ecuador, <https://orcid.org/0000-0003-1850-0217>.

²Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad Ciencias de la Industria y Producción, Carrera Ingeniería en Alimentos, Quevedo, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0003-4684-9587>.

³Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Agroindustria, Babahoyo, Ecuador, <https://orcid.org/0000-0001-5615-0209>.

⁴Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencia de la Industria y Producción, Ingeniería en Alimentos, Quevedo, Ecuador, <https://orcid.org/0000-0001-6127-2307>.

destacó también el impacto económico positivo que esta innovación podría tener para los productores de cacao.

Palabras clave: Chocolate, fermentación, postcosecha, sensorial, variedad

ABSTRACT: The present investigation aimed at the use of pigments of (*Justicia spicigera*) in chocolate with two varieties of Theobroma: *Theobroma bicolor* and *Theobroma cacao* of the Trinitario variety. To evaluate the effects of this addition, a Completely Randomized Design with a bifactorial arrangement was used, composed of 6 treatments and 4 replicas, totaling 24 experimental units. The factors considered were the type of Theobroma (Factor A) and the concentration of pigments of *Justicia spicigera* (0%, 5% and 10%) (Factor B). Initial variables such as pH, temperature degrees, Brix degrees were analyzed. The antioxidant capacity was evaluated by the ABTS and DPPH methods, showing a greater capacity to eliminate free radicals in the treatments with pigments of *Justicia spicigera*, with values of 245.83 and 184.24 μmol equivalents of Trolox/g of chocolate adding *Justicia Spicigera*. In addition, in the present research, a sensory test was applied with 25 trained tasters, who evaluated attributes such as acidity, aroma, bitterness, notes of cocoa, nuts, dried fruit, floral, intensity and color. The addition of the pigment from *Justicia spicigera* significantly improved the sensory properties and the general acceptability of chocolate, opening the possibility of developing innovative and unconventional products. The positive economic impact that this innovation could have for cocoa producers was also highlighted.

Keywords: Chocolate, fermentation, post-harvest, sensory, variety

INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es reconocido a nivel mundial como el principal ingrediente para la producción de chocolate. Este fruto, que pertenece a la clase *Magnoliopsida*, al orden *Malvales*, a la familia *Malvaceae*, y al género *Theobroma*, destaca por su especie cacao. Ecuador es uno de los países donde este cultivo es ampliamente promovido debido a la calidad excepcional y las propiedades sensoriales que lo diferencian en el mercado global (1).

El árbol de cacao es el único capaz de producir las valiosas almendras de cacao, las cuales son altamente demandadas por los chocolateros para la elaboración de chocolate. Este puede clasificarse como fino de aroma, destacándose por sus notas sensoriales florales y afrutadas, o como cacao estándar, que se caracteriza por un aroma más intenso y un amargor más marcado (2).

El cacao desempeña un papel clave en el desarrollo económico de Ecuador, junto con el banano y la industria petrolera. Históricamente, Ecuador fue el mayor exportador de cacao

a nivel global, y aunque actualmente ocupa el tercer lugar en exportación mundial de este producto, sigue incrementando su participación en el mercado internacional (3).

Tradicionalmente, se ha considerado que el origen del cacao (*Theobroma cacao* L.) se encontraba en Mesoamérica, en regiones que incluyen México, Guatemala y Honduras, con usos que datan de hace aproximadamente 2000 años a.C. Sin embargo, investigaciones recientes han demostrado que al menos una variedad de cacao tiene su origen en la región de la Alta Amazonía, específicamente en el cantón de la provincia de Zamora Chinchipe, Ecuador. El cacao ha sido utilizado por las comunidades locales desde tiempos ancestrales, hace más de 5000 años, incluso antes de la llegada de los españoles (4).

La producción de cacao en Ecuador está en manos de pequeños y medianos agricultores, lo que proporciona empleo directo e indirecto a más de 600,000 ecuatorianos, quienes dependen en gran medida de los ingresos derivados de este cultivo. Actualmente, la producción de cacao se realiza bajo estándares de calidad cada vez más altos para satisfacer la demanda global de cacao sostenible. Además, se busca cumplir con requisitos sociales y ambientales, los cuales son cada vez más estrictos en el mercado internacional (5).

Ecuador cuenta con una notable biodiversidad que favorece la producción de cacao. La variedad Nacional, también conocida como Fino de Aroma, es ampliamente valorada por los fabricantes de chocolate a nivel mundial. Además, en el país se cultiva la variedad clonada CCN-51, apreciada por su resistencia y viabilidad en monocultivos. Las almendras de cacao (*Theobroma cacao* L.) son una fuente rica en energía, vitaminas, minerales y antioxidantes, lo que las convierte en un alimento funcional clave en la prevención de enfermedades cardiovasculares (6).

Es esencial asegurarse de que las mazorcas de cacao hayan alcanzado un nivel óptimo de madurez antes de la cosecha. Si se realiza una cosecha prematura o tardía, junto con una fermentación incorrecta, esto puede ocasionar grandes pérdidas para los agricultores y dañar la reputación del cacao. Además, dificulta su venta y comercialización en los centros de acopio, ya que el producto no cumpliría con los estándares mínimos de calidad requeridos.

Durante el proceso de fermentación, ocurren varias reacciones bioquímicas en las almendras de cacao que son cruciales para definir las características del producto final. La duración de este proceso depende de la variedad de cacao; por ejemplo, en el caso del cacao CCN-51, se necesitan 6 días de fermentación, durante los cuales se atraviesan las fases alcohólica, acética y oxidativa. Es importante que la temperatura no exceda los 50 °C para evitar daños en el grano, mientras que, si no alcanza los 40 °C, las almendras no desarrollarán sus propiedades sensoriales óptimas. Después de la fermentación, es fundamental realizar un secado adecuado al sol para reducir el nivel de humedad entre el 6 % y el 8 % (7).

En la provincia de Pastaza, se encuentran cultivos de cacao que alcanzan alturas que oscilan entre los 4 y 10 metros. Los frutos de esta variedad de cacao crecen directamente en las ramas. En lo que respecta a su corteza externa, el Mocambo presenta una superficie agrietada de color beige grisáceo. El fruto tiene una forma elipsoidal, y su cáscara es sólida y resistente, desprendiéndose del árbol y cayendo al suelo una vez que ha alcanzado su madurez óptima.

El *Theobroma bicolor*, un pariente ancestral y silvestre del *Theobroma cacao* L., cuenta con óptimos valores nutritivos que lo hacen ideal para la alimentación, ofreciendo una valiosa oportunidad para el desarrollo de productos no tradicionales en el ámbito de la agroindustria. Sin embargo, este árbol se encuentra en peligro de extinción, en gran parte debido a la falta de información técnica sobre su cultivo y aprovechamiento, lo que ha limitado su conservación y uso sostenible.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El presente estudio se llevó a cabo en la Finca "La María", ubicada en Km. 7 vía a El Empalme - Entrada al cantón Mocache. Mocache, Los Ríos, donde se recolectaron las mazorcas de *Theobroma bicolor* Hump & Bonpl. Las coordenadas de la finca son Longitud -0.971058 y Latitud -79.692512. Paralelamente, se obtuvo la (*Justicia spicigera*) en la ciudad de Mocache, en la provincia de Los Ríos, con coordenadas Longitud -1.027092 y Latitud -79.467535.

La recepción de la materia prima las mazorcas de *Theobroma cacao* de la variedad Trinitaria fueron cosechadas en el Recinto El naranjo "Bajo perdido" Finca Ramírez, ubicada en la Ciudad de Mocache Provincia de "Los Ríos"; con Longitud -1.183475, y Latitud -79.502881.

Diseño de la investigación

En el presente estudio se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con un modelo de dos factores "Bifactorial" conformado por 6 tratamientos por 4 repeticiones dando un total de 24 objetos de estudio, El primer factor del estudio consistió en las dos variedades de *Theobroma* (*Theobroma cacao* L.) de la variedad Trinitaria y (*Theobroma bicolor* Hump & Bonpl). El segundo factor fue la aplicación del pigmento natural de *Justicia spicigera* en tres niveles: 0%, 3% y 6%. Para evaluar las diferencias estadísticas entre los tratamientos, se utilizó la prueba de rangos múltiples de Tukey con un nivel de significancia de $p \leq 0.05$.

Tabla 1. Factores y niveles de estudio.

| Factor A Variedad de Cacao | | Factor B Extracto de <i>Justicia spicigera</i> | |
|-------------------------------|--|---|-----|
| a0 | Trinitario | b0 | 0% |
| | | b1 | 5% |
| | | b2 | 10% |
| a1 | <i>Theobroma bicolor</i> Hump & Bonpl) | b0 | 0% |
| | | b1 | 5% |
| | | b2 | 10% |

Arreglo de tratamientos

Tabla 2. Arreglo de los tratamientos.

| Número | Código | Descripción |
|--------|----------------------------------|---|
| 1 | T1 a ₀ b ₀ | Cacao Trinitario Testigo sin aplicación 0% |
| 2 | T2 a ₁ b ₀ | Cacao Trinitario aplicando pigmentos de <i>Justicia spicigera</i> al 5% |
| 3 | T3 a ₂ b ₀ | Cacao Trinitario aplicando pigmentos de <i>Justicia spicigera</i> al 10% |
| 4 | T4 a ₀ b ₁ | (<i>Theobroma bicolor</i> Hump & Bonpl) Testigo sin aplicación |
| 5 | T5 a ₁ b ₁ | (<i>Theobroma bicolor</i> Hump & Bonpl). aplicando pigmentos de <i>Justicia spicigera</i> al 5% |
| 6 | T6 a ₂ b ₁ | (<i>Theobroma bicolor</i> Hump & Bonpl). aplicando pigmentos de <i>Justicia spicigera</i> al 10% |

Tablas de ANDEVA

Para el análisis de varianza (ANDEVA), se utilizó el software libre InfoStat, con el objetivo de comparar las medias obtenidas en los tratamientos. Posteriormente, se aplicó una prueba de rangos múltiples de Tukey con una probabilidad de $p \leq 0.05$ para determinar las diferencias significativas entre los grupos. La interpretación de los datos experimentales y estadísticos se llevó a cabo siguiendo el esquema de ANDEVA, conforme al diseño experimental planteado.

Tabla 3. Análisis de varianza de la Investigación.

| F. V | | G. I |
|-----------------|------------|------|
| Tratamiento | axb-1 | 5 |
| Factor A | (a-1) | 1 |
| Factor B | (b-1) | 2 |
| Int. AxB | (a-1)(b-1) | 2 |
| E. Experimental | axb (r-1) | 18 |
| Total | axbxr-1 | 23 |

Modelo Matemático

Ecuación 1. Modelo matemático.

Ecuación 1. Modelo matemático.

$$Y_{ijk} = \mu + a_i + Q_j + (a \cdot Q)_{ij} + E_{ijk}$$

μ = Es el efecto de la media.

a_i = Es un efecto de nivel “i-ésimo” del factor A.

β_j = Es un efecto del nivel “jota-ésimo” del factor B.

$(a \cdot \beta)_{ij}$ = Es un efecto debido a la interacción del “i-ésimo” nivel del factor A con el “jota-ésimo” nivel del factor B.

E_{ijk} = Es un efecto aleatorio (8).

Instrumentos de Investigación

Análisis Físicoquímicos

pH: Medición del nivel de acidez o alcalinidad del cacao y de los productos derivados.

°Brix: Determinación del contenido de sólidos solubles, principalmente azúcares, en las muestras de cacao.

Temperatura: Registro de la temperatura durante las diferentes etapas del proceso.

Humedad: Evaluación del contenido de humedad presente en las almendras de cacao y productos.

Análisis organoléptico

Sabor: Evaluación sensorial del gusto de los productos elaborados a partir de cacao.

Color: Análisis visual del color de las muestras de cacao y productos.

Olor: Determinación de las propiedades aromáticas del cacao.

Aceptabilidad: Medición de la preferencia y aceptación general de los productos por parte de los panelistas.

Astringencia: Evaluación del nivel de astringencia presente en el cacao, relacionado con la sensación bucal.

Variables estudiadas

Recepción de la materia prima

En la etapa de recepción de las mazorcas de cacao, se llevó a cabo una clasificación

cuidadosa según la variedad: *Theobroma cacao* L. y *Theobroma bicolor* Hump & Bonpl. Las mazorcas fueron cosechadas en la finca "Las Juanas" y sometidas a un proceso de selección para garantizar que estuvieran libres de enfermedades, en particular de Monilla, con el fin de asegurar la calidad óptima de la materia prima para las siguientes etapas de producción.

Ejecución de la postcosecha

La masa fresca de cacao se colocó en una caja micro-fermentadora con una capacidad de 24 celdas, las cuales fueron necesarias para llevar a cabo el presente estudio. Las dimensiones de la caja eran de 125 x 75 x 10 cm, y cada celda tenía una capacidad de 2 kg. Para este experimento, se utilizaron bolsas de polietileno en la mayoría de las celdas, a excepción de los testigos, los cuales fueron fermentados directamente en la caja. En total, se emplearon 48 kg de masa fresca de cacao, distribuidos de acuerdo al diseño de los tratamientos. La fase de fermentación se llevó a cabo durante 4 días para ambas variedades de cacao. Las variables para estudiar fueron: temperatura, grados Brix y pH.

Extracción de los granos de cacao

Una vez que se obtuvieron las mazorcas necesarias, se procedió a realizar el proceso de despulpado, que implica separar el grano de cacao de la parte carnosa "Placenta" que lo rodea el fruto. Posteriormente se realizó un corte longitudinal o transversal para la extracción de las almendras de cacao. A la vez desulpadas las almendras de cacao se separaron en tachos limpios. Las cuales se colocaron en las celdas de las micro fermentadoras que cada celda puede abastecer hasta 2 kg de masa fresca de cacao.

pH

Durante el proceso de fermentación, se midió la variable pH utilizando 10 gramos de almendras de cacao. Las almendras fueron trituradas y mezcladas con 10 ml de agua destilada. Para la medición del pH se utilizó un potenciómetro, siguiendo el método descrito por Abreu et al. (2017).

Grados Brix

Para la medición de esta variable se necesitó un Brixometro, se procedió a tomar 10 g de almendras de cacao al azar posteriormente se maceró en 10 mL de agua destilada tibia, se debe colocar de 1 - 3 gotas de la solución obtenida, el equipo con marca OPTi+ antes de la aplicación de las gotas de la muestra se calibro dejándolo en 0.00, para asegurar la toma correcta de la muestra de los diferentes tratamientos y sus repeticiones (9).

Temperatura

La toma de temperatura es vital para que exista una actividad fermentativa adecuada lo cual se controló que no sea superior a 50 °C ni estar por debajo del valor de 45 °C, para su medición se requirió de un termómetro para la toma de esta variable (10).

Secado de las almendras

Los granos de cacao fermentados se secaron al sol de manera directa durante 6 días sobre una superficie de madera. Posteriormente, se procedió con el descascarillado, logrando que los granos de cacao alcanzaran un contenido de humedad promedio del 7%.

Almacenamiento de los granos

El almacenamiento de las almendras de cacao se realizó en bolsas de papel en un ambiente fresco, libre de exceso de humedad, para preservar su calidad.

Determinación de la capacidad antioxidante de las muestras de cacao

Método ABTS (2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfónico))

El método ABTS se basa en la capacidad de los antioxidantes presentes en las muestras de cacao para reducir el radical catiónico ABTS⁺. El procedimiento incluye los siguientes pasos:

Preparación del radical ABTS⁺: Se generó mediante la reacción del ABTS con persulfato de potasio. La mezcla se dejó reposar durante 12-16 horas en la oscuridad a temperatura ambiente para la estabilización del radical.

Medición de la capacidad antioxidante: Se diluyó la solución de ABTS⁺ con etanol o agua hasta obtener una absorbancia de 0.70 ± 0.02 a 734 nm. Posteriormente, se mezclaron 1 ml de la solución de cacao con 2 ml de la solución ABTS⁺.

Lectura: Después de 6 minutos de reacción, se midió la absorbancia a 734 nm en un espectrofotómetro. Los resultados se expresaron en unidades de capacidad antioxidante equivalentes a Trolox (TEAC).

Método DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil)

El método DPPH mide la capacidad antioxidante de las muestras a través de la reducción del radical DPPH, que cambia de color púrpura a amarillo cuando se neutraliza por un antioxidante.

Preparación del radical DPPH: Se preparó una solución de DPPH disolviendo el reactivo en metanol hasta obtener una absorbancia de 0.70 ± 0.02 a 517 nm.

Medición de la capacidad antioxidante: Se mezclaron 1 ml de la solución de cacao con 3 ml de la solución DPPH.

Lectura: Después de 30 minutos de incubación en la oscuridad a temperatura ambiente, se midió la absorbancia a 517 nm. Los resultados también se expresaron en unidades equivalentes de Trolox (TEAC).

Tabla 1. Formulación A al 95% de Theobroma (*Theobroma bicolor* Hump & Bonpl).

| Ingrediente | Cantidad (gr) | % |
|-------------|---------------|-----|
| Cacao | 1000g | 95% |
| Pigmento | 50g | 5% |

Tabla 2. Formulación B al 90% de Theobroma (*Theobroma bicolor* Hump & Bonpl).

| Ingrediente | Cantidad (g) | % |
|-------------|--------------|-----|
| Cacao | 1000g | 90% |
| Extracto | 100g | 10% |

Tabla 3. Formulación A al 95% de Theobroma Variedad Trinitario.

| Ingrediente | Cantidad (g) | % |
|-------------|--------------|-----|
| Cacao | 1000g | 95% |
| Extracto | 50g | 5% |

Tabla 4. Formulación B al 90% de cacao *Theobroma cacao* L.

| Ingrediente | Cantidad (g) | % |
|-------------|--------------|-----|
| Cacao | 1000g | 90% |
| Extracto | 100g | 10% |

RESULTADOS

Variables temperaturas

En la Tabla 8 se presentan las temperaturas registradas en las almendras de *Theobroma cacao* y *Theobroma bicolor* durante los 6 días de fermentación. Se observó una diferencia estadísticamente significativa en las temperaturas del primer y cuarto día, en comparación con los otros días de fermentación, donde no se encontraron diferencias significativas según la prueba de Tukey ($p < 0.05$). En el primer día, *Theobroma bicolor* presentó una temperatura más alta en comparación con *Theobroma cacao* L., mostrando un incremento gradual de la temperatura a lo largo del proceso sin exceder los 50°C. La temperatura más alta alcanzada fue en *Theobroma cacao*.

Tabla 8. Temperatura en la etapa fermentativa del (*Theobroma cacao* y *Theobroma bicolor*).

Variable de temperaturas

| Factor | | Variable | | | | | |
|--------------------------|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Variedad | Pigmentos de Justicia | Temp1 | Temp2 | Temp3 | Temp4 | Temp5 | Temp6 |
| Cacao Trinitario | 0 | 23,33 | 33,66 | 35,66 | 37,33 | 39,00 | 42,33 |
| Cacao Trinitario | 5 | 21,50 | 35,66 | 38,66 | 41,00 | 43,33 | 46,33 |
| Cacao Trinitario | 10 | 21,00 | 36,33 | 39,00 | 42,66 | 45,00 | 48,66 |
| <i>Theobroma bicolor</i> | 0 | 25,00 | 33,66 | 36,33 | 37,00 | 38,66 | 43,00 |
| <i>Theobroma bicolor</i> | 5 | 25,56 | 35,33 | 38,33 | 40,66 | 43,66 | 47,33 |
| <i>Theobroma bicolor</i> | 10 | 25,33 | 35,66 | 38,00 | 42,00 | 44,33 | 48,66 |
| EEM ± | | 0,30 | 0,19 | 0,16 | 0,14 | 0,16 | 0,29 |
| Probabilidad | Variedad | <0,0001 * | 0,2442 | 0,3370 | 0,0395 * | 0,3370 | 0,2062 |
| | Pigmento de Justicia | 0,7290 | <0,0001 * | <0,0001 * | <0,0001 * | <0,0001 * | <0,0001 * |
| | Variedad*Extracto de Justicia | 0,8183 | 0,6186 | 0,0302 * | 0,7230 | 0,2153 | 0,6186 |
| | CV | 3,91 | 1,65 | 1,25 | 1,02 | 1,11 | 1,91 |

En la (Tabla N°9) se muestra que existe un incremento de manera ascendente lineal creciente, lo cual en la temperatura inicial (Temp0) presentó diferencia estadística significativa según la prueba de rangos múltiples de Tukey ($P \leq 0.05$) el cacao Nacional su temperatura fue mayor; en (Temp1) tuvo un comportamiento significativo en cuestión a mayor inducción de extracto de Pigmentos de Justicia, de manera que en (Temp2) mantuvo la misma instancia por el uso del extracto en cacao Trinitario una temperatura mayor; no obstante los dos últimos días de estudio (Temp4 y Temp5) hubo una diferencia estadística altamente significativa por el uso del pigmento a mayor aplicación del 4.0% en cacao Trinitario en la etapa postcosecha.

Tabla 9. Efecto de la interacción de pigmentos *Justicia Spicigera* en los aspectos sobre las variables temperatura.

| Variedad | Factor | Variable | | | | | |
|--------------------------|--|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Pigmento de <i>Justicia Spicigera</i> | Temp0 | Temp1 | Temp2 | Temp3 | Temp4 | Temp5 |
| Cacao Trinitario | 0 | 32,38 | 33,40 | 34,56 | 36,30 | 38,00 | 40,33 |
| Cacao Trinitario | 5 | 32,53 | 34,63 | 37,56 | 40,00 | 42,31 | 46,33 |
| Cacao Trinitario | 10 | 30,19 | 35,43 | 38,00 | 40,66 | 44,00 | 46,66 |
| <i>Theobroma bicolor</i> | 0 | 28,24 | 32,65 | 35,33 | 36,00 | 37,62 | 40,33 |
| <i>Theobroma bicolor</i> | 5 | 28,37 | 34,30 | 37,32 | 39,64 | 42,64 | 46,33 |
| <i>Theobroma bicolor</i> | 10 | 28,48 | 34,31 | 37,00 | 41,00 | 43,30 | 46,00 |
| | EEM ± | 0,16 | 0,17 | 0,17 | 0,16 | 0,17 | 0,20 |
| Probabilidad | Variedad <i>Theobroma</i> | <0,0001 * | 0,1290 | 0,3372 | 0,0398 * | 0,3490 | 0,7350 |
| | Pigmento de <i>Justicia Spicigera</i> | 0,6590 | 0,0001 * | <0,0001 * | <0,0001 * | <0,0001 * | <0,0001 * |
| | Variedad <i>Theobroma</i> *Pigmento de <i>Justicia Spicigera</i> | 0,4747 | 0,4444 | 0,0200 * | 0,8230 | 0,2165 | 0,0040 * |
| | CV | 1,48 | 1,77 | 1,36 | 1,15 | 1,17 | 1,55 |

Grados Brix

En la Tabla 10, se muestran los valores obtenidos de sólidos solubles durante el proceso fermentativo de las almendras de *Theobroma cacao* variedad Trinitario y *Theobroma bicolor*. Esta variable fue crucial en el análisis durante los días de estudio, donde se registraron diferencias estadísticas significativas en los días 3 y 4, según la prueba de rangos múltiples de Tukey ($p < 0.05$). No obstante, en los otros días no se observaron diferencias estadísticamente significativas.

En el inicio del estudio, la variedad Trinitario mostró un mayor dulzor en comparación con *Theobroma bicolor*. Sin embargo, al finalizar el estudio, *Theobroma bicolor* presentó un nivel de dulzor superior al de la variedad Trinitario. Respecto al efecto del pigmento de

Justicia spicigera, se identificaron diferencias significativas en los días 2 y 3, mientras que en los días restantes no se evidenciaron diferencias significativas en el comportamiento de los sólidos solubles.

Tabla 10. Efecto de la interacción de pigmentos de *Justicia Spicigera* en los aspectos sobre las variables sólidos solubles.

| Variedad | Pigmentos de <i>Justicia Spicigera</i> | Variable | | | | | |
|--------------------------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | Brix0 | Brix1 | Brix2 | Brix3 | Brix4 | Brix5 |
| Cacao Trinitario | 0 | 29,50 | 23,66 | 19,30 | 16,30 | 15,00 | 12,57 |
| Cacao Trinitario | 5 | 29,83 | 19,33 | 17,33 | 13,00 | 12,00 | 10,00 |
| Cacao Trinitario | 10 | 29,66 | 19,33 | 15,66 | 12,23 | 10,00 | 5,00 |
| <i>Theobroma bicolor</i> | 0 | 37,25 | 23,33 | 20,00 | 15,28 | 13,00 | 11,23 |
| <i>Theobroma bicolor</i> | 5 | 37,46 | 20,66 | 18,00 | 13,24 | 11,66 | 8,56 |
| <i>Theobroma bicolor</i> | 10 | 37,46 | 17,66 | 16,66 | 10,59 | 9,00 | 6,56 |
| | EEM ± | 0,22 | 0,20 | 0,24 | 0,17 | 0,17 | 0,27 |
| Probabilidad | Variedad <i>Theobroma</i> | <0,0001 * | 0,5902 | 0,1113 * | 0,01894 * | 0,0002 * | 0,4014 |
| | Pigmento de <i>Justicia Spicigera</i> | 0,3022 | <0,0001 * | <0,0001 * | <0,0001 * | <0,0001 * | <0,0001 * |
| | Variedad <i>Theobroma</i> *Pigmento de <i>Justicia Spicigera</i> | 0,3361 | 0,0120 * | 0,7522 | 0,0056 * | 0,0201 * | 0,0155 * |
| | CV | 1,62 | 2,58 | 2,30 | 2,62 | 2,68 | 7,34 |

pH

Como se observa en la Tabla 11, los valores promedio de pH de las almendras de cacao Mocambo (*Theobroma bicolor* Hump & Bonpl. L.) y *Theobroma cacao* L. variedad de cacao durante los días de fermentación mostraron diferencias estadísticas significativas. En el primer día de evaluación, el pH inicial fue mayor en *Theobroma cacao* L., según la prueba de rangos múltiples de Tukey ($p < 0.05$). Sin embargo, en el último día del estudio, se presentó un escenario diferente, donde *Theobroma bicolor* mostró un pH mayor que *Theobroma cacao* L., indicando una variación en el comportamiento de ambas variedades durante el proceso fermentativo.

Tabla 11. Efecto de la interacción del pigmento de *Justicia Spicigera* en los aspectos sobre las variables de pH en el periodo fermentativo.

| Variedad | Pigmento de <i>Justicia Spicigera</i> | Variable | | | | | |
|-------------------|---------------------------------------|----------|--------|----------|--------|--------|----------|
| | | pH0 | pH1 | pH2 | pH3 | pH4 | pH5 |
| Trinitario | 0 | 3,29 | 4,13 | 4,20 | 4,46 | 4,56 | 4,90 |
| Trinitario | 5 | 3,79 | 4,18 | 4,22 | 4,45 | 4,55 | 4,95 |
| Trinitario | 10 | 3,78 | 4,10 | 4,23 | 4,40 | 4,48 | 5,45 |
| Theobroma bicolor | 0 | 3,82 | 4,12 | 4,24 | 4,43 | 4,53 | 5,16 |
| Theobroma bicolor | 5 | 3,64 | 4,16 | 4,22 | 4,42 | 4,54 | 5,41 |
| Theobroma bicolor | 10 | 3,55 | 4,13 | 4,25 | 4,45 | 4,62 | 5,47 |
| | EEM ± | 0,02 | 0,01 | 0,0024 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Probabilidad | Variedad | 0,0001* | 0,9495 | 0,05332 | 0,4562 | 0,2352 | <0,0001* |
| | Pigmento de <i>Justicia Spicigera</i> | 0,0672 | 0,0447 | <0,0001* | 0,4532 | 0,8233 | <0,0001* |
| | Variedad*Pigmento de <i>Justicia</i> | 0,0048 | 0,4124 | 0,6212 | 0,3252 | 0,0551 | 0,0002 |
| | CV | 1,78 | 0,67 | 0,16 | 1,60 | 1,37 | 1,20 |

Variables físicas (prueba de corte)

Según el análisis estadístico presentado en la Tabla 12, se observó una diferencia estadística significativa en la variable de Índice de mazorca, de acuerdo con la prueba de rangos múltiples de Tukey ($p < 0.05$). La variedad *Theobroma cacao* L. mostró un valor más alto en comparación con *Theobroma bicolor*. De manera similar, en el Índice de semilla, se evidenció una diferencia estadística significativa, también de acuerdo con Tukey ($p < 0.05$), donde *Theobroma bicolor* presentó el valor más alto. En contraste, las otras variables no mostraron diferencias estadísticas significativas en su comportamiento.

Análisis sensorial

En la Tabla 12, los resultados de la evaluación sensorial realizada por 25 catadores seminternados mostraron diferencias estadísticas significativas en características como aroma, amargor, sabor a cacao, nuez, frutos secos, floral e intensidad, de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0.05$), según la variedad de cacao. Otras variables no presentaron diferencias significativas.

La adición de extracto de *Justicia spicigera* fue bien recibida por los catadores, mostrando diferencias significativas en todas las variables sensoriales evaluadas. Además, la interacción entre las variedades de cacao y el extracto también presentó un

comportamiento significativo en la mayoría de las variables, excepto en el amargor, donde no se detectó una diferencia relevante. En general, la adición del extracto mejoró las propiedades sensoriales del producto.

Tabla 12. Efecto de la interacción del pigmento de *Justicia Spicigera* en los aspectos sobre las variables sensoriales.

| Factor | | Variable | | | | | | | | |
|--------------------------|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|-----------|------------|----------|
| Variedad | Extracto de Justicia | Aroma | Acidez | Amargor | Cacao | Nuez | FrutosSecos | Floral | Intensidad | Color |
| Trinitario | 0 | 3,15 | 0,57 | 2,32 | 3,72 | 3,04 | 2,88 | 4,00 | 4,00 | 3,72 |
| Trinitario | 5 | 2,45 | 0,03 | 2,34 | 3,40 | 3,12 | 2,92 | 4,00 | 4,00 | 3,64 |
| Trinitario | 10 | 4,00 | 0,00 | 3,92 | 3,84 | 3,00 | 1,84 | 4,00 | 4,00 | 3,80 |
| <i>Theobroma bicolor</i> | 0 | 3,68 | 0,00 | 3,56 | 4,92 | 4,72 | 3,20 | 3,88 | 3,28 | 4,44 |
| <i>Theobroma bicolor</i> | 5 | 4,00 | 0,06 | 3,84 | 4,88 | 4,00 | 3,48 | 3,52 | 4,00 | 4,72 |
| <i>Theobroma bicolor</i> | 10 | 5,00 | 0,28 | 4,92 | 3,60 | 4,92 | 5,00 | 4,40 | 3,20 | 5,00 |
| | EEM ± | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,05 |
| Probabilidad | Variedad | <0,0001 * | 0,3496 | 0,2684 | 0,0147 * | <0,0001 * | <0,0001 * | <0,0001 * | <0,0001 * | >0,9999 |
| | Pigmentos de Justicia | <0,0001 * | 0,0079 * | <0,0001 * | <0,0001 * | <0,0001 * | 0,0001 * | <0,0001 * | <0,0001 * | 0,0057 * |
| | Variedad*Pigmentos | 0,0002 * | <0,0001 * | 0,2941 | <0,0001 * | <0,0001 * | <0,0001 * | <0,0001 * | <0,0001 * | 0,0472 * |
| | CV | 6,52 | 120,50 | 10,64 | 10,26 | 5,47 | 10,44 | 6,39 | 6,83 | 11,60 |

Evaluación de antioxidante

En la Tabla 13 se describen los resultados de la capacidad antioxidante de las almendras de *Theobroma cacao* L. y *Theobroma bicolor* mediante la aplicación de extracto de *Justicia spicigera*. Según la evaluación de la capacidad antioxidante utilizando el método ABTS, la adición de este extracto en diferentes dosis durante el refinado (0%, 5% y 10%) permitió mejorar significativamente la capacidad de neutralización de radicales libres presentes en la muestra, alcanzando valores de 245.50 y 180.20 μmol Equivalente a Trolox/g de cacao en "Chocolate" para las variedades *Theobroma cacao* L. y *Theobroma bicolor*, respectivamente.

Por otro lado, la capacidad antioxidante medida mediante el método DPPH mostró una diferencia estadísticamente significativa, según la prueba de rangos múltiples de Tukey ($p < 0.05$) entre las dos variedades de *Theobroma* y los tratamientos aplicados. El tratamiento con la adición de un 10% de extracto de *Justicia spicigera* en el refinado del chocolate de *Theobroma cacao* L. fue estadísticamente superior, alcanzando un promedio de 30.25 μmol Equivalente a Trolox/g de cacao. Este valor fue proporcional al contenido fenólico reportado para el mismo tratamiento, lo que confirma la efectividad de la adición del extracto en la mejora de las propiedades antioxidantes del producto final.

Capacidad antioxidante de los tratamientos de estudio

Tabla 13. Capacidad antioxidante de los tratamientos de estudio.

| Factor | | Variables | | | |
|--------------------------|--|--|---|--|---|
| Variedad | Pigmentos de <i>Justicia Spicigera</i> | (ABTS) μmol Equivalente a Trolox / g de cacao | | (DPPH) μmol Equivalente a Trolox / g de cacao | |
| Trinitario | 0 | 185,30 | | 15,50 | |
| Trinitario | 5 | 195,80 | | 28,60 | |
| Trinitario | 10 | 245,50 | | 30,25 | |
| <i>Theobroma bicolor</i> | 0 | 180,20 | | 14,20 | |
| <i>Theobroma bicolor</i> | 5 | 165,70 | | 25,10 | |
| <i>Theobroma bicolor</i> | 10 | 170,85 | | 29,50 | |
| EEM \pm | | 6,10 | | | |
| Probabilidad | Variedad | <0,0001 | * | <0,0001 | * |
| | Extracto de Justicia | <0,0001 | * | <0,0001 | * |
| | Variedad*Métodos de fermentación | 0,0001 | * | <0,0001 | * |
| | CV | 14,29 | | 2,61 | |

DISCUSIÓN

Según (11), sugiere que el aumento de la temperatura debe ser gradual para garantizar la realización de los procesos químicos y la inactivación del embrión de cacao. Es crucial mantener una temperatura adecuada que no exceda los 50°C, ya que temperaturas más elevadas podrían afectar la calidad del grano de cacao y dar lugar a una "sobre fermentación" en el licor. Por otro lado, temperaturas por debajo de 40°C no cumplirían con los requisitos necesarios para lograr una fermentación apropiada, lo que podría afectar negativamente los parámetros de calidad. En relevancia según (7) en su investigación en cacao Nacional en cajas microofermentadoras Rohan que una temperatura inicial adecuada es 28°C por lo tanto no debe ser superior a 50°C, guardando relación con la presente investigación.

(12) En la fase de postcosecha, se observa una disminución progresiva de los sólidos solubles (°Brix) con el tiempo. Esto se atribuye a la actividad de los microorganismos durante la fermentación, ya que consumen los azúcares, contribuyendo así a mantener un proceso de fermentación apropiado y preservar la calidad de la almendra de cacao. Los autores (13) en su estudio indican que un pH adecuado debe estar en un rango inicia de 3.0 y llegar a 5,5 para que se desarrolle los precursores de sabores.

(13) indica que las cajas micro fermentadores en cajas de maderas blancas tipo Rohan permite al desarrollo de precursores de aroma, lo que evita que se contamine los granos de cacao, (14) al realizar su investigación en la fermentación de cacao en cajas de madera blancas encontró que en la evaluación de las propiedades sensoriales del licor de cacao elaborado artesanalmente los cuales encontraron los valores a cacao los cuales son similares al presente estudio y a su vez a desarrollar notas sensoriales adecuadas, además el color marrón se debe al proceso oxidativo.

Según (15) el tipo de fermentación aplicado en la postcosecha de las almendras de cacao determinará la calidad sensorial desarrollando aroma, sabor, color resultante del licor de cacao, empezando por una fermentación microbiológica donde tiene una activad de transformación de procesos químicos para obtener un licor de cacao.

Con respecto a lo encontrado por (16), en los estudios elaborados asegura que los valores tienden a variar por las condiciones ambientales o la influencia del secado lo cual puede quedar atrapados una mayor cantidad de ácidos volátiles.

La investigación realizada por (17) al evaluar el efecto del procesamiento de cacao negro en el contenido y actividad antioxidantes de compuestos fenólicos, obtuvieron como resultado que chocolate negro tuvieron el mayor contenido (112,39mg GAE/g muestra seca); en comparación del estudio realizado por (18) desarrollo de chocolate oscuro con nibs de cacao fermentado y no fermentado: polifenoles totales, antocianinas , capacidad antioxidante y evaluación sensorial al efectuar una comparación de la capacidad antioxidante de un chocolate amargo con nibs fermentados y no fermentados obtuvo como resultados una mayor capacidad antioxidante

mediante la utilización del método de ABTS comparados con el método de DPPH, describiendo una mayor capacidad en el cacao sin nibs con 0,075 mg/ml con nibs fermentados un promedio de 0.072 mg/ml.

La capacidad antioxidante está asociada a la presencia de compuestos fenólicos que ejercen su acción a través del rompimiento de la reacción en cadena de los radicales libres por donación de un átomo de hidrógeno y estos antioxidantes reaccionan con los radicales utilizados como estándar

CONCLUSIONES

La presente investigación se inició con el objetivo la utilización de pigmentos de (*Justicia spicigera*) en chocolate con dos variedades de theobroma: theobroma bicolor y theobroma cacao de la variedad trinitario, con el fin de determinar la aceptabilidad del producto final, esto se observó en el panel de catadores entrenados, donde la variedad que mostró mayor aceptabilidad fue aquella que incluía un 10% de pigmentos de *Justicia spicigera*. La utilización de este extracto, una materia prima poco común en la industria chocolatera resultó ser factible.

Los resultados de la comparación de la capacidad antioxidante entre los diferentes tratamientos mostraron una mejora significativa en los granos fermentados en sacos. Los valores obtenidos mediante el método ABTS alcanzaron los 245.50 μmol Equivalente a Trolox/g de cacao (con la adición del 10% de extracto de *Justicia spicigera*), mientras que el método DPPH mostró una superioridad en el tratamiento que incluyó un 10% del extracto, con un total de 30.25 μmol Equivalente a Trolox/g de cacao. Los análisis físicos entre las dos variedades de *Theobroma* fueron relativamente similares, lo que refuerza el potencial de aprovechar ambas variedades para la elaboración de productos no tradicionales y funcionales.

Se recomienda realizar nuevas investigaciones enfocadas en analizar el perfil nutricional del licor de cacao, considerando su inclusión en la dieta humana. Además, sería relevante explorar el uso de microorganismos eficientes o extractos de frutas, junto con la adición de *Justicia spicigera* en etapas como el conchado, para evaluar tanto los aspectos químicos como las propiedades organolépticas de los productos finales. Esto podría abrir nuevas oportunidades en la creación de productos alimenticios más saludables y atractivos para el mercado.

CONTRIBUCIONES DE AUTOR

Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, supervisión, validación, redacción -borrador original, redacción -revisión y edición: Vásquez-Cortez, L. H*., Rodríguez-Cevallos S. L, Villamarín-Barreiro J. Á, Jaime-Fabián V. C.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios Padre y al equipo de investigación, este proyecto se ejecutado a partir del Proyecto Salvemos al Cacao *Theobroma bicolor* y mitigación de cadmio y mejoramiento de Postcosecha.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Souza P, Moreira L, Sarmento D, Costa F. Cacao—Theobroma cacao. Exot Fruits. 2018;9(2):69–76.
2. Llerena W, Samaniego I, Vallejo C, Arreaga A, Zhunio B, Coronel Z, et al. Profile of Bioactive Components of Cocoa (*Theobroma cacao* L.) By-Products from Ecuador and Evaluation of Their Antioxidant Activity. Foods. 2023;12(13):1–18.
3. Abad A, Acuña C, Naranjo E. El cacao en la costa ecuatoriana: estudio de su dimensión cultural y económica. Estud la gestión Rev Int Adm. 2020;7:59–83.
4. Saravia S, Rodríguez A, Saravia J. Determinants of certified organic cocoa production: evidence from the province of Guayas, Ecuador. Org Agric. 2019;10:23–34.
5. Tennhardt L, Lazzarini G, Weissshaidinger R, Schader C. Do environmentally-friendly cocoa farms yield social and economic co-benefits? Ecol Econ. 2022;197(107428):1–38.
6. Perea JA, Cadena-Cala T, Herrera-Ardila J. Artículos Originales El cacao y sus productos como fuente de antioxidantes: Efecto del procesamiento The cocoa and its products as antioxidant source: Processing effect. 2019;
7. Vásquez L, Vera J, Erazo C, Intriago F. Induction of rhizobium japonicum in the fermentative mass of two varieties of cacao (*Theobroma Cacao* L .) as a strategy for the decrease of cadmium. Int J od Heal Sci. 2022;6(3):11354–71.
8. Vera F, Vera J. Resumen de principios de diseños experimentales. 1st ed. Compás G, editor. Guayaquil Ecuador; 2018.
9. Abreu G, Araujo Q, Valle R. Influencia de factores agroambientales sobre la calidad del clon de cacao (*Theobroma cacao* L.) PH-16 en la región cacaotera de Bahia, Brasil. Ecosistemas y Recur Agropecu. 2017;4(12):1–18.
10. Morales W, Vallejo C, Sinche P, Torres Y, Vera J, Anzules E. Mejoramiento de las características físico-químicas y sensoriales del cacao CCN51 a través de la adición de una enzima y levadura durante el proceso de fermentación. Rev Amaz Cienc y Tecnol. 2012;5(2):169–81.
11. Vera J, Benavides J, Vásquez L, Alvarado K, Reyes J, Intriago F, et al. Effects of two fermentative methods on cacao (*Theobroma cacao* L.) Trinitario, induced with *Rhizobium japonicum* to reduce cadmium. Rev Colomb Investig Agroindustriales. 2023;10(1):95–106.
12. Intriago F, Vera J, Vásquez L, Alvarado K. Inducción anaérobica de *Bradyrhizobium japonicum* en la postcosecha de híbridos experimentales de cacao y su mejoramiento en la calidad fermentativa. J Sci Res UTB. 2022;7(2):19–23.
13. Alvarado K, Vera J, Tuarez D, Intriago F. Fermentación de cacao (*Theobroma cacao* L.) con adición de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) y enzima (PPO's) en la disminución de metales pesados. Centrosur. 2022;2014:1–24.

14. Erazo C, Bravo K, Tuárez D, Fernández Á, Torres Y, Vera J. Efecto de la fermentación de cacao (*theobroma cacao* L.), variedad nacional y trinitario, en cajas de maderas no convencionales sobre la calidad física y sensorial del licor de cacao. *Rev Investig Talent*. 2021;8(2):42–55.
15. Vásquez L, Vera J, Alvarado K, Ochoa K, Intriago F, Naga M, et al. Calidad sensorial de cuatro cruces experimentales de cacao adicionando pasta de frutas deshidratadas. *Rev Multidisciplinaria Desarro Agropecu Tecnológico, Empres y Humanista* [Internet]. 2023;5(1):1–9. Available from: <https://dateh.es/index.php/main/article/view/112>
16. Bravo K, Tuárez D. Micro fermentación de cacao (*Theobroma cacao* L.) en cajas de madera no convencionales: impacto en la calidad del licor. 1st ed. Zambrano C, editor. Vol. 1. Quevedo-Ecuador: Universidad Técnica de Manabí; 2023.
17. Santacruz S, Mantuano A. Efecto del procesamiento de cacao en el contenido y actividad antioxidantes de compuestos fenólicos. *Espamciencia*. 2021;12(1):41–5.
18. Delgado J, Mandujano J, Reátegui D, Ordoñez E. Desarrollo de chocolate oscuro con nibs de cacao fermentado y no fermentado: polifenoles totales, antocianinas, capacidad antioxidante y evaluación sensorial. *Sci Agropecu*. 2018;9(4):543–50.

CONOCIMIENTO TRADICIONAL ASOCIADO AL USO DE LA BIODIVERSIDAD DE LA FLORA EN LA COMUNA AGUA BLANCA DEL PARQUE NACIONAL MACHALILLA DEL CANTÓN PUERTO LÓPEZ

TRADITIONAL KNOWLEDGE ASSOCIATED WITH THE USE OF FLORA BIODIVERSITY IN THE AGUA BLANCA COMMUNE OF THE MACHALILLA NATIONAL PARK OF THE PUERTO LÓPEZ CANTON

Joselin Vanessa Ponce López¹, Alex Joffre Quimis Gómez²

{ponce-joselin6992@unesum.edu.ec¹, alex.quimis@unesum.edu.ec²}

Fecha de recepción: 16/10/2024

/ Fecha de aceptación: 27/11/2024

/ Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: Las comunidades campesinas han demostrado una gestión sostenible y sabia de sus territorios, gracias a sus conocimientos y prácticas tradicionales. Con el pasar de los años, el conocimiento tradicional se ha ido desapareciendo poco a poco, debido a la falta de interés de las futuras generaciones en aprender y aplicar estos conocimientos. La presente investigación tiene como objetivo principal evaluar la continuidad del uso y manejo de la biodiversidad de flora y la posible pérdida de conocimientos tradicionales. La metodología aplicada es de carácter analítico descriptivo, incluyo trabajo de campo en la Comuna Agua Blanca ubicada dentro del Parque Nacional Machalilla, Cantón Puerto López, durante junio y julio de 2024, para ello se desarrolló un mapa de la comunidad con el uso del software QGIS. 3.0 identificando las zonas de mayor afluencia turística, además se aplicó una encuesta de 14 preguntas a los habitantes, comparando los conocimientos tradicionales del año 2023 con los del presente estudio, se incluyó la elaboración de un inventario florístico y se realizaron ocho visitas a la comunidad, entrevistando a guías locales para recopilar información sobre sus conocimientos y prácticas ancestrales relacionadas con la biodiversidad. Los resultados preliminares indican una preocupante pérdida de conocimientos tradicionales, especialmente entre los jóvenes de la comunidad, esta situación se atribuye, en parte, a la falta de espacios educativos formales que promuevan y transmitan estos saberes ancestrales. Se concluye que actualmente los jóvenes de la comunidad no presentan interés por aprender y aplicar estos conocimientos ancestrales, siendo preocupante pues existe la perdida de estas prácticas y el manejo sostenible de la biodiversidad local.

¹Instituto de Posgrado, Programa de Maestría en Gestión Ambiental, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Manabí, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0004-6997-5081>.

²Instituto de Posgrado, Programa de Maestría en Gestión Ambiental/Carrera de Ingeniería Ambiental, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Manabí, Ecuador, <https://orcid.org/0000-0001-7434-0655>.

Palabras clave: Conocimiento ancestral, diversidad, flora, uso medicinal

ABSTRACT: Peasant communities have demonstrated sustainable and wise management of their territories, thanks to their traditional knowledge and practices. Over the years, traditional knowledge has gradually disappeared, due to the lack of interest of future generations in learning and applying this knowledge. The main objective of this research is to evaluate the continuity of the use and management of flora biodiversity and the possible loss of traditional knowledge. The methodology applied is of an analytical descriptive nature, including field work in the Agua Blanca Commune located within the Machalilla National Park, Puerto López Canton, during June and July 2024, for which a map of the community was developed using the QGIS software. 3.0 identifying the areas of greatest tourist influx, in addition a 14-question survey was applied to the inhabitants, comparing the traditional knowledge of the year 2023 with that of the present study, the preparation of a floristic inventory was included, and eight visits were made to the community, interviewing local guides to collect information on their ancestral knowledge and practices related to biodiversity. The preliminary results indicate a worrying loss of traditional knowledge, especially among the young people of the community, this situation is attributed, in part, to the lack of formal educational spaces that promote and transmit this ancestral knowledge. It is concluded that currently the young people of the community do not show interest in learning and applying this ancestral knowledge, which is worrying because there is a loss of these practices and the sustainable management of local biodiversity.

Keywords: Ancestral knowledge, diversity, flora, medicinal use

INTRODUCCIÓN

Se calcula que, de las 260.000 especies de plantas existentes a nivel mundial, un 10% podría ser categorizado como medicinales, dado que se describen en tratamientos de fitoterapia, ya sean contemporáneos o históricos, por sus propiedades terapéuticas (1), se considera que los saberes acerca de las ventajas de las plantas medicinales son tradicionales, ya que han sido preservados por los ancianos de las comunidades y transmitidos de forma oral entre sus parientes (2).

El saber tradicional surge de vivencias racionales, empíricas y científicas aprendidas en el pasado, que se han transmitido como conocimientos y tradiciones, por ende, es importante subrayar que estos saberes se expresan en patrones, conceptos y prácticas que se implementan de acuerdo con las necesidades, pasándose de una generación a otra en concordancia con la naturaleza. (3).

La CEPAL (4) (La Comisión Económica para América Latina y el Caribe) argumenta que las comunidades indígenas, mediante sus saberes y costumbres ancestrales, son los verdaderos gestores de sus territorios, jugando un papel vital en la preservación de la biodiversidad y la difusión del saber ancestral, ya que han mantenido interacciones con la naturaleza a lo largo de

generaciones, creando métodos sostenibles para la gestión de los recursos naturales, aportando de manera positiva al entorno y a la diversidad biológica (5).

En la actualidad, la globalización, el cambio cultural y la desaparición de las costumbres tradicionales están debilitando este saber en numerosas comunidades, además, la ausencia de (6) reconocimiento y apreciación del saber local por parte de las instituciones científicas y los encargados de tomar decisiones frecuentemente ha conducido a su infravaloración y desconsideración, por esta razón, es imprescindible reconocer y respetar los derechos de las comunidades indígenas y locales respecto a sus conocimientos y proporcionarles un papel activo en la conservación y el uso de los recursos naturales (7).

Las comunidades nativas han evidenciado una administración consciente y sostenible de sus territorios, gracias a sus saberes y costumbres tradicionales (8), esto es particularmente relevante si se toma en cuenta que estas comunidades resguardan aproximadamente el 80% de la biodiversidad global, resaltando su relevancia en la preservación de la biodiversidad (9), entre los servicios ecosistémicos se incluyen los de suministro que incluyen alimentos, agua y medicina, y los de regulación que corresponden a los procesos de los ecosistemas, como el aire puro y la polinización, el cual son beneficios en el ámbito cultural como paisajes y valores espirituales sagrados, mientras que los de apoyo son los procesos ecológicos fundamentales como el ciclo del agua y la fotosíntesis (10).

La biomedicina, que abarca medicamentos y vacunas, se basa en gran parte en recursos naturales que están íntimamente relacionados con los saberes tradicionales (11), estos saberes tienen un valor crucial para las comunidades indígenas y locales, además de la preservación de los recursos genéticos y el progreso científico, durante la historia, los saberes tradicionales han establecido los cimientos para el progreso del pensamiento y la indagación científica (12).

Un caso evidente es la creación de fármacos indispensables, como la aspirina y la quinina, entre otros, a partir de plantas medicinales empleadas durante siglos en la medicina tradicional (13), en la actualidad, se calcula que aproximadamente el 50% de los medicamentos utilizados provienen de origen vegetal lo que resalta la relevancia de conservar y apreciar los saberes tradicionales (14).

Es importante destacar que, debido a sus conocimientos y costumbres ancestrales (15), las comunidades indígenas han probado ser custodios y gestores expertos de sus territorios, jugando un papel vital en la preservación de la biodiversidad y la difusión de saberes tradicionales, claro está, que mediante su larga relación con la naturaleza, han perfeccionado técnicas de gestión sostenible de los recursos naturales, aportando de manera significativa a la salvaguarda del medio ambiente y la conservación de la diversidad biológica (5).

Dentro de los factores más significativos para la pérdida o degradación del saber histórico local e indígena, se incluyen: el rápido aumento de la población, la emigración hacia las urbes, y la implementación de prácticas agrícolas y forestales foráneas (16), estos elementos contribuyen a intensificar esta pérdida, lo que no solo impacta a las comunidades locales, sino que también

generan repercusiones en la preservación de la biodiversidad y los ecosistemas, estos incluyen prácticas, rituales, mitos, artes y sistemas de conocimiento que evidencian este vínculo profundo con la naturaleza y su manera de interactuar con ella (17).

En Ecuador, el artículo 321 de la Constitución de la República (18) reconoce la propiedad comunitaria de los conocimientos tradicionales, además, el Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, la Creatividad y la Innovación (COESCCI) de 2016 (19), garantiza el reconocimiento de los saberes tradicionales con el objetivo de salvaguardarlos y promover una distribución justa, también existe el sui generis que salvaguarda la propiedad intelectual (20).

En la provincia de Manabí, las comunidades rurales conservan saberes tradicionales que fueron moldeados por culturas precolombinas como la Valdivia, Machalilla, Chorrera, Bahía, Guangala, Jama-Coaque, Manteña, entre otras (21), sin embargo, no existen numerosas investigaciones vinculadas al asunto, lo que demuestra un escaso interés en registrar estos conocimientos (22), en consecuencia, el objetivo principal de esta investigación fue describir las especies de flora desde el componente de uso y evaluar el sistema florístico y los usos asociados a la biodiversidad en la comuna Agua Blanca.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la Comuna Agua Blanca del cantón Puerto López, provincia de Manabí, este se encuentra ubicada a 12 km hacia el norte de Puerto López, aproximadamente a unos 5 km de distancia de la carretera principal, a continuación, se presenta el mapa de ubicación de la comuna como se muestra en la Figura 1 (23).

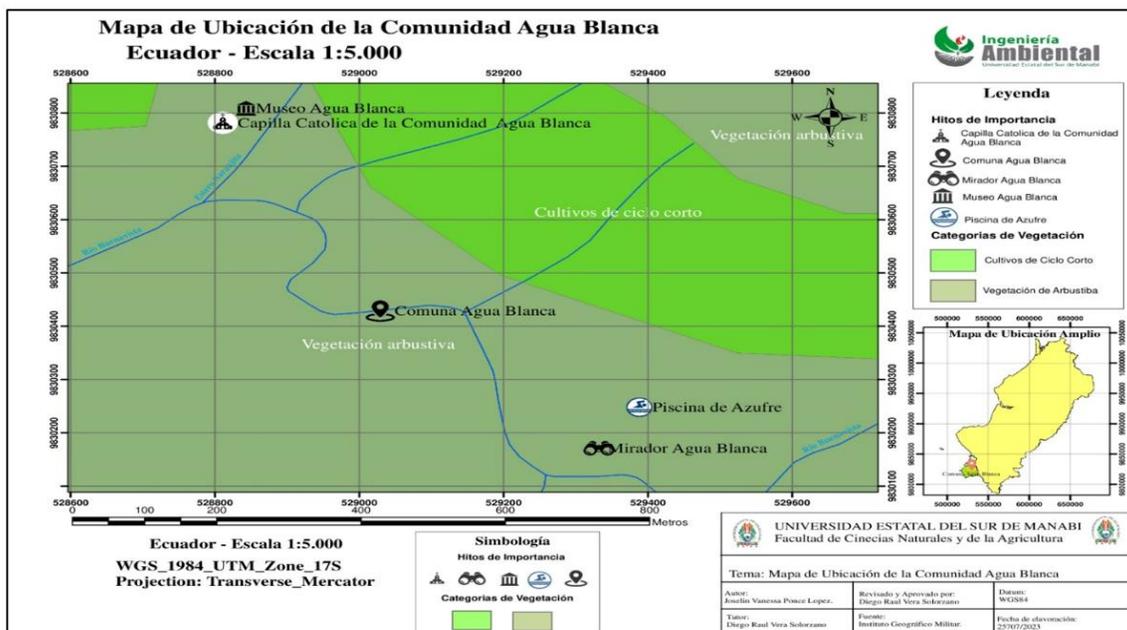


Figura 1. Ubicación de la comuna Agua Blanca.

En la actualidad, la comuna está compuesta por más de 86 familias que se dedican al turismo comunitario, la elección de la comunidad en estudio se basó en un muestreo no probabilístico o en cadena "bola de nieve", el cual es un método en el que el investigador se comunica con informantes dispuestos a proporcionar datos sobre un contexto específico para alcanzar a los posibles participantes o unidad de estudio que permite alcanzar un nivel de conocimiento.

El método escogido para llevar a cabo la investigación es descriptivo-analítico, que involucra la participación de la comuna Agua Blanca, además, se empleó un enfoque cualitativo-cuantitativo que posibilitó describir y evaluar el grado de entendimiento de la comunidad Agua Blanca en relación a la utilización y conservación de la flora; a través de la realización de entrevistas a los residentes, de esta manera, se identificaron las distintas especies, además de toda su clasificación y aplicaciones en la comunidad, mediante una entrevista semiestructurada de 14 preguntas, en la que se mantuvo un diálogo con diversos residentes de la comuna.

Además, se llevó a cabo el reconocimiento del área de trabajo en la comuna Agua Blanca, seguido de un recorrido por el bosque para identificar las plantas empleadas en la creación de medicinas caseras, esto surgió de una observación directa, centrada en interactuar con los integrantes del campo de estudio, cabe mencionar, que estas actividades llevadas a cabo facilitaron un mayor conocimiento de las interacciones con la comunidad, por ello, se llevaron a cabo múltiples visitas de campo de forma regular para conseguir información óptima, oportuna, segura y, sobre todo, efectiva sobre el tema de estudio.

Procedimiento: Describir las especies de flora desde el componente de uso en la comuna Agua Blanca. El método de campo fue elegido para lograr este objetivo, este es un enfoque de recolección de datos cualitativos orientado a entender, observar e interactuar con las personas en su ambiente natural, facilitando la identificación de las plantas más habituales en la zona, los recorridos se llevaron a cabo de manera guiada con el apoyo de residentes que componen el grupo de guianza nativa de la Comuna Agua Blanca. Se llevó a cabo una recopilación de datos utilizando la matriz de inventario florístico con todas las propiedades de cada planta empleada en la Comuna Agua Blanca, esto facilitó la identificación del nombre común, el nombre científico, la familia, los usos, y si es autóctona u originaria del área.

Procedimiento: Evaluar el sistema florístico y los usos asociados a la biodiversidad en la Comuna Agua Blanca. Para lograr este objetivo, se plantearon 14 preguntas relacionadas con el proceso de investigación efectiva, en la que se entrevistó a 40 personas dispuestas a compartir sus saberes sobre las plantas que poseen para su uso en casa, además de detallar el uso que le dan a cada una, se realizó una entrevista a individuos de alto valor histórico de la Comuna Agua Blanca, incluyendo a comuneros, guías, el presidente, mujeres artesanas, madres y padres de familia, con edades que oscilan entre los 38 y los 66 años, además de una pareja (familia Merchán) que reside en los ciriales actualmente, pero es originaria de Agua Blanca ya que tienen mucho conocimiento sobre medicina natural, finalmente, se llevó a cabo un análisis exhaustivo del valor de uso de las plantas para sus residentes y considerar la relevancia de estas para su alimentación y tratamiento de dolencias, tal como lo señala (24), que es crucial detallar

el uso y preparación de cada planta basándose en lo que los comuneros sugieren (preparación tradicional), además, se implementó el sistema de uso de Biodiversidad del Manual del Sistema de Uso de Biodiversidad, este sistema, permite comprender la relación existente entre la ‘especie’, ‘usuarios’ y ‘espacios de uso’, el cual comprende como se ve en la Tabla 1:

Tabla 1. Sistema de uso de la biodiversidad.

| Subsistema | Dimensiones | Variables | Descripción |
|-----------------|---|---|--|
| Especie | D1-Biologicos D2- Socioeconómica D3-Prácticas | A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15 | Cada variable identifica ya sea la identidad, estado poblacional, uso, distribución, ubicación, entre otros, de cada planta. |
| Usuario | D4-Socioeconómica D5-Cultura y conocimiento D6-Organización social | U1, U2, U4, U5, U7, U8, U9. | |
| Espacios de uso | D7- Características ecológicas D8: Técnicas de acceso D9- Transaccionales | U10, U11, U13, C2, C4. | |

RESULTADOS

Para la obtención de los resultados del primer objetivo se llevó a cabo visitas de campo en la comuna Agua Blanca, donde se constató que la mayoría de las plantas son utilizadas en la medicina ancestral y para la alimentación, identificándose un total de 49 plantas, pertenecientes a 29 familias, de las cuales 1 es introducida y 48 nativas.



Figura 2. Total de plantas encontradas en la comuna Agua Blanca.



◆ CONOCIMIENTO TRADICIONAL ASOCIADO AL USO DE LA BIODIVERSIDAD DE LA FLORA EN LA COMUNA AGUA BLANCA DEL PARQUE NACIONAL MACHALILLA DEL CANTÓN PUERTO LÓPEZ

Figura 3. Total de uso de las 49 plantas encontradas en la comuna Agua Blanca.

Nota: De las 49 plantas identificadas se encontraron 21 plantas utilizadas para fines medicinales, 24 para fines alimenticios, 1 para ser utilizada como insecticida, 1 utilizada para fines espirituales, 1 para fines de la agricultura y 1 no se registra su uso.

En este apartado se presentan los resultados del objetivo 2, el cual corresponde a la evaluación del sistema florístico y lo usos asociados a la biodiversidad en la comuna Agua Blanca, donde se obtuvo lo siguiente como se evidencia en la Figura 4:

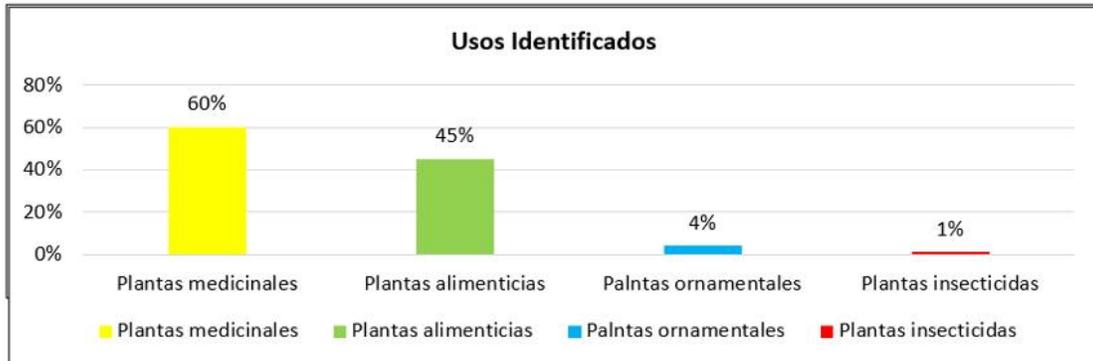


Figura 4. Uso identificado de las plantas en la comuna Agua Blanca

Nota: Del 100% de la flora identificada en la comunidad el 60% corresponde a plantas medicinales, 45% a plantas alimenticias, 4% a plantas ornamentales y el 1% a plantas insecticidas utilizados en la comuna Agua Blanca.

Tabla 2. Preparación, uso y beneficios del sistema florístico de la comuna Agua Blanca.

| Especies de flora | Localización General / Agua Blanca | Preparación | Usos y beneficios |
|---|--|--|---|
| <p>Uña de gato (<i>Uncaria tomentosa</i>)</p> <p>Planta trepadora curativa.</p> | <p>Nativa de las selvas Vírgenes de Perú / Bosque de transición.</p> | <p>Se deja secar una planta en un litro de agua dejando hervir por veinte minutos, luego dejamos reposar otros cinco minutos, procedemos a colar y bebemos una taza cada 24 horas de preferencia después de cada comida funciona para el tratamiento de la artritis. Hervir a fuego bajo por 10 minutos en un litro de agua 12g de corteza de uña de gato previamente lavado y picado en ramas finas, después de ese tiempo retirar del fuego, colar, opcional añadir miel y beber una taza de la infusión diariamente especialmente en época de cambio de temperaturas atmosféricas de calor a frío y viceversa este té ayuda a reforzar el sistema inmunológico. Lavar la raíz y las hojas procedemos a ubicarlas. Advertencia: su uso está contraindicado en personas con gastritis, embarazo y lactancia.</p> | <p>La corteza de la uña de gato sirve para hacer infusiones en forma de té ayuda a prevenir el cáncer en especial el de los huesos, la planta entera seca sirve para tratamiento de artritis. La corteza picada sirve para reforzar el sistema inmunológico, la raíz en conjunto con las hojas sirve para alivio de dolores musculares.</p> |
| <p>Espino blanco, Pata de vaca, Majuelo (<i>Crataegus oxyacantha l</i>)</p> <p>Arbusto espinoso.</p> | <p>Europa, Noroeste de África y Asia Occidental / Bosque de transición - Estero de la jigua.</p> | <p>En la comuna se extrae la flor cuando está a punto de brotar en forma de botón ya que sus propiedades son más altas en este tiempo, se procede a dejarlas secar en un lugar sombreado sobre un periódico, colocar las flores secas sobre una taza añadir agua hervida tapar y dejar reposar durante cinco minutos, pasar la infusión por un colador a otro recipiente y beber durante ocho semanas máximo y descansar por al menos dos semanas para volver a consumir la bebida. La flor de la misma forma se puede mezclar con valeriana o lavanda para el sistema nervioso e insomnio. Advertencia: No consumir por tiempo prolongado podría resultar tóxico para el corazón y el sistema respiratorio, se recomienda mantener un buen descanso unos días antes de iniciar el tratamiento, no es apto para niños, mujeres embarazadas y lactancia.</p> | <p>Las flores ayudan a la salud del corazón, la circulación, calma los nervios, reducir el estrés o la ansiedad.</p> |
| <p>Guayaba agria (<i>Psidium araca</i>)</p> <p>Árbol 10m de altitud.</p> | <p>América tropical, Sur de México, Caribe, Brasil, Norte de Argentina / Bosque Húmedo</p> | <p>Se extrae el zumo del fruto, lo exprimen en un recipiente para beberlo como jugo sin mezclarlo ni cocinarlo ya que si se cocina pierde la vitamina C, no usar azúcar refinada preferiblemente usar miel de abeja.</p> | <p>Su fruto es depurativo, laxante, recomendable para diabéticos, personas hipertensas, enfermedades del corazón, también ayuda a tratar casos de anemia es revitalizante para los músculos agotados, es más beneficioso tomarla en las mañanas.</p> |

◆ CONOCIMIENTO TRADICIONAL ASOCIADO AL USO DE LA BIODIVERSIDAD DE LA FLORA EN LA COMUNA AGUA BLANCA DEL PARQUE NACIONAL MACHALILLA DEL CANTÓN
PUERTO LÓPEZ

| | | | |
|---|--|--|--|
| <p>Espino blanco, Pata de vaca, Majuelo (<i>Crataegus oxyacantha l</i>)</p> | <p>Europa, Noroeste de África y Asia Occidental / Bosque de transición - Estero de la jigua.</p> | <p>En la comuna se extrae la flor cuando está a punto de brotar en forma de botón ya que sus propiedades son más altas en este tiempo, se procede a dejarlas secar en un lugar sombreado sobre un periódico, colocar las flores secas sobre una taza añadir agua hervida tapar y dejar reposar durante cinco minutos, pasar la infusión por un colador a otro recipiente y beber durante ocho semanas máximo y descansar por al menos dos semanas para volver a consumir la bebida. La flor de la misma forma se puede mezclar con valeriana o lavanda para el sistema nervioso e insomnio. Advertencia: No consumir por tiempo prolongado podría resultar tóxico para el corazón y el sistema respiratorio, se recomienda mantener un buen descanso unos días antes de iniciar el tratamiento, no es apto para niños, mujeres embarazadas y lactancia.</p> | <p>Las flores ayudan a la salud del corazón, la circulación, calma los nervios, reducir el estrés o la ansiedad.</p> |
| <p>Arbusto espinoso.</p> | | | |
| <p>Guayaba agria (<i>Psidium araca</i>) Árbol 10m de altitud.</p> | <p>América tropical, Sur de México, Caribe, Brasil, Norte de Argentina / Bosque Húmedo</p> | <p>Se extrae el zumo del fruto, lo exprimen en un recipiente para beberlo como jugo sin mezclarlo ni cocinarlo ya que si se cocina pierde la vitamina C, no usar azúcar refinada preferiblemente usar miel de abeja.</p> | <p>Su fruto es depurativo, laxante, recomendable para diabéticos, personas hipertensas, enfermedades del corazón, también ayuda a tratar casos de anemia es revitalizante para los músculos agotados, es más beneficioso tomarla en las mañanas.</p> |
| <p>Suelda con Suelda (<i>Catasetum expansum</i>)</p> | <p>Ecuador / Bosque de transición</p> | <p>Se procede a rallar la raíz tierna, luego la ponemos en un colador hasta extraer un tipo aceite o juguito se coloca sobre fracturas, golpes o zafaduras.</p> | <p>La raíz tiene un aceite que ayuda a sanar dolencias musculares o con los huesos.</p> |
| <p>Planta epifita</p> | | | |

◆ CONOCIMIENTO TRADICIONAL ASOCIADO AL USO DE LA BIODIVERSIDAD DE LA FLORA EN LA COMUNA AGUA BLANCA DEL PARQUE NACIONAL MACHALILLA DEL CANTÓN
PUERTO LÓPEZ

| | | | |
|---|--|---|--|
| <p>Ajo de oso (<i>Allium ursinum</i>) Planta bulbosa y herbácea</p> | <p>Suiza, Austria, Alemania / Bosque húmedo</p> | <p>Para la cocina las hojas se recomienda usar un pañito ponerlas dentro y humedecerlas en caso de que se las quiera preservar más tiempo continuando a guardarlas en la nevera, al momento de usarlas lavarlas, trocearlas y añadirlas a la comida que deseemos, en el uso medicinal pues se usan los bulbos opcionales con el tallo se prepara en infusión y se bebe en forma de té.</p> | <p>Las hojas sirven de alimento para condimentar las comidas, los bulbos las hojas frescas y como ingrediente opcional el tallo, sirven para prevención de tumores malignos, gastritis, fortalecimiento del cuerpo, desinfectante, tratar el colesterol, repelente de insectos, desintoxicante del cuerpo.</p> |
| <p>Caña Agria (<i>Costus spicatus</i>) Hierba de 1 a 2 m de altura no ramificado</p> | <p>Trópico Mexicano, Centroamérica, Sudamérica (Colombia, Ecuador, Perú) y la región caribeña. / Bosque húmedo</p> | <p>La caña se machaca, se extrae solo el líquido dejándolo serenar toda la noche, opcional se puede añadir naranja agria, en caso que no se mezcle con la naranja se coloca una cucharada de jugo de la caña en un vaso con agua en forma de té, se procede a beber en las mañanas en ayuna hasta que se vea mejoría, las hojas también las podemos usar secas se lavan, procedemos a hervir beber en forma de té por las noches, además se pueden preparar tres tallos mezclados con sábila en forma de infusión, para un litro de agua sirve para el mal de orín. En caso de fiebre se puede extraer el zumo del tallo pelado, el cual lo mezclamos con agua. Advertencia: no beber en exceso ni tomar las personas que sufren de presión arterial baja ya que podría causar desmayos.</p> | <p>La caña machacada en conjunto con la sábila sirve para las infecciones en las vías urinarias, el extracto de la caña en conjunto con naranja agria sirve para los cálculos en los riñones y limpiar el hígado, para la fiebre nos sirve el zumo de la caña pelada y las hojas sirven como regulador de presión arterial alta, el zumo del tallo tierno es útil como colirio para las infecciones de los ojos, estas gotas se pueden aplicar directamente.</p> |
| <p>Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) Árbol hasta 10m de altura</p> | <p>México / Rivera del río</p> | <p>Las semillas verdes las ubicamos en cocina varios fragmentos de algarrobo en un litro de agua durante 30 minutos, las semillas verdes recogerlas todos los días un pedacito de algarrobo verde y restregar la parte húmeda interna por la verruga.</p> | <p>Las semillas sirven de laxante en caso de estreñimiento, estimulante de riñones, antioxidante natural y los frutos verdes sirven para hacer desaparecer verrugas.</p> |
| <p>Palo Santo (<i>Bursera graveolens</i>)</p> | <p>Sudamérica Perú, Brasil, Ecuador / Bosque seco</p> | <p>Los chamanes Incas lo usaban en rituales religiosos – espirituales como herramienta para atraer la buena suerte, alejar la negatividad y conseguir una mejor comunicación con sus Dioses. En la comuna se le da infinidad de usos para obtener su aceite se lo prepara en un laboratorio que se encuentra dentro de la comuna donde en un lugar al aire libre se saca el aserrín de la madera del palo santo hembra y este se lleva hasta el laboratorio en una olla de presión entre 80 a 90 grados centígrados por un tiempo de 3 a 4 horas luego por un tipo embudo con 2 divisiones se separa el agua del aceite, finalmente se ubica el aceite en recipientes aparte para sus diferentes usos, cabe mencionar que el palo santo hembra se lo reconoce cuando ya ha cumplido su ciclo de vida ya que este queda en pie y por dentro tiene un tipo corazón, a diferencia del macho que se vuelve polvo.</p> | <p>El aceite se usa para dar masajes para tratar el estrés, dolores musculares, ayuda a la activación del sistema linfático, el incienso de palo santo sirve para alejar los mosquitos, también para tratar migraña, dolores musculares, limpiezas espirituales.</p> |

◆ CONOCIMIENTO TRADICIONAL ASOCIADO AL USO DE LA BIODIVERSIDAD DE LA FLORA EN LA COMUNA AGUA BLANCA DEL PARQUE NACIONAL MACHALILLA DEL CANTÓN
PUERTO LÓPEZ

| Peralillo. | | | |
|---|---|--|--|
| <i>(Vallesia glabra)</i> Arbusto | América tropical / Bosque seco | Las hojas las usan en rituales para curar el mal de ojo en conjunto con puro o caña manabita y ruda. | Las hojas sirven para sus rituales espirituales. |
| Cascarilla Quina <i>(Cinchona officinalis)</i> Árbol | Bosque nublado de los Andes y Norte de Perú / Bosque húmedo | Aplicar el líquido de la corteza sobre la herida, ayuda a desinfectar y cicatrizar, para afecciones se prepara una infusión con una cucharada de polvo de raíz de quina por cada medio litro de agua hirviendo, debe estar en el fuego por quince minutos, luego se bebe fría durante el día. Para el dolor de cabeza, fiebre, calambres masticar un trozo de cáscara por unos minutos luego beber agua. Para la caída del cabello, caspa, seborrea se preparar con medio litro de agua ardiente de aguardiente, una cucharadita pequeña de sal y dos gramos de corteza de quina, se coloca todo en un recipiente tapado dejando macerar durante quince días. Es de mucha importancia ir revolviendo la mezcla para mejor consistencia, una vez pasado dicho periodo sacamos el producto y se procede a realizar masajes en la cabeza por tres minutos, es recomendable que se lo realice antes de dormir. | Líquido de la corteza ayuda a desinfectar y cicatrizar heridas, polvo de raíz para tratar afecciones como paludismo, malaria y cólicos menstruales, la cáscara sirve para el dolor de muela, fiebre, dolor de cabeza, calambres, la corteza para la caída del cabello, caspa y seborrea. |
| Cerezo <i>(Prunus avium)</i> Árbol | Europa, Occidente Asiático / Bosque Seco | En infusión se necesita cincuenta gramos de flores secas de cerezo, un litro de agua, hervir por quince minutos, pasado ese tiempo dejar reposar por nueve minutos, luego se cuele y está lista para servir, opcional endulzar con miel. | Las hojas ayudan a tratar artritis, reumatismo, cicatriza heridas abiertas, granos espinillas, favorece la digestión, mejora la circulación. |
| Barbasco <i>(Lonchocarpus utilis)</i> Árbol | Amazonía / Bosque seco | La fruta es amarilla en forma de peña por medio de una moledora especial la procesan para extraer la pulpa, la cual la envasan en un recipiente a conservar con dos químicos conservantes, después se lo ubica en una marmita, después se lo pasa a moldes con glicerina opcional se le añade miel o aceite de palo santo. La fruta verde también la comercializan a las camaroneras ya que sirve como insecticida. | La fruta y semilla sirven de detergente natural y de insecticida para uso externo. |
| Albahaca <i>(Ocimum basilicum)</i> | Asia / Bosque seco | Se prepara en infusión las hojas y el tallo en un litro de agua, se deja reposar por cinco minutos y se bebe durante el día, también se pueden agregar sus hojas a las comidas para condimentar. | Sus hojas y tallo sirven para aliviar dolores menstruales, estomacales, inapetencia, resfriados. |

◆ CONOCIMIENTO TRADICIONAL ASOCIADO AL USO DE LA BIODIVERSIDAD DE LA FLORA EN LA COMUNA AGUA BLANCA DEL PARQUE NACIONAL MACHALILLA DEL CANTÓN
PUERTO LÓPEZ

| | | | |
|--|------------------------------------|---|--|
| Herbácea | | | |
| Jaboncillo <i>(Quillaja saponaria)</i> | Chile / Bosque seco | Añadimos cinco gramos de hojas y corteza desmenuzada, una taza de agua hervida, procedemos a beber dos o tres tazas al día, trata la tos y la bronquitis. Hervir dos cucharaditas de corteza desmenuzada durante diez minutos en medio litro de agua y esto sirve para lavar heridas. También para tratamiento de seborrea, debemos dejar remojando la corteza en dos litros de agua toda la noche, después agregamos agua caliente y lavamos el cabello. | Las hojas y la corteza ayudan a tratamientos de afecciones respiratorias, tratamientos de seborrea y sirven de cicatrizante natural. |
| Árbol | | | |
| Menta <i>(Mentha x piperita)</i> | Europa / Bosque seco | Las hojas y flores en un litro de agua se ponen a hervir durante quince minutos, luego se deja reposar durante otros cinco minutos y se bebe durante el día. | Las hojas y Flores sirven para aliviar mal estar estomacal, antiparasitario y cefalea. |
| Herbácea | | | |
| Oreganito <i>(Origanum vulgare)</i> | Turquía / Bosque seco | Se usan sus hojas para condimentar comidas, se usan de veinte a treinta gramos en un litro de agua hirviendo y se bebe. | Sus hojas tienen propiedades digestivas, ayudan a eliminar gases intestinales, sirve de estimulante biliar y funciona como tónico estomacal, también alivia dolores musculares. |
| Herbácea | | | |
| Hierba Buena <i>(Mentha sativa)</i> | Europa, África, Asia / Bosque seco | Sus hojas sirven para condimentar comidas, usar veinte gramos en un litro de agua hervida dejar reposar por cinco minutos y beber. | Sus hojas son de utilidad para la digestión, cólicos estomacales, relajante. |
| Herbácea | | | |
| Ruda <i>(Ruta graveolens)</i> | Europa / Bosque seco | Se procede a hervir una taza de agua, luego sacamos del fuego y añadimos una cucharada de hojas secas dejamos reposar por cinco minutos y bebemos, también sirve para curar el mal de ojo como limpieza energética en combinación con la hierbabuena, menta y puro, sin embargo, tienen la creencia de ubicarlas a las entradas de las casas para alejar las malas energías. | Las hojas son beneficiosas para limpiezas espirituales, regula la menstruación disminuye los cólicos menstruales, ayuda a expulsar lombrices. Se prohíbe su uso en embarazo ya que induce al aborto, tampoco la pueden usar las personas con problemas en los riñones. |
| Arbusto | | | |
| | | Las semillas de una a tres se mezclan en dos litros de agua y se beben durante el día, para la bronquitis se machaca las hojas, se ciernen, luego se mezcla en partes iguales | Las semillas ayudan a combatir el estreñimiento, las hojas son útiles en caso de |

◆ CONOCIMIENTO TRADICIONAL ASOCIADO AL USO DE LA BIODIVERSIDAD DE LA FLORA EN LA COMUNA AGUA BLANCA DEL PARQUE NACIONAL MACHALILLA DEL CANTÓN
PUERTO LÓPEZ

| | | | |
|---|--|--|---|
| Llantén (<i>Plantago major</i>) Herbácea | Europa, Asia / Bosque húmedo | con miel disolviéndolo a baño maría y se procede a tomar cuatro cucharadas al día. | afecciones respiratorias como bronquitis. |
| Piñon (<i>Bromelia Karatas</i>) | México, centroamérica / Bosque seco | Se prepara un jugo de quince a veinte frutos pelados y molidos con azúcar, se deja concentrar de un día para otro, luego se exprime el jugo y se bebe mezclado con leche de coco. Los frutos maduros se pueden comer directamente ya que tienen la propiedad de matar lombrices. | Su fruto es desparasitante y diurético. |
| Verbena (<i>Verbena litoralis</i>) Herbácea | Latinoamérica / Bosque húmedo | Hervir medio litro de agua, sacar del fuego y poner las hojas en el agua por cinco minutos luego retirar y beber. | Sus hojas con ayudantes a tratar la cefalea, depresión, fiebre, afecciones respiratorias como dolor de garganta mucosidad. |
| Naranja Agria (<i>Cytrus x aurantium</i>) Árbol | Asia / Bosque seco | Exprimir cinco naranjas en un litro de agua y endulzar con miel, no se recomienda cocinarlas ya que perderían sus nutrientes. | La fruta acelera el metabolismo, reduce grasa corporal, alivia enfermedades respiratorias, colitis. |
| Orégano orejón (<i>Plectranthus amboinicus</i>) Herbácea | Sudáfrica / Huertos, bosque seco | Hervir dos litros de agua cuatro hojas de orégano seco dejar hervir por tres minutos dejar reposar por cinco minutos servirlo caliente o frío luego endulzar con miel. Para la flema y la tos se bebe de mañana y de noche, para la otitis se lava la hoja se deja secar luego se pasa sobre la llama del fuego hasta ver cómo cambia de apariencia húmeda luego se quita del fuego y se deja caer de dos a cuatro gotitas del zumo del orégano sobre el oído enfermo y el resto se extrae en la parte externa del oído. | Es beneficioso para fiebres muy altas ayuda a desintoxicar el hígado, en antiinflamatorio, ayuda a la circulación sanguínea, elimina el estreñimiento, incluso en la otitis o infección de oído también es utilizada. |
| Guayaba (<i>Psidium guajava</i>) | América Central, América del Sur / Bosque Húmedo | La fruta entera, con corteza pulpa y semillas son comestibles se usa en lo alimenticio ya que son nutritivas para ingerirla solo se lava muy bien la fruta y está lista para comerla, para la diarrea trocear 8 guayabas ponerlas en medio litro de agua proceder a licuar pasar por un colador y luego poner medio litro de agua más y beber durante el día. | Su fruto en forma de jugo sirve para quitar la diarrea y su fruto entero tiene propiedades nutritivas para la salud del cuerpo, en especial con el sistema digestivo. |

◆ CONOCIMIENTO TRADICIONAL ASOCIADO AL USO DE LA BIODIVERSIDAD DE LA FLORA EN LA COMUNA AGUA BLANCA DEL PARQUE NACIONAL MACHALILLA DEL CANTÓN
 PUERTO LÓPEZ

| Árbol | | | |
|------------------------------|--|--|--|
| Ciruela Fraile | | | |
| <i>(Bunchosia armeniaca)</i> | Selvas bajas desde Ecuador hasta Bolivia / Bosque seco. | Solo se come su fruto, alivia el estreñimiento y facilita el tránsito intestinal. | Su fruto elimina el estreñimiento facilitando el tránsito intestinal. |
| Árbol | | | |
| Guaba | | | |
| <i>(Inga edilus)</i> | Brasil, Ecuador, Venezuela, Honduras, entre otros. / Bosque Húmedo | La guaba se consume directamente la pulpa del fruto tipo vaina, el cual se abre y nos encontramos con pepas envueltas por una tela esponjosa blanca extraemos la pepa separándola de la pulpa y consumimos la parte blanca. | Su fruto es beneficioso para la salud ocular, el colesterol alto, ayudan a prevenir la osteoporosis ya que son fuente de calcio. |
| Árbol | | | |
| Limón | | | |
| <i>(Citrus limón)</i> | Este de la región de Himalaya en la India / Bosque seco | Se prepara en jugos en un litro de agua se agrega exprimen de cinco a ocho limones endulzados con miel. En ayunas vierte en un vaso de agua tibia el zumo de un limón mezclar sin ningún tipo de endulzante esto beber en ayunas. El zumo de limón mezclado con bicarbonato ayuda a eliminar las manchas de la piel. | El jugo de limón ayuda a fortalecer el sistema inmunitario; Beber el zumo de limón en ayuda a eliminar toxinas y limpiar el hígado. Mejora la digestión; Limón y bicarbonato para eliminar manchas de la piel. |
| Limón | | | |
| Mandarina | | | |
| <i>(Citrus reticulata)</i> | Suroeste de China / Bosque seco | Se quita la cáscara y se come la futa de gajo en gajo, en jugos en ayuda se agrega un litro de agua se agregan diez mandarinas maduras sin cáscara, se licua luego se cierne se mezcla sin endulzantes y se bebe un vaso en ayunas y el resto a lo largo del día. | La futa fortalece el sistema inmunológico, reduce la posibilidad de padecer de cálculos renales, regula el nivel de insulina en sangre ayuda en las personas diabéticas. |
| Árbol | | | |
| Limon mandarina | | | |
| <i>(Citrus x limonia)</i> | India / Bosque seco | Se prepara de cuatro a seis limones mandarinas se licua en medio litro de agua se cierne y se agrega medio litro de agua más con miel se mezcla y se bebe un vaso en ayunas y el resto a lo largo del día | La fruta en jugo o sola fortalece el sistema inmunológico, sirve de antioxidante y en ayunas ayuda a la pérdida de peso. |
| Árbol | | | |
| Yuca | | | |
| <i>(Manihot esculenta)</i> | Norte de América del Sur / Bosque seco | Se quita la corteza del tubérculo se parte por la mitad quitando en el centro un tipo raíz luego se lava y se pone a hervir, en conjunto con la comida que se desee preparar. | El tubérculo sirve para acompañar las comidas en diferentes preparaciones. |
| Arbusto | | | |

◆ CONOCIMIENTO TRADICIONAL ASOCIADO AL USO DE LA BIODIVERSIDAD DE LA FLORA EN LA COMUNA AGUA BLANCA DEL PARQUE NACIONAL MACHALILLA DEL CANTÓN
PUERTO LÓPEZ

| | | | |
|---|--|---|---|
| <p>Caña de azúcar <i>(Saccharum officinarum L.)</i></p> | Nueva Guinea / Bosque seco | Se extrae la caña se quita la corteza y esta se corta en varios turrone y se mastica de forma directa. O se puede hacer jugos cortándola en pequeños trozos licuarla en medio litro de agua cernir y agregar medio litro más y beber | Su jugo sirve de antioxidante, favorece la circulación sanguínea, protege contra las caries dentales. Comer la caña sin corteza ayuda a quitar la resaca. |
| <p>Pechiche <i>(Vitex gigantea)</i></p> <p>Árbol</p> | Panamá, Perú / Bosque Húmedo | Solo se come la fruta hasta que solo quede la semilla y se bota, esta planta da flores y frutos en meses de septiembre y octubre. | Su fruta es antioxidante. |
| <p>Cilantro <i>(Coriandrum sativum)</i></p> <p>Herbácea</p> | Mediterráneo, América Latina / Huertos | Se utiliza para condimentar comidas. | Tiene propiedades antioxidantes. |
| <p>Cilantro de pozo <i>(Adiantum capillus - veneris)</i></p> <p>Herbácea</p> | Europa, América Tropical / Huertos | Se pone a hervir con sopas o estofados sirve de condimento de comidas. | Tiene propiedades que combaten el resfriado. |
| <p>Hierbabuena <i>(Mentha psicata)</i></p> <p>Herbácea</p> | Europa, África, Asia / Huertos. | Infusión de té machacar cuatro a cinco hojas y ponerlas en agua hirviendo 2 minutos luego cernir y beber frio o caliente. Para la tos poner 4 hojas secas en medio litro de agua hirviendo tapar por 5 minutos cernir y beber durante el día hasta que vea mejoría. | Las infusiones ayudan a la tos, antiinflamatorio, analgésico, gases problemas digestivos, dolores menstruales, mareos, vómitos. |
| <p>Albahaca <i>(Ocimum basilicum)</i></p> <p>Herbácea</p> | India / Bosque seco | Se usan de diez a quince hojas lavadas las más verdes poner a hervir también se pueden usar hojas secas, en una olla hirviendo el jugo de dos limones y las hojas de albahaca cernir servir y endulzar con miel. Las hojas también las usan en comidas como el menestrón. | Las infusiones ayudan al tratamiento de gastritis y gases. |
| <p>Aguacate <i>(Ananas comosus)</i></p> <p>Árbol</p> | Coxcatlán / bosque húmedo | La fruta se extrae la pulpa y se come en ensaladas, de preferencia cuando esté verde y se sienta un poco blando, no se debe comer cuando la piel esté ennegrecida. | Reduce el colesterol malo en sangre y aumenta colesterol bueno, ayuda a evitar la resistencia a la insulina, mejora la digestión. |

◆ CONOCIMIENTO TRADICIONAL ASOCIADO AL USO DE LA BIODIVERSIDAD DE LA FLORA EN LA COMUNA AGUA BLANCA DEL PARQUE NACIONAL MACHALILLA DEL CANTÓN
PUERTO LÓPEZ

| | | | |
|--|--|---|--|
| Piña (<i>Ananas comosus</i>) | Sur de Brasil, Paraguay / Bosque seco | Hervir en un litro de agua cuando este hirviendo se agrega la cascara de piña lavada dejar hervir por cinco minutos y cernir, beber sin endulzar. | La cascara de piña previene enfermedades cardiacas, diabetes, alzhéimer, por otro lado, la piña es rica en vitamina C, disminuye la hinchazón abdominal. |
| Bromelias | | La fruta se come directamente o se prepara en jugos. | |
| Maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>) | Trapezio Amazónico / Bosque seco | Se puede comer directamente abriendo la fruta por la mitad y comiendo su pulpa con semillas con una cuchara o se pone de tres a cinco maracuyás en la licuadora con medio litro de agua se licua por 15 segundos se cierne y se agrega medio litro más de agua endulzar con miel. | Previene el estreñimiento, reduce colesterol en sangre, ayuda al control en sangre en personas diabéticas. |
| Enredadera de ciclo corto | | | |
| Ají (<i>Capsicum frutescens</i>) | Áreas tropicales y subtropicales de América / Bosque seco | Varios ajíes cilantro agua ajos licuar por un minuto y servir se usa para condimentar comidas | Se desconoce algún beneficio medicinal o al cuerpo según comuneros de agua blanca. |
| Herbácea | | | |
| Mamey (<i>Pouteria sapota</i>) | México, Centroamérica / Bosque húmedo | Se consume la fruta madura que tenga un color café un poco blanda su textura o en jugos, añadiendo 3 frutas en medio litro de agua, licuar, añadir medio litro más y servir no endulzar | Ayuda a la salud digestiva la salud cardiovascular, retarda el proceso de envejecimiento, anticancerígeno, beneficios para una piel más sana. |
| Árbol | | | |
| Achiote (<i>Bixa orellana</i>) | América / Bosque húmedo | Las semillas se cosechan cuando el fruto está seco se abre y se extraen las semillas rojas sirve para dar color a las comidas, se ponen a calentar semillas con aceite y botan un color rojizo. | Sirve para dar color a las comidas. |
| Árbol | | | |
| Noni (<i>Morinda citrifolia</i>) | Sureste Asiático / Bosque seco | Para jugos de noni las frutas deben estar de color amarillo bastante pálido, necesitamos de tres a cuatro luego se lavan y se secan luego licuar durante un minuto cernir mezclar con medio litro de agua y beberlo. | Actúa como antiinflamatorio, analgésico, sistema inmunológico, circulación, previene el cáncer, reduce triglicéridos y el colesterol sanguíneo, controla la diabetes, ayuda al sistema digestivo, poder antioxidante |
| Árbol | | | |

◆ CONOCIMIENTO TRADICIONAL ASOCIADO AL USO DE LA BIODIVERSIDAD DE LA FLORA EN LA COMUNA AGUA BLANCA DEL PARQUE NACIONAL MACHALILLA DEL CANTÓN
PUERTO LÓPEZ

| | | | |
|-----------------------------------|---|---|---|
| Hierba Luisa | | | |
| <i>(Cymbopogon citratus)</i> | América del Sur / Bosque seco | Beber media hora antes de dormir tomar hojas de hierba luisa y añadir en el agua hirviendo por cinco minutos luego dejar reposar y beber. | Antiestrés Antiinflamatoria, dolores de estómago, indigestión, relajante, dolor de garganta, ayuda a expulsar la flema o mucosidades. |
| Herbácea | | | |
| Ceibo | | | |
| <i>(Ceiba trinchistandra)</i> | América, Argentina, Uruguay, Brasil, Paraguay / Bosque Seco | Ahora no es permitido usar el ceibo ya que es una especie protegida, sin embargo, hay un testimonio de vida de un comunero de cuál era el uso que se le daban sus ancestros. | Su algodón era usado para rellenar colchones y almohadas. |
| Árbol | | | |
| Neem | | | |
| <i>(Azadirachta indica)</i> | Bosque seco de Myanmar / Bosque seco y alrededor del museo | Las hojas se ponen a hervir en agua luego se vierten en un tacho y se deja reposar toda la noche y al día siguiente sirve para fumigar plantas como el maíz. | Es de uso insecticida. |
| Árbol | | | |
| Lengua de suegra | | | |
| <i>(Dracaena trifasciata)</i> | Oeste tropical / Bosque húmedo | Sirven para decorar el hogar y como purificadora de aire, según comuneros aleja las malas energías y atrae la buena suerte. | Uso espiritual, decorativo, purificadora de aire. |
| Semisuculenta | | | |
| Árbol de porotillo | | | |
| <i>(Erythrina velutina willd)</i> | Brasil, Perú, Ecuador / Bosque seco | Sus hojas sirven como abono para la agricultura cuando caen se las recoge y se las mezcla con tierra. | Sirve de abono para la agricultura. |
| Sábila | | | |
| <i>(Aloe vera)</i> | África / Bosque seco | Cortar hojas de aloe vera cortar las espinas laterales remojar en agua por veinticuatro horas para retirar el yodo luego retirar las hojas del agua y extraer la pulpa de las hojas, dos sábilas por un litro de agua licuar el agua y el cristal, añadir miel y el jugo de dos limones y beber. También se usa de forma directa sobre heridas para cicatrización o sobre el rostro para el acné. | Hidrata, tonifica, cicatriza, antiinflamatorio, acné. |

Fuente: Comuna Agua Blanca.

◆ CONOCIMIENTO TRADICIONAL ASOCIADO AL USO DE LA BIODIVERSIDAD DE LA FLORA EN LA COMUNA AGUA BLANCA DEL PARQUE NACIONAL MACHALILLA DEL CANTÓN PUERTO LÓPEZ

Tabla 3. Usos asociados a la biodiversidad florística.

| Subsistema | Dimensiones | Variables | Descripción | | |
|-------------------|-------------------------|----------------------------|--|---|---|
| Especie | D1-Biologicos | A1-Identidad taxonómica | Estudio botánico de flora usada para beneficios de la Comuna Agua Blanca, Palo Santo (<i>Bursera graveolens</i>), Barbasco (<i>Lonchocarpus utilis</i>), Ruda (<i>Ruta graveolens</i> L), Naranja agria (<i>Cytrus x aurantium</i> L). | | |
| | | A2-Estado poblacional | Análisis concreto de la cantidad de unidades por especies. En relación con el Palo Santo la cantidad es abundante considerando que existe mucha vegetación de arbustos. El barbasco es una especie que también se encuentra con facilidad dentro de la Comuna al igual que la ruda y la naranja agria. | | |
| | | A3-Distribución | Conocimiento productivo de especies se da con factor de facilidad al momento de realizar la producción de otras plantas recibiendo ayuda de parte de los pobladores al momento de realizar una comercialización de especies. | | |
| | | A4-Estrategia reproductiva | | | |
| | D2- Socioeconómica | A10- Tipos de uso | Usos de forma medicinal, espiritual, alimenticia e insecticida. | | |
| | | A11-Naturaleza del uso | Estado al encontrarse dentro de un área protegida. | | |
| | | A13-Formas de obtención | La Comuna Agua Blanca hace obtención del recurso de forma directa en los bosques o en sus huertos y zona agrícola. | | |
| | | A14-Momento del uso | Tiempo en el que se hace el uso de la especie, para curaciones espirituales o dolencias como medicina natural, también para alimentación. | | |
| | | A15-Frecuencia del uso | Cada vez que sea necesario según lo necesiten. | | |
| | | Usuario | D4- Socioeconómica | U1-Identidad | Cultura Manteña. |
| | | | | U2-Número de usuarios | Sobre cuantos hacen uso de la especie, en este caso mediante entrevistas la mayoría de los comuneros de todas las edades utilizan productos como Barbasco y Palo Santo. |
| | U4-Estructura económica | | | Elementos claves de economía, elaborar de forma artesanal para su comercialización Aceite de Palo Santo y Barbasco para higiene personal. | |
| | U5-Ubicación | | | Ubicación del grupo de usuarios, dentro de la Comuna Agua Blanca. | |

◆ CONOCIMIENTO TRADICIONAL ASOCIADO AL USO DE LA BIODIVERSIDAD DE LA FLORA EN LA COMUNA AGUA BLANCA DEL PARQUE NACIONAL MACHALILLA DEL CANTÓN PUERTO LÓPEZ

| | | | |
|-----------------|--------------------------------|--|--|
| | D5- Cultura y conocimiento | U7-Conocimientos de la especie | La Comuna Agua Blanca sus curanderos tienen un alto conocimiento sobre las especies, pero las generaciones más jóvenes en su mayoría tienen un conocimiento medio debido al poco interés de enseñar y aprender cómo se daba tiempo atrás. |
| | | U8-Conocimientos tradicionales o locales | Los curanderos, han adquirido conocimientos a lo largo de su vida siguiendo conocimientos ancestrales, adicional se logró obtener por parte de los entrevistados que algunos curanderos se van a realizar estudios profundos en la sierra logrando identificar el interés en mantener las tradiciones. |
| | | U9-Tecnologías del uso | Usan herramientas agrícolas como machete, pico, pala, sacos, guantes, tijera de podar, esto es de utilidad para los comuneros cuando ejecuten sus actividades netamente en área forestal. |
| Espacios de uso | D6- Organización social | U10-Organizaciones sociales | Existe una asamblea dentro de la Comuna con su presidente en la cual realizan reuniones cada tiempo que lo crean necesario. |
| | | U11-Instituciones | Cuentan con una escuela dentro de su comunidad avalada por el ministerio de educación. |
| | D7- Características ecológicas | U13-Cooperación | Los habitantes de la Comuna tienen cooperación alta debido a que se benefician de sus recursos y se encuentra dentro del área protegida. |
| | | C2-Ubicación | La biodiversidad estudiada se encuentra en los bosques, huertos y zonas agrícolas que poseen en la Comuna Agua Blanca. |
| | D8-Técnicas- Acceso | C4-Estado de conservación | Se encuentra en un estado bueno de conservación ya que está dentro de un área protegida y existen normas que no permiten alterar sus ecosistemas. |

Fuente: Comuna Agua Blanca.

En base a la visita realizada en la comunidad se recopiló información sobre el significado y el uso de diferentes partes de las plantas, se observó que la mayoría de las plantas son utilizadas en la medicina ancestral, en rituales y limpiezas energéticas, identificándose 49 especies, en el Ecuador existe una gran diversidad de plantas que contribuyen a mejorar los ecosistemas y ofrecen a las personas una mejor calidad de vida, ya sea aliviando ciertas dolencias o proporcionando alimentos.

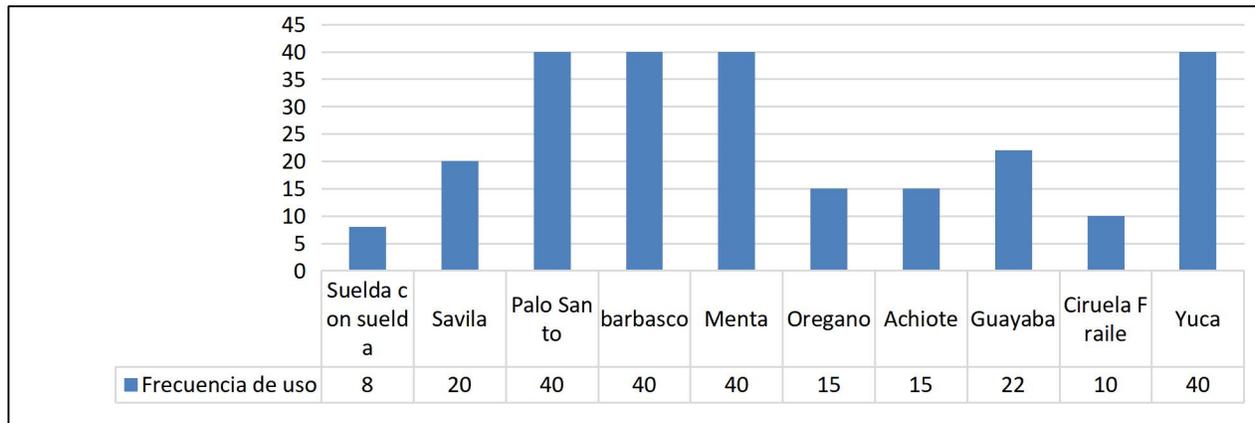


Figura 5. Distribución del uso de las plantas.

En la Figura 5, se observa que los habitantes utilizan con mayor frecuencia las especies de Palo Santo, Barbasco, Menta y Yuca, siendo empleadas por todos los encuestados, además, hay un uso significativo de la Sábila para cicatrizar heridas y aliviar quemaduras solares, otras plantas, como la menta y el orégano, tienen una importancia considerable en la dieta alimenticia de los habitantes.

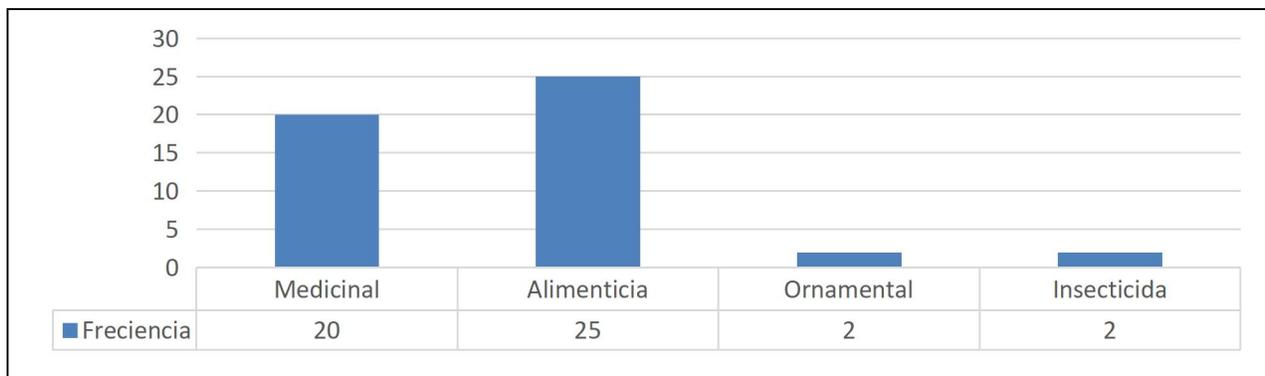


Figura 6. Uso de las plantas medicinales.

En cuanto al uso de las plantas, en la Figura 6 se muestra que el 41% de las especies inventariadas en este estudio tienen aplicaciones medicinales, contribuyendo a la salud de los comuneros, además, el 51% de las plantas son comestibles y forman parte de la dieta de los habitantes, el 8% restante está compuesto por especies ornamentales e insecticidas, que contribuyen a mejorar la calidad de vida de los residentes, embellecer la zona y repeler insectos.

Un dato crucial es que, dado que la comuna Agua Blanca forma parte de un Área Protegida, no se permite la introducción de nuevas especies vegetales en el área, además de las que ya están presentes y las nativas, por esta razón, al recopilar la información, se identificó que el 98% de las plantas son nativas y solo el 2% son introducidas. Esto es un aspecto positivo y muy importante para el ambiente, ya que conservar las especies nativas ayuda a proteger los ecosistemas y evita que las plantas introducidas puedan dañar o degradar el entorno.

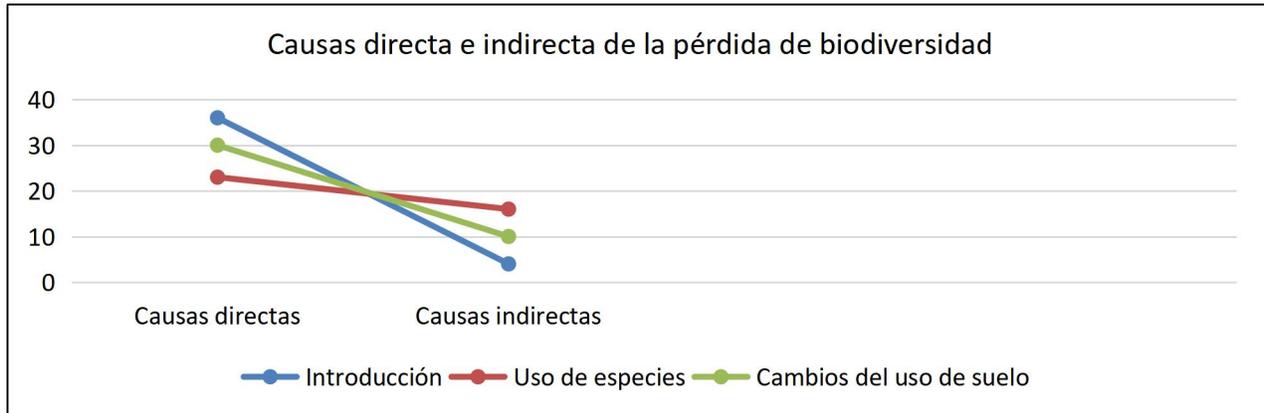


Figura 7. Causas directas e indirectas de la pérdida de biodiversidad.

A partir de la recolección de datos en la comunidad Agua Blanca de Machalilla, mediante fichas técnicas de observación y entrevistas con 40 personas de mayor valor ancestral en la zona, en la Figura 7 se identifica que la pérdida de biodiversidad está relacionada principalmente con la introducción de plantas exóticas, que representa el 35%, el uso excesivo de las especies locales, que alcanza el 22%, y los cambios en el uso del suelo debido a la agricultura, que contribuyen en un 15%, además se determinó que la introducción de especies no autóctonas es la principal causa de la disminución de la biodiversidad en la comuna de Agua Blanca.

DISCUSIÓN

El presente estudio se enfocó en la biodiversidad de la Comuna Agua Blanca, en un área protegida del Parque Nacional Machalilla, en la costa de Ecuador, en donde se realizó un inventario de plantas medicinales y alimenticias, destacando la importancia de estas especies para la comunidad y subrayando la falta de conocimiento sobre su uso, especialmente entre las nuevas generaciones.

El conocimiento tradicional sobre el uso de plantas medicinales proviene de la interacción del ser humano con su entorno natural y ha sido transmitido de generación en generación, sin embargo, en la actualidad, este saber se está perdiendo, por lo que la investigación realizada por (2) afirma que es esencial documentarlo para entender su situación actual y promover su reconocimiento y valoración, lo cual en la presente investigación se lo ha realizado, ubicando en una matriz, el uso y beneficios, la preparación, entre otra información importante.

En una investigación presentada por (25), menciona que debido al elevado desconocimiento relacionado a la utilidad y el aprovechamiento de la flora y los múltiples usos asociados en el ámbito alimenticio, medicinal, cultural y ornamental, la degradación del conocimiento tradicional, especialmente en las nuevas generaciones se ha minimizado, lo cual (26) en su investigación Etnobotánica y pérdida de conocimientos tradicionales de cestería En Andalucía, España: 1989-2020 lo afirma, el cual menciona también que está impactando negativamente la permanencia de diversas manifestaciones que merecen ser documentadas y analizadas.

En el ámbito internacional y nacional, el papel de las comunidades locales e indígenas es reconocido por su saber ancestral, así como lo afirma la investigación realizada por (10), el cual en gran medida la conservación se da gracias a sus conocimientos y prácticas tradicionales, además que les permite satisfacer sus necesidades ya sea en el ámbito alimenticio, medicinal, materiales para elaborar productos en la agricultura, entre otros.

Los resultados de la presente investigación destacan la importancia de evidenciar y analizar el conocimiento sobre la flora medicinal y alimenticia, especialmente debido al desconocimiento que existe en las nuevas generaciones, en tal sentido, el estudio (25), identifica un amplio número de especies nativas utilizadas en la comunidad de los Tsáchilas, mostrando cómo el conocimiento tradicional es fundamental para la permanencia cultural y el uso sostenible de la biodiversidad.

Finalmente, el estudio resalta la preocupación por la degradación del conocimiento tradicional, especialmente en las generaciones más jóvenes, y el impacto que esto tiene en la conservación de las prácticas asociadas al uso de la biodiversidad.

CONCLUSIONES

El estudio reveló una preocupante pérdida de los saberes ancestrales, especialmente entre los jóvenes de la comunidad, quienes muestran poco interés en aprender y aplicar estos conocimientos, esto pone en riesgo la continuidad de prácticas importantes relacionadas con el manejo sostenible de la biodiversidad local .

Se identificaron 49 especies de plantas en la comuna, de las cuales el 60% tiene usos medicinales y el 45% se emplea en la alimentación, estas especies, como el Palo Santo y la Sábila, juegan un papel esencial en la salud y la economía de la comunidad, siendo utilizadas para curar enfermedades y en rituales espirituales .

El conocimiento tradicional de la comunidad de Agua Blanca es una fuente valiosa de información, por ello se analizó las diversas funciones que los comuneros de dicho lugar dan a estas especies de flora, cabe recalcar que la biodiversidad de la comuna de Agua Blanca es un recurso importante que proporciona beneficios económicos a la comunidad local, como el turismo ecológico y la venta de productos naturales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cano Caceres ZA, Enriquez-Anco M de G, Bravo Choque NM. Evaluación etnobotánica de las plantas medicinales en el sector quechua del altiplano de Puno. *Rev Peru Med Integr.* 2022;7(4):5–21.
2. Sánchez-Alejo R, Rangel-Villafranco M, Cristóbal-Sánchez G, Martínez-García A, Pérez-Mondragón M del C. Sistematización del conocimiento tradicional asociado al uso de las plantas medicinales en una comunidad mazahua. *Rev Iberoam Ciencias* [Internet]. 2016 [cited 2024 Oct 5];3(6):153–60. Available from: www.reibci.org
3. Fernández JC, Aldama A, López Silva C. Conocimiento tradicional de la biodiversidad: conservación, uso sustentable y reparto de los beneficios. *Gac ecológica.* 2002;1(63):7–21.
4. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Los conocimientos tradicionales de los Pueblos Indígenas en la conservación de la Biodiversidad para el Desarrollo Sostenible | Foro de los Países de América Latina y el Caribe sobre el Desarrollo Sostenible 2022 [Internet]. Cepal. 2022 [cited 2024 Oct 18]. p. 26–9. Available from: <https://foroalc2030.cepal.org/2022/es/programa/conocimientos-tradicionales-pueblos-indigenas-la-conservacion-la-biodiversidad-desarrollo>
5. CEPAL. Los conocimientos tradicionales de los Pueblos Indígenas en la conservación de la Biodiversidad para el Desarrollo Sostenible | Foro de los Países de América Latina y el Caribe sobre el Desarrollo Sostenible 2022 [Internet]. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. 2022 [cited 2024 Oct 5]. 26–29 p. Available from: <https://foroalc2030.cepal.org/2022/es/programa/conocimientos-tradicionales-pueblos-indigenas-la-conservacion-la-biodiversidad-desarrollo>
6. Vanessa PLJ. Conocimiento tradicional asociado al uso de la Biodiversidad. 2023.
7. Zalles JI. Conocimiento ecológico local y conservación biológica: la ciencia postnormal como campo de interculturalidad. *Íconos - Rev Ciencias Soc.* 2017 Sep 4;1(59):205–24.
8. Millán-Rojas L, Arteaga-Reyes TT, Moctezuma-Pérez S, Velasco-Orozco JJ, Arzate-Salvador JC. Conocimiento Ecológico Tradicional de la Biodiversidad de Bosques en una comunidad Matlatzinca, México. *Ambient y Desarro.* 2016;20(38):111.
9. Ortiz CH. Dinámica del conocimiento tradicional de la flora local en la comunidad pluricultural de Santa María Jalapa del Marqués, Oaxaca. 2022.
10. Montané, R. B., Huerta Ocampo, E., Neyra Gonzales, L., & Portilla Alonso R. Conocimiento tradicional asociado a los recursos biológicos [Internet]. Vol. 1, Cuaderno de divulgación 1. 2017 [cited 2024 Oct 5]. 15 p. Available from: <https://www.giz.de/en/downloads/giz2017-es-biodivers-abs.pdf>
11. Espinoza Blanco S, Pastorino MS. Medicina Tradicional Ancestral: Perspectiva de sanación de Pauka/krisi Siknis. *Cienc e Intercult.* 2021;28(01):38–55.
12. Cobos Mora F, Moran EH, Lombeida García E, Litardo RM. Importancia de los conocimientos tradicionales, recursos genéticos y derechos de propiedad intelectual. *Ciningec* [Internet]. 2020;5:2528–8083. Available from: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4421948>
13. Dewis B, Marquez A, Mendoza M, Garzón M, Ponce B, Ordóñez E. Uso de plantas

- medicinales por parte de indígenas como posible fuente de fármacos para Covid-19. *Rev Conectividad*. 2022;3(2):14–26.
14. Marisol J, Taco Y, Inmaculada J, Pérez F. Medicina convencional frente a medicina tradicional: preferencias de uso en una comunidad rural del Ecuador Conventional medicine versus traditional medicine: preferences for use in a rural community in Ecuador. *La Lanceta*. 2020;1(1):44–54.
 15. López Vado CJ. Reconocimiento del conocimiento cultural de la Medicina Ancestral en las comunidades indígenas de Rivas. *Rev Compromiso Soc*. 2021;2(6):129–34.
 16. Sanjinés MRP. EL CONOCIMIENTO TRADICIONAL, UNA VÍA DE CONSTRUCCIÓN DE SOSTENIBILIDAD DE LA BIODIVERSIDAD EN ÁREAS PROTEGIDAS. 2020.
 17. Daza E, Artacker T, Lizano R. Cambio climático, biodiversidad y sistemas agroalimentarios: avances y retos a 10 años de la Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria en Ecuador [Internet]. Cambio climático, biodiversidad y sistemas agroalimentarios: avances y retos a 10 años de la Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria en Ecuador. 2020 [cited 2024 Oct 5]. 2–299 p. Available from: <http://doi.org/10.7476/9789978105689>.
 18. Constitución de la República del Ecuador. Constitución de la República del Ecuador. CRE [Internet]. 2008 [cited 2023 Jul 11];449(20):1–219. Available from: https://www.insst.es/InsstWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Guias/Guias_Ev_Riesgos/Manual_Eval_Riesgos_Pyme/evaluacionriesgospyme.pdf
 19. Hugo del Pozo Barrezueta. Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, la Creatividad y la Innovación [Internet]. 2016. 116 p. Available from: <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:CODIGO+ORGANICO+ORGANIZACION+TERRITORIAL+AUTONOMIA+DESCENTRALIZACION#0>
 20. Peña P, Alberto O, Quishpi C, Sisa S. Desafíos de la protección de los conocimientos tradicionales mediante la propiedad intelectual en Ecuador. *Rev Ciencias Soc* [Internet]. 2023 [cited 2024 Oct 5];29(1):262–76. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8822440&info=resumen&idioma=ENG>
 21. Flores Puente MG. Legado cultural e histórico de las culturas preincaicas: Valdivia, Machalilla y Chorrera. 2022.
 22. Montenegro-García MF, Celi-Jiménez FE. PERCEPCIÓN Y UTILIDAD DE AVES SILVESTRES EN LA COMUNIDAD CAMPESINA HONORATO VÁSQUEZ, MANABÍ. ECUADOR. In: *Ciencias agrarias: Estudios sistemáticos e investigación avanzada* [Internet]. 2022 [cited 2024 Oct 5]. p. 50–64. Available from: <https://www.medwave.cl/resumenescongreso/ci2022/cienciasdelosrecursosnaturales/8568.html>
 23. FIDES. Territorio Ancestral de Agua Blanca – Estudio de caso - Portoviejo, Ecuador. 2018. 1–33 p.
 24. Tortoni GL, Arias Toledo B, Vignale ND. La flora medicinal andina en las preparaciones tradicionales de la comunidad de Ocumazo (Pueblo Omaguaca), Jujuy, Argentina. *Boletín la Soc Argentina Botánica*. 2021;56(3):403–18.
 25. Gómez C, Gabriela S, Tuarez Z, Javier J, Vera ID. Conocimiento Tradicional Asociado al Uso y Conservación de la Flora de la Comunidad Chiguilpe, Santo Domingo de los Tsáchilas. 2022.
 26. Del Mar Gutiérrez-Murillo M, Morales R, Devesa YJA. Ethnobotanicity and Loss of Basketry

Traditional Knowledge in Andalusia, Spain: 1989-2020. Bot Sci. 2023;101(4):1070–87.

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA A TRAVÉS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS E ÍNDICES BIOLÓGICOS EN RÍOS TROPICALES DE LA SUBCUENCA DEL RÍO BLANCO, ECUADOR

WATER QUALITY ASSESSMENT THROUGH BENTHIC MACROINVERTEBRATES AND BIOLOGICAL INDICES IN TROPICAL RIVERS OF THE RÍO BLANCO SUB-BASIN, ECUADOR

Ricardo David Caiza Hernández¹, Juan Manuel Guerrero Calero²

{caiza-ricardo1602@unesum.edu.ec¹, juan.guerrero@unesum.edu.ec²}

Fecha de recepción: 18/10/2024 / Fecha de aceptación: 20/11/2024 / Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: La evaluación de la calidad del agua en ríos tropicales es fundamental para la comprensión de los factores que inciden en la biodiversidad acuática y el funcionamiento de los ecosistemas. Este estudio tuvo como objetivo realizar una evaluación integral de la calidad del agua en tres ríos de la subcuenca del Río Blanco (Mindo, Cinto y Nambillo), utilizando Índices de Diversidad y Calidad de Agua, complementados con características ambientales del agua. Se muestrearon macroinvertebrados acuáticos y se midieron parámetros fisicoquímicos como pH, oxígeno disuelto, temperatura, conductividad y sólidos disueltos totales. Las diferencias entre los ríos se analizaron mediante ANOVA y la prueba de Kruskal-Wallis. Además, se aplicó un Análisis de Correspondencias Canónicas (ACC) para identificar las variables ambientales que influyen en la presencia-abundancia de los taxones. El Río Nambillo mostró las mejores condiciones ambientales. Los órdenes más abundantes fueron Ephemeroptera, Trichoptera y Plecoptera, lo que refleja la calidad del agua y las características del hábitat. El ACC explicó el 89.02 % de la variabilidad en los dos primeros ejes, demostrando que los géneros de macroinvertebrados se asocian a sitios que ofrecen condiciones ambientales favorables. A pesar de que se observaron discrepancias en los índices empleados, estos fueron efectivos para destacar diferencias significativas entre los ríos. Los resultados resaltan la influencia de los factores ambientales en la distribución de los macroinvertebrados, destacando la urgencia de preservar dichos ecosistemas ante posibles variaciones ambientales.

Palabras clave: Biodiversidad, bioindicadores, conservación ambiental, Mindo

ABSTRACT: Water quality assessment in tropical rivers is essential for understanding the factors that affect aquatic biodiversity and ecosystem functioning. This study aimed to conduct

¹Instituto de Posgrado, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0006-8419-4691>; +593958727592.

²Instituto de Posgrado, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador, <https://orcid.org/0000-0002-1356-0475>; +593990438723.

a comprehensive assessment of water quality in three rivers of the Río Blanco sub-basin (Mindó, Cinto, and Nambillo), using Diversity and Water Quality Indices, complemented by environmental water characteristics. Aquatic macroinvertebrates were sampled, and physicochemical parameters such as pH, dissolved oxygen, temperature, conductivity, and total dissolved solids were measured. Differences between rivers were analyzed using ANOVA and the Kruskal-Wallis test. Additionally, a Canonical Correspondence Analysis (CCA) was applied to identify the environmental variables influencing the presence-abundance of taxa. The Nambillo River showed the best environmental conditions. The most abundant orders were Ephemeroptera, Trichoptera, and Plecoptera, reflecting the water quality and habitat characteristics. The CCA explained 89.02% of the variability in the first two axes, demonstrating that the macroinvertebrate genera are associated with sites that offer favorable environmental conditions. Although discrepancies were observed among the indices used, they were effective in highlighting significant differences between the rivers. The results emphasize the influence of environmental factors on the distribution of macroinvertebrates, underscoring the urgency of preserving these ecosystems in the face of potential environmental changes.

Keywords: *Biodiversity, bioindicators, environmental conservation, Mindó*

INTRODUCCIÓN

La calidad del agua en los ríos tropicales es una preocupación global creciente, especialmente frente a la presión significativa que las actividades humanas ejercen sobre estos ecosistemas. Esta situación amenaza tanto la biodiversidad como la integridad de los ecosistemas acuáticos, comprometiendo no solo la flora y fauna locales, sino también la seguridad hídrica y la salud pública. Los problemas se agravan por la mala gestión de los efluentes y los efectos del cambio climático (1), (2). En este contexto, es imperativo realizar una evaluación y seguimiento de la calidad del agua en dichos sistemas, teniendo en cuenta las interacciones complejas entre factores naturales y de origen humano.

Los ríos tropicales son especialmente vulnerables a las alteraciones ambientales debido a su alta biodiversidad y fragilidad ecológica. Los ecosistemas fluviales de la subcuenca del Río Blanco, en Ecuador, son un ejemplo claro de los desafíos que enfrentan los ríos tropicales. Estas áreas no solo son fundamentales para la preservación de la vida silvestre, sino que también son esenciales para las comunidades locales, las cuales se apoyan en sus fuentes de agua para el abastecimiento, la irrigación y actividades como el turismo (3), (4). No obstante, el aumento de la urbanización y la expansión de la agricultura intensiva han empeorado los problemas de contaminación, lo que dificulta la implementación sostenible de estos recursos.

En este contexto, la utilización de macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos ha adquirido importancia como una herramienta fundamental para la evaluación de la calidad del agua. Estos organismos, entre los que se incluyen insectos, crustáceos y gusanos, son susceptibles a las variaciones en las condiciones del agua y responden de manera rápida a los cambios en su entorno. Su diversidad y abundancia reflejan la integridad del ecosistema acuático, lo que los

convierte en bioindicadores eficaces para medir la contaminación y la calidad de los ríos (5). Los índices biológicos, basados en la composición y abundancia de las comunidades de macroinvertebrados, ofrecen una perspectiva integral de la calidad del agua, complementando los análisis de los parámetros físico-químicos.

Este estudio tiene como objetivo analizar la calidad del agua de los ríos Mindo, Nambillo y Cinto, que son los principales afluentes de la subcuenca del Río Blanco, mediante el uso de macroinvertebrados bentónicos como indicadores biológicos. Debido a que estos seres vivos reaccionan de forma sensible a los cambios en el entorno, el estudio de los mismos posibilita una evaluación precisa de la salud ecológica de dichos ecosistemas. Además, la unión de indicadores biológicos que se basan en las comunidades de macroinvertebrados con la evaluación de las condiciones fisicoquímicas del agua proporciona una herramienta completa para evaluar la condición de los ríos y guiar las medidas de conservación (6), (7). La pregunta central de este estudio es: ¿en qué medida el análisis integrado de macroinvertebrados, índices biológicos y parámetros físico-químicos permite una evaluación precisa y cuantificable de la calidad del agua en los principales afluentes de la subcuenca del Río Blanco?

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La parroquia de Mindo, ubicada en el noroccidente de la provincia de Pichincha en Ecuador, forma parte del cantón San Miguel de los Bancos, a 70 km de la ciudad de Quito. Su altitud varía entre 1180 y 4780 metros sobre el nivel del mar (8). Esta parroquia dispone del Bosque Protector Mindo-Nambillo, un área de notable diversidad biológica que forma parte del ecosistema del Chocó Andino, la cual fue declarada como zona protegida en el año 1988. Esta área enfrenta amenazas como la expansión agrícola, tala y urbanización, afectando la calidad del agua de los ríos Mindo, Nambillo y Cinto (9). La temperatura promedio anual es de 22.3 °C, mientras que la precipitación media anual alcanza los 2203 mm (8). El estudio se llevó a cabo en julio de 2024 durante la temporada de lluvias, cubriendo un intervalo altitudinal que varió entre 1122 y 1317 msnm.

Tabla 1. Descripción general de sitios de muestreo.

| Río | Descripción |
|-------|--|
| Cinto | CR1, CR2, CR4 y CR5 presentan cauces modificados y baja conectividad ribereña. CR3 tiene buena cobertura arbórea y CR6 leve modificación con propiedades privadas cercanas. |
| Mindo | MR1 tiene buena calidad ribereña. MR2 mantiene vegetación a pesar de desbroce parcial. MR3 y MR4 tienen menor cobertura con turismo en MR4. MR5 y MR6 con infraestructura turística limitando conectividad ribereña. |

◆ EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA A TRAVÉS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS E ÍNDICES BIOLÓGICOS EN RÍOS TROPICALES DE LA SUBCUENCA DEL RÍO BLANCO, ECUADOR.

| Río | Descripción |
|----------|---|
| Nambillo | NR1, NR2 y NR3 con cauces modificados y baja conexión ribereña. NR4 tiene cobertura arbórea. NR5 y NR6 están conservados dentro de la reserva “Los Tucanes” con propiedades cercanas. |

Selección de sitios de muestreo

Se seleccionaron 18 sitios de muestreo distribuidos en tres ríos (Mindo, Nambillo y Cinto), con una distancia entre 150 y 1180 m. Los sitios fueron seleccionados de manera no aleatoria, abarcando zonas con acceso permitido por propietarios de terrenos o de libre acceso para turistas. Se procuró incluir diferentes tramos de cada río, reflejando su heterogeneidad ambiental, así como la influencia de áreas residenciales y turísticas.

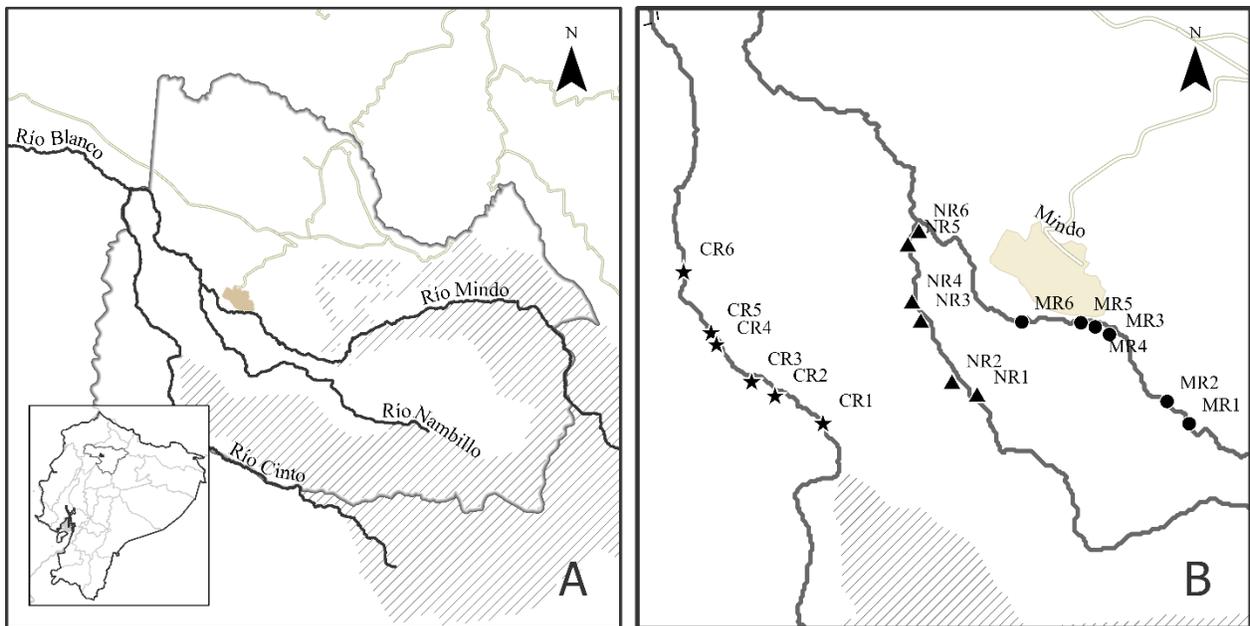


Figura 1. A. Limite parroquial de Mindo, Provincia de Pichincha-Ecuador; B. Sitios de muestreo ubicados en los ríos Cinto (CR), Mindo (MR) y Nambillo (NR). Bosque Protector Mindo-Nambillo representado con rayas.

Medición de parámetros físico-químicos del agua

Se realizaron mediciones de oxígeno disuelto (OD), temperatura superficial (°C), pH, sólidos disueltos totales (SDT) y conductividad eléctrica (CE) usando un medidor multiparamétrico YINMIK YK-100. En cada estación se realizaron tres réplicas con intervalos de 10 minutos, capturando variaciones temporales y garantizando una mayor precisión de los datos. Las coordenadas geográficas y altitud fueron registradas con la aplicación OruxMaps (v.7.4.26).

Muestreo de macroinvertebrados y procesamiento

La recolección de macroinvertebrados se realizó con una red D-net de 500 μm , con un esfuerzo de muestreo de 20 minutos por sitio. El recorrido fue río arriba a lo largo de un transecto, minimizando perturbaciones en el sustrato. Se priorizaron áreas con rocas de tamaño mediano, vegetación flotante y caudales moderados a rápidos (10). Las muestras fueron conservadas en etanol al 70% para su procesamiento en el laboratorio. Posteriormente, los organismos fueron separados y clasificados utilizando claves taxonómicas propuestas por (11), González et al. (12), Gutiérrez y Dias (13), Minanõ et al. (14), Roldán (15). La información recopilada fue estructurada en tablas de Excel con el fin de ser analizada en una etapa posterior.

Cálculo de índices de diversidad y calidad de agua

Los macroinvertebrados fueron identificados a nivel de género, a excepción de la familia Chironomidae. Se calcularon índices biológicos, incluyendo el BMWP/Col, ASPT (16), Índice Biótico de Familias (17), Índice de Sensibilidad y EPT (10), con el fin de evaluar la calidad del agua. Para medir la diversidad y riqueza, se emplearon los índices de Shannon (H'), Simpson (1-D) y Margalef.

Análisis estadístico

Se llevó a cabo un análisis estadístico utilizando el software SPSS (v.27.0.1.0) con el fin de investigar las disparidades físico-químicas y biológicas entre los ríos Mindo, Nambillo y Cinto. Se comprobó la normalidad de los datos utilizando el test de Shapiro-Wilk, y la homogeneidad de varianzas con el test de Levene. Se procedió a evaluar los índices de diversidad y calidad del agua a través del análisis de varianza (ANOVA), ya que cumplían con los requisitos de normalidad y homogeneidad. No obstante, las variables físico-químicas fueron evaluadas mediante el test de Kruskal-Wallis, ya que no presentaban una distribución normal. Se utilizó el análisis de comparaciones múltiples de Tukey para evaluar las diferencias entre los ríos.

Se llevó a cabo un Análisis de Correspondencias Canónicas (ACC) utilizando el software PAST (v.4.03) después de aplicar un filtro del 12 % de presencia-abundancia en R (18). Esto permitió la explicación del 34.64 % de la varianza total y la evaluación de las relaciones entre los factores ambientales y las comunidades de macroinvertebrados.

Consideraciones éticas

Se contó con el permiso respectivo de investigación, con código MAATE-ARSFC-2024-0363, emitido por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), garantizando el manejo ético de las muestras recolectadas y la divulgación responsable de los resultados.

RESULTADOS

Parámetros físico-químicos

En la Tabla 2 se presentan los promedios y desviaciones estándar de los parámetros físico-químicos medidos en los ríos Cinto, Mindo y Nambillo. Se observaron diferencias significativas entre los ríos ($p < 0.05$), lo que indica que la distribución de estos parámetros varía entre los cuerpos de agua estudiados.

Tabla 2. Promedios de parámetros físico-químicos medidos en los ríos.

| Parámetros FQ | Cinto | Mindo | Nambillo |
|----------------------------------|---------------|---------------|--------------|
| Temperatura (°C) | 19.48 ± 0.77 | 18.54 ± 0.42 | 19.01 ± 0.37 |
| pH | 7.72 ± 0.14 | 7.92 ± 0.04 | 7.55 ± 0.14 |
| Oxígeno Disuelto (%) | 94.46 ± 1.93 | 86.45 ± 2.31 | 90.74 ± 2.48 |
| Conductividad (µS/cm) | 190.06 ± 3.83 | 127.56 ± 2.38 | 62.06 ± 0.64 |
| Sólidos Disueltos Totales (mg/L) | 94.56 ± 2.18 | 63.39 ± 1.33 | 31.33 ± 0.97 |

Nota. Promedio ± desviación estándar son mostradas.

El Río Cinto presentó la temperatura media más alta (19.48 ± 0.77 °C), seguido del Nambillo (19.01 ± 0.37 °C) y el Mindo (18.54 ± 0.42 °C). En cuanto al oxígeno disuelto, el Cinto también mostró los valores más altos (94.46 ± 1.93 %), seguido del Nambillo (90.74 ± 2.48 %) y el Mindo (86.45 ± 2.31 %). Además, el Cinto registró las mayores conductividades (190.06 ± 3.83 µS/cm) y sólidos disueltos totales (94.56 ± 2.18 mg/L), mientras que el Nambillo presentó los valores más bajos. Por otro lado, el pH más elevado se registró en el Mindo (7.92 ± 0.04), significativamente mayor que en el Nambillo y el Cinto.

Abundancia de macroinvertebrados

En los tres ríos evaluados, se registraron un conjunto de 27 géneros de macroinvertebrados, los cuales se distribuyeron en 17 familias y 8 órdenes. Los órdenes más representativos fueron Efemeróptera, Tricóptera y Plecóptera, con géneros como *Baetodes*, *Camelobaetidius*, *Thraulodes*, *Smicridea* y *Anacroneuria*, que se destacaron por su alta abundancia. Los resultados obtenidos en este estudio concuerdan con la capacidad de adaptación de estos géneros a entornos con niveles adecuados de oxígeno disuelto y corrientes veloces, características comunes en los ríos tropicales.

◆ EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA A TRAVÉS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS E ÍNDICES BIOLÓGICOS EN RÍOS TROPICALES DE LA SUBCUENCA DEL RÍO BLANCO, ECUADOR.

Tabla 3. Taxones identificados en los ríos Cinto (CR), Mindo (MR) y Nambillo (NR).

| Orden | Familia | Género | CR | MR | NR | Total | | |
|----------------------|---------------------|------------------------|---------------------|--------------------|-------------|-------------|------|----|
| Acari | Hydrachnidae | <i>Hydrachna</i> | | 2 | 2 | 4 | | |
| Amphipoda | Hyaellidae | <i>Hyaella</i> | | 1 | | 1 | | |
| Coleoptera | Elmidae | <i>Austrelmis</i> | | | 1 | 1 | | |
| | | <i>Austrolimnius</i> | | | 2 | 2 | | |
| | | <i>Disersus</i> | | | 2 | 2 | | |
| | | <i>Heterelmis</i> | 6 | 5 | 8 | 19 | | |
| | | <i>Hexacylloepus</i> | | | 2 | 2 | | |
| | | <i>Hexanchorus</i> | | 2 | | 2 | | |
| | | <i>Huleechius</i> | 12 | 53 | 28 | 93 | | |
| | | <i>Macrelmis</i> | 2 | 2 | 7 | 11 | | |
| | | <i>Phanocerus</i> | | | 2 | 2 | | |
| | | Diptera | Psephenidae | <i>Psephenops</i> | | 1 | 2 | 3 |
| | | | Athericidae | <i>Atherix</i> | | | 1 | 1 |
| | | | Blephariceridae | <i>Limonicola</i> | 11 | 1 | 6 | 18 |
| | | | Ceratopogonidae | <i>Stilobezzia</i> | | | 1 | 1 |
| Chironomidae | Indeterminado | | 2 | 17 | 5 | 24 | | |
| Empididae | <i>Hemerodromia</i> | | | | 1 | 1 | | |
| Limoniidae | <i>Hexatoma</i> | | 1 | | 2 | 3 | | |
| | <i>Limonia</i> | | | 2 | | 2 | | |
| | <i>Molophilus</i> | | | 1 | 1 | 2 | | |
| | <i>Limnophora</i> | | | | 1 | 1 | | |
| Ephemeroptera | Muscidae | <i>Simulium</i> | 7 | 62 | 14 | 83 | | |
| | Baetidae | <i>Americabaetis</i> | 239 | 97 | 496 | 832 | | |
| | | <i>Baetodes</i> | 941 | 933 | 915 | 2789 | | |
| | | <i>Camelobaetidius</i> | 280 | 285 | 641 | 1206 | | |
| | | <i>Mayobaetis</i> | 1 | 3 | | 4 | | |
| | | <i>Haplohyphes</i> | | 1 | | 1 | | |
| | Leptohyphidae | <i>Leptohyphes</i> | 142 | 191 | 402 | 735 | | |
| | | Leptophlebiidae | <i>Thraulodes</i> | 410 | 176 | 582 | 1168 | |
| | Oligoneuriidae | <i>Lachlania</i> | 4 | 4 | 3 | 11 | | |
| | Hemiptera | Naucoridae | <i>Cryphocricos</i> | 5 | 4 | 13 | 22 | |
| <i>Limnocoris</i> | | | 1 | 3 | 12 | 16 | | |
| Megaloptera | Corydalidae | <i>Corydalus</i> | 28 | 20 | 58 | 106 | | |
| Odonata | Gomphidae | <i>Progomphus</i> | 1 | 1 | 3 | 5 | | |
| | Libellulidae | <i>Brechmorhoga</i> | | | 1 | 1 | | |
| Plecoptera | Perlidae | <i>Anacroneuria</i> | 57 | 49 | 106 | 212 | | |
| Trichoptera | Glossosomatidae | <i>Mortoniella</i> | 34 | 6 | 29 | 69 | | |
| | Hydrobiosidae | <i>Atopsyche</i> | 11 | 3 | 5 | 19 | | |
| | Hydropsychidae | <i>Leptonema</i> | 6 | 5 | 13 | 24 | | |
| | | <i>Smicridea</i> | 66 | 23 | 126 | 215 | | |
| | Hydroptilidae | <i>Metrichia</i> | 1 | | | 1 | | |
| | Leptoceridae | <i>Atanatolica</i> | 1 | 5 | 1 | 7 | | |
| <i>Nectopsyche</i> | | | | 2 | 2 | | | |
| | | <i>Oecetis</i> | | | 5 | 5 | | |
| Total general | | | 2269 | 1960 | 3499 | 7728 | | |

El género *Baetodes* fue el más abundante, con un total de 2789 individuos distribuidos de manera equitativa entre los tres ríos. La uniformidad observada en *Baetodes* indica que esta especie presenta una notable tolerancia a diversas condiciones ambientales y características del hábitat. Por otro lado, *Camelobaetidius* mostró una mayor abundancia en el Río Nambillo, con 641 individuos en este río frente a 285 y 280 en los ríos Mindo y Cinto, respectivamente. Este patrón podría estar relacionado con características específicas del Río Nambillo, como su mayor caudal y mayor cantidad de sustrato rocoso, que favorecen la presencia de estos organismos.

De manera similar, los géneros *Thraulodes* (1168 individuos), *Smicridea* (215 individuos) y *Anacroneuria* (212 individuos) también mostraron mayor abundancia en NR. Esto indica que la presencia de un buen caudal y niveles más altos de oxígeno en las aguas de dicho río crean un entorno propicio para estos organismos, los cuales tienen preferencia por hábitats con corrientes rápidas y niveles óptimos de oxigenación. Además, la presencia significativa de taxones sensibles a la contaminación en Nambillo refuerza la idea de que este río ofrece condiciones ecológicas más favorables.

Índices de diversidad e índices de calidad de agua

Los resultados muestran diferencias significativas en los índices de diversidad y calidad de agua entre los tres ríos estudiados (ver Tabla 4). En cuanto a la riqueza de especies (S), el Río Nambillo (NR) destacó con el valor más alto (20.33 ± 2.66), seguido por el Río Mindo (MR) y el Río Cinto (CR), con 17.33 ± 1.21 y 14.83 ± 3.37 , respectivamente. En NR, se observó una mayor abundancia (583 ± 141), lo cual sugiere la presencia de una comunidad más diversa y densa en comparación con otros sitios. Las disparidades mencionadas indican que NR presenta condiciones más propicias para albergar una mayor variedad de macroinvertebrados acuáticos.

Tabla 4. Promedios de índices de diversidad y calidad de agua.

| Índices | CR | MR | NR |
|--------------|--------------------|----------------------|---------------------|
| Riqueza_S | 14.83 ± 3.37 (a) | 17.33 ± 1.21 (a, b) | 20.33 ± 2.66 (b) |
| Abundancia | 378 ± 194 (a, b) | 327 ± 136 (a) | 583 ± 141 (b) |
| Shannon_H | 1.73 ± 0.21 (a) | 1.75 ± 0.10 (a) | 1.99 ± 0.11 (b) |
| Simpson_1-D | 0.74 ± 0.06 (a) | 0.72 ± 0.03 (a) | 0.82 ± 0.02 (b) |
| Margalef | 2.37 ± 0.54 (a) | 2.87 ± 0.25 (a, b) | 3.06 ± 0.47 (b) |
| BMWP/Col | 86.33 ± 20.64 (a) | 91.17 ± 4.92 (a) | 101.00 ± 11.44 (a) |
| ASPT | 7.62 ± 0.29 (a) | 7.29 ± 0.16 (a) | 7.24 ± 0.33 (a) |
| IBF | 3.16 ± 0.32 (a, b) | 3.35 ± 0.20 (b) | 2.97 ± 0.21 (a) |
| EPT | 96.48 ± 3.48 (b) | 90.98 ± 3.50 (a) | 94.93 ± 1.32 (a, b) |
| Sensibilidad | 77.67 ± 15.20 (a) | 90.00 ± 10.41 (a, b) | 97.50 ± 8.17 (b) |

Nota. Las letras (a) y (b) indican los subconjuntos del análisis post-hoc de Tukey; letras diferentes en la misma fila señalan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre los ríos.

En términos de los índices de diversidad, NR presentó los valores más altos en Shannon (1.99 ± 0.11), Simpson (0.82 ± 0.02) y Margalef (3.06 ± 0.47), lo que confirma su mayor diversidad y equidad en la distribución de especies. CR, por otro lado, mostró los valores más bajos, mientras que MR se situó en una posición intermedia. Las variaciones observadas pueden ser atribuidas a las diferencias en las propiedades físico-químicas y ambientales de los distintos ríos, las cuales inciden en la composición y organización de las comunidades biológicas presentes.

Los índices de calidad de agua, como el BMWP/Col, ASPT e IBF, no mostraron diferencias significativas entre los ríos ($p > 0.05$). Sin embargo, NR fue calificado con una calidad excelente, mientras que los ríos CR y MR fueron clasificados como de calidad aceptable. Según el índice IBF, que evalúa la tolerancia de las familias a la contaminación, se observó que todos los ríos se clasificaron en la categoría de calidad excelente. MR registró el índice más elevado, lo cual sugiere una mayor presencia de contaminantes en dicho cuerpo de agua.

Por otro lado, el índice EPT reveló que CR tuvo el valor más alto (96.48 ± 3.48), seguido de cerca por NR y MR. Este índice, se fundamenta en la presencia de órdenes bioindicadores como Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera, lo cual indica que los tres ríos presentan condiciones de agua favorables, siendo CR el que sobresale ligeramente en este aspecto. En última instancia, el índice de Sensibilidad reveló que el río NR exhibió los valores más elevados (97.50 ± 8.17), lo cual corrobora que este cuerpo de agua alberga una mayor cantidad de organismos susceptibles a la contaminación, fortaleciendo su posición como el de mayor calidad entre los tres cuerpos de agua analizados.

Correspondencias entre parámetros físico-químicos y biológicos

El Análisis de Correspondencias Canónicas (ACC) reveló que el 89.02% de la variabilidad de los datos se explica en los dos primeros ejes, lo cual indica una clara relación entre las comunidades de macroinvertebrados y los parámetros físico-químicos evaluados. El pH estuvo principalmente relacionado con el primer componente (56.7 %), mientras que el oxígeno disuelto y la temperatura influyeron más en el segundo componente (33 %) (ver Figura 2). Adicionalmente, tanto la conductividad como los sólidos disueltos totales mostraron una fuerte correlación entre sí y contribuyeron de manera similar en ambos ejes, sugiriendo su influencia conjunta sobre las comunidades.

Los géneros *Atanatica*, *Huleechius*, *Simulium* y los quironómidos presentan puntuaciones altas y positivas en ambos ejes, lo que sugiere su preferencia por condiciones de pH elevado, buena oxigenación y temperaturas moderadas. Ambos representantes del orden Díptera destacan por su fuerte asociación con el eje 2, lo que indica que estos géneros prosperan en condiciones de alta oxigenación, a pesar de las temperaturas variables, lo cual es relevante en ríos tropicales, donde estos factores pueden fluctuar, pero aún mantienen características de aguas de buena calidad.

Por otro lado, géneros como *Americabaetis*, *Leptohyphes*, y *Camelobaetidius* muestran puntuaciones moderadamente negativas en el eje 1, lo que sugiere una preferencia por aguas

con un pH más bajo. Sin embargo, en el eje 2, tienen puntuaciones positivas, lo que indica que también prefieren aguas bien oxigenadas, aunque su tolerancia a la temperatura es algo mayor en comparación con los géneros previamente mencionados. Este patrón evidencia una notable capacidad de adaptación a diferentes condiciones de temperatura, pero con una necesidad constante de buena oxigenación.

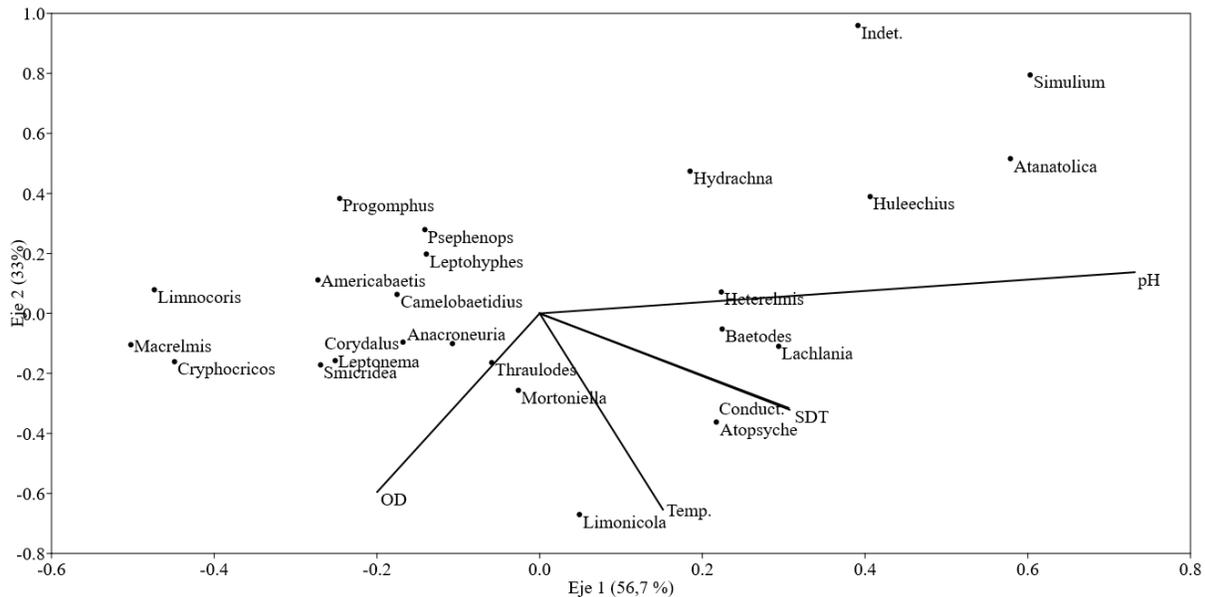


Figura 2. Análisis de Correspondencias Canónicas (ACC) entre las variables físico-químicas medidas y la presencia-abundancia de macroinvertebrados acuáticos.

Géneros como *Limnocoris*, *Macrelmis* y *Cryphocricos* se agrupan por sus puntuaciones más negativas en ambos ejes. Esto indica una inclinación hacia ambientes con pH bajo, menor oxigenación y temperaturas ligeramente más altas. Este conjunto de géneros parece estar más adecuado para condiciones ambientales adversas o con niveles bajos de oxígeno, lo cual podría conferir una ventaja en ríos sujetos a cambios en su caudal o con niveles reducidos de aireación.

Por último, *Lachlania* y *Atopsyche* presentan patrones característicos, con calificaciones positivas en el primer eje, lo que indica una preferencia por un pH más alto. No obstante, muestran calificaciones desfavorables en el segundo eje, lo que sugiere una inclinación hacia aguas de temperaturas más bajas y con niveles más bajos de oxígeno disuelto. Estos géneros podrían estar más restringidos a ambientes más frescos o con mayores niveles de oxígeno, posiblemente debido a su menor tolerancia a la variabilidad térmica.

En términos generales, el pH, la concentración de oxígeno disuelto y la temperatura son factores clave que afectan la distribución de los diferentes géneros de macroinvertebrados en los ríos tropicales analizados. Un nivel elevado de pH y una adecuada oxigenación promueven la presencia de géneros característicos de aguas de excelente calidad. Por otro lado, la temperatura, al afectar negativamente el nivel de oxígeno disuelto, juega un papel crucial en los ecosistemas tropicales. Pequeñas variaciones en la temperatura, pueden tener un impacto importante en la

biodiversidad acuática, especialmente en estos organismos que están adaptados a condiciones estables.

DISCUSIÓN

Diversidad de macroinvertebrados

En los ríos Mindo, Cinto y Nambillo, la comunidad de macroinvertebrados estuvo mayormente conformada por los órdenes Ephemeroptera, Trichoptera y Plecoptera, los cuales son frecuentes en entornos acuáticos con niveles adecuados de oxígeno disuelto y corrientes rápidas. Esta observación concuerda con estudios previos que destacan la adaptación de estos organismos a dichas condiciones (6). La presencia abundante de *Baetodes* en los tres ríos indica una capacidad de tolerancia a variadas condiciones ambientales, respaldando las conclusiones de Luca et al. (19) acerca de la predominancia de especies euritéricas en entornos con fluctuaciones.

La notable presencia de *Camelobaetidius* en Nambillo, en contraste con Mindo y Cinto, está vinculada a las condiciones de mayor flujo de agua y presencia de sustrato rocoso, que benefician a géneros como *Thraulodes*, *Smicridea* y *Anacroneuria*, los cuales están asociados a entornos con abundante oxígeno y corrientes rápidas (20), (21). Estos elementos son esenciales para la supervivencia de los organismos que dependen de aguas limpias y con niveles adecuados de oxígeno. La presencia de diversos grupos taxonómicos sensibles a la contaminación en el área de Nambillo, como los órdenes Ephemeroptera, Trichoptera y Plecoptera, sugiere que la calidad ambiental en esa zona es elevada. Esto concuerda con investigaciones que indican que especies especializadas tienden a sobrevivir en entornos estables (22, 21), donde la calidad del agua, la oxigenación y el caudal tienen impacto en la composición de las comunidades de macroinvertebrados en ríos tropicales.

Índices de diversidad y calidad de agua

Los índices de diversidad en Nambillo mostraron una mayor equidad en relación con Mindo y Cinto. Esto indica una comunidad más equilibrada y menos dominada por especies tolerantes. Según Giacometti y Bersosa (6), se ha observado que, en ríos con condiciones ambientales óptimas, como una alta oxigenación y una baja presencia de contaminantes, hay una mayor presencia de Baetodes. La menor diversidad en Cinto indica una comunidad en la que predominan organismos con mayor tolerancia a la degradación ambiental, lo cual coincide con las observaciones de Rincón-Bello et al. (23) en ecosistemas sometidos a una mayor presión antropogénica. Las divergencias entre los ríos pueden estar vinculadas con parámetros físico-químicos, tales como la conductividad y los sólidos disueltos totales, los cuales ejercen influencia en la configuración de las comunidades de macroinvertebrados.

El índice BMWP/Col determinó que la calidad del agua en Nambillo es excelente, lo cual concuerda con investigaciones que resaltan la correlación entre niveles elevados de oxigenación y la alta calidad ambiental en ríos tropicales (6), (21). Asimismo, la presencia de organismos

sensibles como Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera en los tres ríos se refleja en los altos valores del índice EPT, lo cual indica la existencia de condiciones ambientales saludables y con adecuada oxigenación. El índice IBF, que calificó la calidad del agua como excelente en los tres ríos, siendo Nambillo el más destacado, refuerza la predominancia de organismos sensibles a la contaminación, coincidiendo con las observaciones de Urdanigo et al. (21).

Según el estudio realizado por Mosquera-Restrepo y Peña-Salamanca (24), la mayor diversidad de especies en Nambillo se debe a la alta calidad del agua en la zona, lo cual favorece la presencia de una variedad de hábitats y una comunidad más compleja, especialmente en ríos con niveles adecuados de oxígeno disuelto. El caudal y la vegetación ribereña en el río Nambillo posiblemente proporcionaron condiciones favorables para organismos delicados, un fenómeno similar al observado por Arana et al. (20) en el río Mojarrero, donde la capacidad de autodepuración contribuyó significativamente a la mejora de la calidad del agua. Las disparidades entre los ríos, evidenciadas en los niveles de diversidad y calidad del agua, resaltan la importancia de los factores ambientales específicos, como el flujo del agua y la flora en las riberas, los cuales inciden directamente en la composición de las comunidades biológicas, tal como indican Urdanigo et al. (21) y Giacometti y Bersosa (6).

Asociación de variables ambientales y macroinvertebrados

Según el Análisis de Correspondencias Canónicas (ACC), se determinó que el pH y el nivel de oxígeno disuelto son variables clave en la distribución de los macroinvertebrados, lo cual coincide con investigaciones previas realizadas por Gutiérrez-Garaviz et al. (22) y Mosquera-Restrepo y Peña-Salamanca (24). En el presente estudio, se observó que los géneros *Atanotolica* y *Huleechius* están relacionados con niveles elevados de oxigenación y pH, lo cual promueve su desarrollo en entornos con una baja concentración de sólidos disueltos. Este patrón concuerda con lo mencionado por Urdanigo et al. (21), quienes resaltaron que la disminución en la concentración de sólidos disueltos favorece a los organismos susceptibles a la contaminación.

Contrario a lo esperado, no se observó la relación inversa prevista entre la temperatura y el oxígeno disuelto en el agua, posiblemente debido a la elevada oxigenación producida por la turbulencia y los caudales rápidos presentes en los ríos analizados (25). Esta condición beneficia a géneros como *Simulium* y *Americabaetis*, los cuales tienen un desarrollo favorable en entornos con altos niveles de oxígeno, incluso ante cambios en la temperatura. Según Quesada-Alvarado et al. (26), la adaptabilidad de las especies a factores estresantes, como las fluctuaciones térmicas, es un aspecto crucial para su supervivencia en entornos tropicales de montaña (27). Esto concuerda con lo mencionado por dichos autores. Aunque no existe una correlación directa entre la temperatura y el oxígeno disuelto, los macroinvertebrados sensibles, como los plecópteros y tricópteros, no experimentaron impactos significativos. Por otro lado, géneros más tolerantes, como *Limnocois* y *Macrelmis*, mostraron un aumento en su población en ambientes con niveles reducidos de oxígeno. Este hallazgo indica que dichas especies cuentan con adaptaciones que les posibilitan su supervivencia en entornos degradados, un fenómeno que también fue identificado por Rincón-Bello y colaboradores (23).

La temperatura tiene un impacto crítico en la sensibilidad de los macroinvertebrados tropicales, ya que aumentos mínimos en la temperatura pueden disminuir la diversidad de especies especializadas (19). Estudios recientes sugieren que, a pesar de la preferencia de los géneros *Lachlania* y *Atopsyche* por aguas frescas y bien oxigenadas, las fluctuaciones térmicas podrían restringir su distribución en el futuro (28).

CONCLUSIONES

Los tres ríos considerados en el presente estudio presentan una calidad que varía de buena a excelente. Esta afirmación se sustenta en la presencia de una diversidad y abundancia de macroinvertebrados bentónicos, los cuales son indicadores de un ecosistema acuático en buen estado de salud. El Río Nambillo se distingue por su óptima calidad, en contraste, Cinto y Mindo presentan una calidad aceptable. La importancia de aplicar estrategias de gestión adaptativa y conservación individualizadas para cada río se destaca, con el objetivo de reducir los efectos locales y fomentar la restauración de la biodiversidad.

La influencia de factores físico-químicos como la temperatura, el pH y el oxígeno disuelto en la composición de las comunidades bentónicas se confirma a través de la relación significativa observada entre la diversidad de macroinvertebrados y dichos parámetros. La variabilidad de estos índices entre los ríos demuestra la importancia de tener en cuenta las diferencias ambientales locales en cualquier intervención de manejo. Es fundamental garantizar que dichas intervenciones se centren en la preservación de las características que son fundamentales para mantener la salud de cada ecosistema.

La importancia de implementar un programa de monitoreo a largo plazo se destaca debido a la influencia de actividades humanas como la agricultura y el turismo, así como el contexto de cambio climático. Para asegurar la resiliencia de los ecosistemas y la sostenibilidad de los esfuerzos de conservación, es necesario realizar un monitoreo que incluya análisis físico-químicos y biológicos, con la participación activa de las comunidades locales.

AGRADECIMIENTOS

Al Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica del Ecuador (MAATE) por otorgar el permiso de investigación correspondiente. Al Programa de Maestría en Gestión Ambiental de la Universidad Estatal del Sur de Manabí por su colaboración en los trámites necesarios para esta investigación. A Max Bonilla por facilitar el uso del Laboratorio de Muestras de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Central del Ecuador, y a Sheyla León por su valioso apoyo en el procesamiento de muestras de macroinvertebrados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Encalada, A. C., Flecker, A. S., Poff, N. L., Suárez, E., Herrera-R, G. A., Ríos-Touma, B., Jumani, S., Larson, E. I., y Anderson, E. P. (2019). A global perspective on tropical montane rivers. *Science*, 365(6458), 1124–1129. <https://doi.org/10.1126/science.aax1682>
2. Terneus-Jácome, E., y Yáñez, P. (2018). Principios Fundamentales en torno a la Calidad del Agua, el uso de Bioindicadores Acuáticos y la Restauración Ecológica Fluvial en Ecuador. *La Granja. Revista de Ciencias de La Vida*, 27(1), 22.
3. Ríos-Touma, B., Villamarín, C., Jijón, G., Checa, J., Granda-Albuja, G., Bonifaz, E., y Guerrero-Latorre, L. (2022). Aquatic biodiversity loss in Andean urban streams. *Urban Ecosystems*, 25(6), 1619–1629. <https://doi.org/10.1007/S11252-022-01248-1/METRICS>
4. Torremorell, A., Hegoburu, C., Brandimarte, A. L., Rodrigues, E. H. C., Pompêo, M., da Silva, S. C., Moschini-Carlos, V., Caputo, L., Fierro, P., Mojica, J. I., Matta, Á. L. P., Donato, J. C., Jiménez-Pardo, P., Molinero, J., Ríos-Touma, B., Goyenola, G., Iglesias, C., López-Rodríguez, A., Meerhoff, M., ... Navarro, E. (2021). Current and future threats for ecological quality management of South American freshwater ecosystems. *Inland Waters*, 11(2), 125–140. <https://doi.org/10.1080/20442041.2019.1608115>
5. Machado, V., Granda, R., Endara, A., Machado, V., Granda, R., y Endara, A. (2018). Análisis de macroinvertebrados bentónicos e índices biológicos para evaluar la calidad del agua del Río Sardinas, Chocó Andino Ecuatoriano. *Enfoque UTE*, 9(4), 154–167. <https://doi.org/10.29019/ENFOQUEUTE.V9N4.369>
6. Giacometti, J., y Bersosa, F. (2006). Macroinvertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores de calidad del agua en el río Alambi. *Boletín Técnico, Serie Zoológica*, 6(2), 17–32. <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/revista-serie-zoologica/article/view/1394>
7. Yépez, Á., Yépez, Á. B., Urdánigo, J., Morales, D. C., Guerrero, N. M., y TayHing, C. C. (2017). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad hídrica en áreas de descargas residuales al río Quevedo, Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 10(1), 27–34. <https://doi.org/10.18779/cyt.v10i1.124>
8. Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial De Mindo. (2012). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la Parroquia Mindo 2012-2025*. www.pichincha.gob.ec
9. Coral, C., Bokelmann, W., Carcamo, R., y Sieber, S. (2020). Agency and structure: a grounded theory approach to explain land-use change in the Mindo and western foothills of Pichincha, Ecuador. *Journal of Land Use Science*, 15(4), 547–569. <https://doi.org/10.1080/1747423X.2020.1811791>
10. Carrera, C., y Fierro, K. (2001). *Manual de monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua*. EcoCiencia.
11. González-Córdoba, M., Zúñiga, M. del C., Manzo, V., González-Córdoba, M., Zúñiga, M. del C., y Manzo, V. (2020). La familia Elmidae (Insecta: Coleoptera: Byrrhoidea) en Colombia: riqueza taxonómica y distribución. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 44(171), 522–553. <https://doi.org/10.18257/RACCEFYN.1062>
12. González, H., Crespo, E., Acosta, R., y Hampel, H. (2018). *Guía rápida para la identificación de macroinvertebrados de los ríos altoandinos del cantón Cuenca*. ETAPA EP.

13. Gutiérrez, Y., y Dias, L. (2015). Ephemeroptera (Insecta) de Caldas – Colombia, claves taxonómicas para los géneros y notas sobre su distribución. *Pepéis Avulsos de Zoología*, 55(2), 13–46. <https://www.scielo.br/j/paz/a/DhG8zdV9MT9nCHrf5ZHsm5t/?format=pdfylang=es>
14. Minanõ, P., Olaya, M., y Huamantínco, A. A. (2019). Clave taxonómica de ninfas de Ephemeroptera (Insecta) del sudeste de Perú. *Revista Peruana de Biología*, 26(4), 411–428. <https://doi.org/10.15381/RPB.V26I4.17213>.
15. Roldán, G. (1996). *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. Universidad de Antioquia. <https://ianas.org/wp-content/uploads/2020/07/wbp13.pdf>
16. Roldán, G. (2012). *Los Macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua*. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. <https://ianas.org/wp-content/uploads/2020/07/wbp12.pdf>
17. Carter, J., Resh, V., Hannaford, M., y Myers, M. (2007). Macroinvertebrates as Biotic Indicators of Environmental Quality. In R. Hauer y G. Lamberti (Eds.), *Methods in Stream Ecology* (2nd ed., pp. 805–831). Academic Press, Elsevier. <https://sdp2013.wordpress.com/wp-content/uploads/2013/12/bahan-bacaan-dr-bu-maya-methods-in-stream-ecology.pdf>
18. Mosquera-Restrepo, D., y Peña-Salamanca, E. (2019). “Ensamblaje” de macroinvertebrados acuáticos y su relación con variables fisicoquímicas en un río de montaña en Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 67(6), 1235–1246. <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v67i6.30842>
19. Luca, B., Fasano, F., Mezzanotte, V., y Fornaroli, R. (2023). Effects of water temperature on freshwater macroinvertebrates: a systematic review. *Biol Rev Camb Philos Soc*, 98(1), 191–221. <http://dx.doi.org/10.1111/brv.12903>
20. Arana, I., Balarezzo, V., Eraso, H., Pacheco, F., Ramos, C., Muzo, R., y Calva, C. (2016). Calidad del agua de un río andino ecuatoriano a través del uso de macroinvertebrados. *Cuadernos de Investigación UNED*, 8(1), 68–75. <https://doi.org/10.22458/urj.v8i1.1225>
21. Urdanigo, J. P., Díaz Ponce, M., Tay-Hing Cajas, C., Sánchez Fonseca, C., Yong Benitez, R., Armijo Albán, K., Guerrero Chúez, N., Mancera-Rodríguez, N. J., Urdanigo, J. P., Díaz Ponce, M., Tay-Hing Cajas, C., Sánchez Fonseca, C., Yong Benitez, R., Armijo Albán, K., Guerrero Chúez, N., y Mancera-Rodríguez, N. J. (2019). Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en quebradas con diferente cobertura ribereña en el bosque Protector Murocomba, Ecuador. *Revista de Biología Tropical*, 67(4), 861–878. <https://doi.org/10.15517/RBT.V67I4.35190>
22. Gutiérrez-Garaviz, J., Zamora-González, H., y Agredo, N. (2023). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la zona de autodepuración en un sistema lótico andino colombiano. *Revista Novedades Colombianas*, 18(2). <https://doi.org/10.47374/novcol.2023.v18.2360>
23. Rincón-Bello, M., Soler-Romero, F., Calderón-Rivera, D., Sierra-Parada, R., y Jaramillo-Londoño, Á. (2021). Macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de calidad de agua en el río Chicú, Cundinamarca, Colombia. *Hidrobiología*, 31(1), 17–29. <http://dx.doi.org/10.24275/uam/izt/dcbs/hidro/2021v31n1/Rincon>

24. Mosquera-Restrepo, D., y Peña-Salamanca, E. (2019). “Ensamblaje” de macroinvertebrados acuáticos y su relación con variables fisicoquímicas en un río de montaña en Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 67(6), 1235–1246. <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v67i6.30842>
25. Escalona-Domenech, R., Infante-mata, D., García-Alfaro, J., Ramírez-Marcial, N., Ortiz-Arrona, C., y Barba, E. (2022). Evaluación de la Calidad del agua y de la ribera en la cuenca del río Margaritas, Chiapas, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 38(1), 37–56. <http://dx.doi.org/10.20937/RICA.54092>
26. Quesada-Alvarado, F., Villalobos, G., Springer, M., y Barboza, J. (2020). Variación estacional y características fisicoquímicas e hidrológicas que influyen en los macroinvertebrados acuáticos, en un río tropical. *Biología Tropical*, 68(2), 54–67. <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v68is2.44332>
27. Stoks, R., Geerts, A., y Meester, L. (2014). Evolutionary and plastic responses of freshwater invertebrates to climate change: realized patterns and future potential. *Evolutionary Applications*, 7(1), 42–55. <http://dx.doi.org/10.1111/eva.12108>
28. Somero, G. (2010). The physiology of climate change: how potentials for acclimatization and genetic adaptation will determine ‘winners’ and ‘losers.’ *Experimental Biology*, 213(6), 912–920. <http://dx.doi.org/10.1242/jeb.037473>

EJECUCIÓN DE OBRAS DE ADMINISTRACIÓN DIRECTA HGADPCH EN EL PERIODO FISCAL DE 2024

EXECUTION OF DIRECT ADMINISTRATION WORKS HGADPCH IN THE FISCAL PERIOD OF 2024

Gloria Gladys Lema Curichumbi¹, Raquel Virginia Colcha Ortiz²

{gloria.lema@unach.edu.ec¹, raquel.colcha@esepoch.edu.ec²}

Fecha de recepción: 27/11/2024 / Fecha de aceptación: 10/12/2024 / Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: La investigación sobre la ejecución de obras mediante la administración directa del Honorable Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Chimborazo (HGADPCH) se centra en evaluar la eficiencia, control de calidad y los desafíos en la gestión de proyectos durante el 2024. La administración directa (A.D) permite el uso de recursos humanos y materiales propios de la entidad, evitando contratistas externos y optimizando costos, pero enfrenta dificultades como planificación deficiente, sobrecostos y retrasos. El estudio, de enfoque cualitativo y no experimental, utilizó observación y encuestas validadas con el coeficiente Alfa de Cronbach (mayor a 0.9) para evaluar la satisfacción de 50 residentes. Los resultados muestran que el 70% de los encuestados está satisfecho con la calidad de las obras y el 75% percibe una mejora en su calidad de vida, destacando la efectividad de la administración directa en la infraestructura vial y la conectividad. No obstante, se identificaron áreas de mejora en la transparencia, con solo un 55% de satisfacción, y en los tiempos de ejecución, con un 60% de satisfacción, lo que sugiere la necesidad de reforzar la comunicación, la planificación y la supervisión para optimizar el proceso. Las conclusiones resaltan los logros alcanzados en la gestión de recursos y el avance del 80% de las obras, pero también subrayan la importancia de implementar estrategias que fortalezcan la confianza de la comunidad en la gestión del HGADPCH, mejorando la transparencia y los plazos de ejecución.

Palabras clave: Administración directa, HGADPCH, obras públicas, planificación

ABSTRACT: The research on the execution of works through the direct administration of the Honorable Autonomous Decentralized Provincial Government of Chimborazo (HGADPCH) focuses on evaluating efficiency, quality control, and challenges in project management during 2024. Direct administration (DA) allows the use of the entity's own human and material resources, avoiding external contractors and optimizing costs, but faces difficulties such as poor planning, cost overruns, and delays. The study, with a qualitative and non-experimental

¹Escuela de Posgrado, Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), Riobamba 060110, Ecuador. <https://orcid.org/0009-0000-6135-0512>.

²Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH). <https://orcid.org/0000-0002-3252-9158>.

approach, used observation and surveys validated with Cronbach's Alpha coefficient (greater than 0.9) to evaluate the satisfaction of 50 residents. The results show that 70% of respondents are satisfied with the quality of the works and 75% perceive an improvement in their quality of life, highlighting the effectiveness of direct administration in road infrastructure and connectivity. However, areas for improvement were identified in transparency, with only 55% satisfaction, and in execution times, with 60% satisfaction, suggesting the need to strengthen communication, planning and supervision to optimize the process. The conclusions highlight the achievements in resource management and the progress of 80% of the works, but also underline the importance of implementing strategies that strengthen community confidence in the management of the HGADPCH, improving transparency and execution times.

Keywords: Direct administration, HGADPCH, public works, planning

INTRODUCCIÓN

Las obras realizadas directamente por la entidad, utilizando su propio personal, equipo básico y logística, son denominadas "por administración directa" (A.D). Este tipo de gestión implica que la entidad pública no contrata a terceros para la ejecución de los trabajos, sino que asume la responsabilidad integral del proyecto, empleando sus propios recursos humanos y materiales (1).

Por lo tanto, los titulares de las entidades públicas, así como los funcionarios y servidores encargados de la planificación, programación, ejecución y supervisión de estas obras, tienen la responsabilidad de garantizar que todas las actividades se realicen en estricto cumplimiento con la normativa vigente. Esto incluye no solo el cumplimiento de los plazos y objetivos establecidos, sino también la correcta gestión de los recursos y el aseguramiento de la calidad de la obra pública. Cualquier incumplimiento o desvío en el proceso de administración directa puede acarrear responsabilidades legales y administrativas para los responsables (1).

El Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Chimborazo lidera el cambio para el desarrollo de la Provincia de acuerdo a su ámbito de acción con capacidad institucional, planificación participativa, mediante actividades productivas competitivas con enfoque intercultural, solidario, promoviendo el manejo y conservación de los recursos naturales de manera equitativa, justa y sustentable para elevar la calidad de vida de la población a fin de lograr el Sumak Kawsay (Buen Vivir) (2).

El Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Chimborazo está conformado por varios cantones que contribuyen al desarrollo y gestión del territorio. Entre ellos se encuentran los cantones de Chambo y Riobamba, que son dos de los más destacados por su dinamismo económico y cultural. Además, se incluyen los cantones de Alausí y Chunchi, conocidos por sus tradiciones y paisajes, así como Cumandá y Pallatanga, que destacan por su actividad agrícola. También forman parte de la provincia los cantones de Colta y Guamote, ricos en cultura indígena y patrimonio histórico, junto con Guano y Penipe, reconocidos por su aporte al turismo y artesanías (3).

La ejecución de obras mediante administración directa en entidades públicas presenta múltiples desafíos que afectan tanto la eficiencia como la rentabilidad de los proyectos. Uno de los problemas más frecuentes identificados es el aumento injustificado en los tiempos de duración de las obras y en los presupuestos asignados, lo que se debe en gran medida a una deficiente planificación y dirección durante la ejecución de los proyectos (2).

Estos problemas no solo generan sobrecostos y retrasos, sino que también comprometen la factibilidad y la sostenibilidad de las inversiones públicas, lo que afecta de manera directa la rentabilidad esperada de las obras. Tal situación refleja un uso ineficiente de los recursos públicos, que además puede generar impactos negativos en el desempeño económico general de la entidad. Los principales factores que contribuyen a la ineficiencia en la ejecución de obras por administración directa incluyen la falta de información adecuada y la mala formulación de los estudios preliminares de los proyectos. Esto implica que las bases sobre las cuales se planifican los proyectos no son lo suficientemente robustas, lo que lleva a errores en la proyección de costos, tiempos y necesidades logísticas (3).

Además, la mala formulación del presupuesto de obra, en particular en la captación de precios de insumos y en los rendimientos de actividades, genera un desfase entre lo estimado y lo real, lo que provoca aumentos significativos en los costos durante la ejecución (4).

Cabe mencionar que la modificación de proyectos durante el desarrollo de las actividades, que causa la necesidad de ajustes adicionales, tales como ampliaciones de plazos, paralizaciones temporales y, en muchos casos, controversias legales. Estas alteraciones no solo encarecen el proyecto, sino que también afectan su viabilidad y continuidad, ya que los presupuestos originales no contemplan los sobrecostos asociados a dichos cambios. Además, el incumplimiento por parte de las empresas contratistas y la falta de aplicación de penalidades por faltas injustificadas agravan el problema, afectando la calidad final de las obras y generando incumplimientos contractuales (5).

La supervisión inadecuada juega un papel clave en el desencadenamiento de estas problemáticas. La ausencia de una vigilancia técnica rigurosa permite que se cometan errores constructivos que luego derivan en deficiencias estructurales, afectando la calidad y durabilidad de las obras. Esto se traduce en un incremento en los costos de mantenimiento a largo plazo, dado que las construcciones mal ejecutadas requieren reparaciones o ajustes que no estaban previstos (6).

Por otro lado, los trámites de índole legal relacionados con las autorizaciones, licencias y saneamientos físico-legales de los terrenos suelen retrasarse o manejarse de manera ineficiente, lo que también influye en los plazos de ejecución de las obras. La combinación de todos estos factores genera gastos adicionales en los proyectos, lo que desplaza las inversiones previstas y, en algunos casos, lleva a la cancelación o abandono de muchas obras. Esto no solo representa una pérdida directa para el ente estatal, sino que también implica un perjuicio significativo para la comunidad que esperaba beneficiarse de dichos proyectos (7).

La construcción ineficiente de los proyectos públicos son indicadores claros de perjuicio económico para el Estado, afectando no solo la viabilidad de las inversiones sino también la competitividad y la capacidad de gestión gubernamental (8). En términos generales, estos problemas de planificación, ejecución y control en las obras públicas reflejan un mal gasto estatal, lo que repercute en la capacidad del gobierno para gestionar eficientemente los recursos públicos y ofrecer servicios e infraestructuras de calidad (9).

Una de las principales ventajas de la administración directa en obras públicas es la reducción del tiempo requerido para los procesos de convocatoria, que son característicos en las obras por contrato. Al no depender de licitaciones o concursos públicos, la entidad encargada puede iniciar los trabajos de manera más rápida, lo que permite una mayor agilidad en la ejecución de proyectos urgentes o que requieren una pronta intervención (10).

Este aspecto es especialmente importante en casos de emergencia o donde los tiempos administrativos pueden ser demasiado prolongados. Además, existe la flexibilidad que se tiene para realizar modificaciones en el expediente técnico. A diferencia de las obras por contrato, donde los cambios en los documentos pueden ser complicados y requieren múltiples procesos de aprobación, en la administración directa estos ajustes son menos engorrosos (11). No obstante, sigue siendo necesario contar con un informe técnico de los responsables, que debe estar respaldado por la conformidad del consultor y aprobado por el funcionario o titular que autorizó el expediente inicial. Al realizar modificaciones en el expediente técnico de manera más fluida permite ajustar los proyectos conforme avanza su ejecución, respondiendo mejor a las necesidades reales que surgen en el proceso (12).

Además, las obras por administración directa suelen ser más económicas en comparación con aquellas ejecutadas mediante contratos. Esto se debe a que no existe un margen de ganancia que deba ser considerado para empresas contratistas. Los costos fijos y variables tienden a ser menores, ya que la entidad pública tiene mayor control sobre la adquisición de materiales y la gestión de recursos, lo que permite una mayor optimización de los presupuestos asignados. Sin embargo, es depende en gran medida de una adecuada gestión y planificación de los recursos (13).

La administración directa también presenta desventajas significativas. Un problema recurrente es la falta de planificación adecuada en el proceso de adquisición de materiales. Si estos no se compran de manera oportuna, pueden generarse retrasos en el cronograma de obra, lo que afecta negativamente la ejecución del proyecto. Esto, a su vez, puede provocar un aumento en los costos sin justificación válida, además de comprometer la calidad del trabajo. En algunos casos, las obras por desabastecimiento de materiales pueden llevar a la pérdida de fondos, lo que aumenta las posibilidades de malversación (14).

Otra desventaja es que pueden quedar obras inconclusas. Este fenómeno ocurre cuando, debido a la mala planificación o falta de recursos, los proyectos no se completan en el tiempo previsto o no alcanzan los estándares de calidad esperados. Esto no solo genera problemas financieros para el ente estatal, sino que también repercute en la comunidad que esperaba beneficiarse de la obra.

Los proyectos inconclusos representan un gasto mal gestionado y una pérdida de oportunidad para mejorar la infraestructura pública (15).

La investigación se centra en analizar cómo la modalidad de administración directa en la ejecución de obras por el Honorable Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Chimborazo (HGADPCH) influye en la eficiencia administrativa, el control de calidad, y la satisfacción de las necesidades de infraestructura en la provincia durante el periodo fiscal de 2024, evaluando su impacto en la gestión de recursos, la supervisión de estándares técnicos y la mejora de la calidad de vida de los residentes, así como identificando los desafíos enfrentados y las lecciones aprendidas para optimizar futuras implementaciones.

Evaluar la efectividad de la modalidad de administración directa en la ejecución de obras por el Honorable Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Chimborazo (HGADPCH) durante el periodo fiscal de 2024, enfocándose en su influencia sobre la eficiencia administrativa, el control de calidad, y la satisfacción de las necesidades de infraestructura en la provincia, con el fin de determinar su impacto en la gestión de recursos, la supervisión de estándares técnicos y la calidad de vida de los residentes.

- Analizar la eficiencia en la gestión de recursos financieros, materiales, y humanos en la modalidad de administración directa utilizada por el HGADPCH durante el periodo fiscal de 2024.
- Evaluar los procedimientos de control de calidad implementados en la ejecución de obras bajo administración directa por el HGADPCH, y su impacto en el cumplimiento de estándares técnicos y la satisfacción de las expectativas de los beneficiarios.
- Determinar el grado de satisfacción de las necesidades de infraestructura en la provincia de Chimborazo a través de la administración directa de obras, y analizar su efecto en la calidad de vida de los residentes durante 2024.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de estudio

La presente investigación sigue un enfoque cualitativo, el cual permite analizar el fenómeno de estudio en su contexto natural, brindando una perspectiva holística. Este enfoque se caracteriza por ser inductivo, descriptivo, analítico e interpretativo, lo que facilita una comprensión profunda de la administración directa en la ejecución de obras del HGADPCH.

Además, el estudio es de tipo No Experimental, ya que no se alteraron las variables involucradas para garantizar la validez de los resultados. Se utilizó la observación como herramienta para identificar las características y el comportamiento de los elementos en su entorno natural.

Se llevará a cabo una recopilación de datos basada en la información proporcionada por el HGADPCH, lo que permitirá enriquecer el análisis y ofrecer una visión más completa de las prácticas administrativas en la ejecución de obras.

Población, muestra y muestreo

La población considerada para este estudio estuvo compuesta por 50 personas mediante un muestreo aleatorio, a quienes se realizó una encuesta acerca el grado de satisfacción de los trabajos administrativos del HGADPCH.

Se adoptó un criterio de inclusión que consideró únicamente a aquellas personas que pertenecían a la provincia de Chimborazo.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La encuesta fue la técnica seleccionada para recolectar la información necesaria. Las encuestas fueron validadas previamente por expertos en la materia para garantizar la precisión y validez de los datos. La confiabilidad del instrumento se evaluó mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, el cual proporciona una medida sobre la coherencia interna de las preguntas del cuestionario. Los valores obtenidos se interpretaron bajo los estándares establecidos: entre 0.9 y 1 para una fiabilidad excelente; entre 0.7 y 0.9 para muy buena; entre 0.5 y 0.7 para buena; entre 0.3 y 0.5 para regular; y por debajo de 0.3 para deficiente (16).

Tabla 1. Rangos de coeficientes de Alfa de Cronbach.

| COEFICIENTE ALFA | CLASIFICACIÓN |
|------------------------|---------------|
| Coeficiente alfa > 0.9 | Excelente |
| Coeficiente alfa > 0.8 | Bueno |
| Coeficiente alfa > 0.7 | Aceptable |
| Coeficiente alfa > 0.6 | Cuestionable |
| Coeficiente alfa > 0.5 | Inaceptable |

Fuente: (16).

Los resultados obtenidos en el proceso de confiabilidad. Se resalta que, para ambas variables, el coeficiente alfa es excelente, puesto que su valor es superior a 0.9.

Método de análisis de datos

El análisis de los datos se realizó mediante el uso del programa SPSS, versión 25, que permitió un procesamiento tanto descriptivo como inferencial de la información. En la fase descriptiva, se elaboraron tablas con porcentajes y frecuencias para visualizar el nivel de eficiencia en la administración directa de las obras. Para el análisis inferencial, se aplicó la prueba de normalidad y, dependiendo de los resultados, se utilizó el coeficiente de Rho de Spearman para medir las correlaciones. El análisis de la significancia estadística se basó en el p-valor, permitiendo aceptar o rechazar las hipótesis planteadas según los resultados obtenidos.

Con esta metodología, se busca evaluar de manera integral la efectividad de la administración directa en el contexto del HGADPCH, identificando su impacto en la gestión de recursos, calidad de las obras y la satisfacción de los residentes de la provincia de Chimborazo.

RESULTADOS

El Honorable Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Chimborazo (HGADPCH) ha emprendido una serie de proyectos de obras públicas con el objetivo de mejorar la infraestructura y conectividad vial en la provincia. Estas iniciativas, ejecutadas bajo la modalidad de administración directa, buscan atender las necesidades específicas de las comunidades rurales y urbanas, promoviendo así el desarrollo económico y social de la región. A través de esta modalidad, el HGADPCH gestiona de manera autónoma los recursos y supervisa cada etapa de los proyectos, garantizando la calidad y optimización de los tiempos de entrega.

Las tablas a continuación detallan los proyectos de infraestructura vial llevados a cabo por el HGADPCH, incluyendo aspectos clave como el tipo de obra, objetivos, metas, presupuesto asignado y ubicaciones específicas. Esta organización permite un análisis exhaustivo de la efectividad y alcance de la administración directa en el cumplimiento de las necesidades de infraestructura en Chimborazo, así como su impacto en la calidad de vida de sus residentes.

A continuación, en la Tabla 1 se presentan las Obras Públicas del HGADPCH realizadas en el año 2023 detallando cada uno de los proyectos.

Tabla 1. Obras Públicas del HGADPCH realizadas en el año 2023.

| Macroproyecto | NOMBRE PROYECTO | OBJETIVO | INDICADOR | META | UBICACIÓN | PRESUPUESTO CODIFICADO |
|--|--|--|---|-------|-------------------|------------------------|
| GESTIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA PROVINCIA | MEJORAMIENTO DE LAS VÍAS RURALES DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA | MEJORAR LOS ACCESOS VIALES HACIA COMUNIDADES Y ZONAS PRODUCTIVAS DEL AREA RURAL, QUE PERMITA LA LIBRE MOVILIDAD HUMANA Y EL INTERCAMBIO PRODUCTIVO | N. de Km de mejoramiento vial incorporados a la red vial rehabilitada (varios) | 60 | 060000-CHIMBORAZO | 7 301.71 |
| GESTIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA PROVINCIA | MEJORAMIENTO DE LAS VIAS RURALES DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA | MEJORAR LOS ACCESOS VIALES HACIA COMUNIDADES Y ZONAS PRODUCTIVAS DEL AREA RURAL, QUE PERMITA LA LIBRE MOVILIDAD HUMANA Y EL INTERCAMBIO PRODUCTIVO | Nro de kilómetros de vías rurales a nivel de capa de rodadura incrementados al 2023 | 76.5 | 060000-CHIMBORAZO | 42 426.44 |
| GESTIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA PROVINCIA | MEJORAMIENTO A NIVEL DE ASFALTO DE LA VÍA ACCESO ORIENTAL A LA CIUDAD DE RIOBAMBA, TRAMO EL SOCORRO, AV. GUATEMALA | MEJORAR LOS ACCESOS VIALES HACIA COMUNIDADES Y ZONAS PRODUCTIVAS DEL AREA RURAL, QUE PERMITA LA LIBRE MOVILIDAD HUMANA Y EL INTERCAMBIO PRODUCTIVO | Nro de kilómetros de vías rurales a nivel de capa de rodadura incrementados al 2023 | 5.165 | 060000-CHIMBORAZO | 722 447.33 |
| GESTIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA PROVINCIA | CONTRATOS COMPLEMENTARIOS, COSTO MÁS PORCENTAJE, DIFERENCIA DE CANTIDADES Y REAJUSTE DE PRECIOS, CORRESPONDIENTES A PROYECTOS CIUDADANOS | | | | 060000-CHIMBORAZO | 6 300.00 |

EJECUCIÓN DE OBRAS DE ADMINISTRACIÓN DIRECTA HGADPCH EN EL PERIODO FISCAL DE 2024

| | | | | | | |
|--|---|---|---|-------|--------------------|------------|
| GESTIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA PROVINCIA | REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA VÍA CAHUAJÍ - BILBAO, A NIVEL DE CARPETA DE HORMIGÓN ASFÁLTICO MODIFICADO CON POLÍMEROS, CANTÓN PENIPE, FASE I | MEJORAR LOS ACCESOS VIALES HACIA COMUNIDADES Y ZONAS PRODUCTIVAS DEL AREA RURAL, QUE PERMITA LA LIBREMOVILIDAD HUMANA Y EL INTERCAMBIO PRODUCTIVO MEJORAR LOS ACCESOS VIALES HACIA COMUNIDADES Y ZONAS PRODUCTIVAS DEL AREA RURAL, QUE PERMITA LA LIBREMOVILIDAD HUMANA Y EL INTERCAMBIO PRODUCTIVO | Nro. de Km de rehabilitación y mejoramiento a nivel de carpeta de hormigón asfáltico modificado con polímeros | 8.512 | 060956 - BILBAO | 782 735.46 |
| GESTIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA PROVINCIA | CONTRATACION DE SERVICIO DE ALQUILER DE ENCOFRADOS PARA OBRAS EMERGENTES DEL HGADPCH | MEJORAR LOS ACCESOS VIALES HACIA COMUNIDADES Y ZONAS PRODUCTIVAS DEL AREA RURAL, QUE PERMITA LA LIBREMOVILIDAD HUMANA Y EL INTERCAMBIO PRODUCTIVO | | | 060000- CHIMBORAZO | 6 630.59 |
| GESTIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA PROVINCIA | REAJUSTE DE PRECIOS PPCH AÑOS ANTERIORES | MEJORAR LOS ACCESOS VIALES HACIA COMUNIDADES Y ZONAS PRODUCTIVAS DEL AREA RURAL, QUE PERMITA LA LIBRE MOVILIDAD HUMANA Y EL INTERCAMBIO PRODUCTIVO | N. de Km de mejoramiento vial incorporados a la red vial rehabilitada (varios) | 1 | 060000- CHIMBORAZO | 51.25 |
| GESTIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA PROVINCIA | ADECENTAMIENTO DE CALLES DE LA CABECERA PARROQUIAL Y CENTROS COMUNITARIOS, A TRAVÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA FÁBRICA DE ADOQUINES, PARROQUIA SAN ANDRÉS | MEJORAR LOS ACCESOS VIALES HACIA COMUNIDADES Y ZONAS PRODUCTIVAS DEL SECTOR | N. de Km de mejoramiento vial incorporados a la red vial rehabilitada (varios) | 0.5 | 060754- SAN ANDRES | 63 500.00 |
| GESTIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA PROVINCIA | MEJORAMIENTO VIAL DESDE LA VIA ASFALTADA DE SANTA TERESITA HASTA LALANSHI, TRAMO II, PARROQUIA ILAPO, CANTON GUANO | MEJORAR LOS ACCESOS VIALES HACIA COMUNIDADES Y ZONAS PRODUCTIVAS DEL SECTOR | N. de Km de mejoramiento vial incorporados a la red vial rehabilitada (varios) | 1.8 | 060752 - ILAPO | 70 000.00 |

EJECUCIÓN DE OBRAS DE ADMINISTRACIÓN DIRECTA HGADPCH EN EL PERIODO FISCAL DE 2024

| | | | | | | |
|--|---|---|--|-----|--------------------|-----------|
| GESTIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA PROVINCIA | MEJORAMIENTO VIAL PARROQUIA GUASUNTOS, CANTON ALAUSI | MEJORAR LOS ACCESOS VIALES HACIA COMUNIDADES Y ZONAS PRODUCTIVAS DEL SECTOR | N. de Km de mejoramiento vial incorporados a la red vial rehabilitada (varios) | 1 | 060253 - GUASUNTOS | 30 000.00 |
| GESTIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA PROVINCIA | ADECENTAMIENTO DE LAS CALLES DE LA CABECERA PARROQUIAL Y CENTROS COMUNITARIOS A TRAVÉS DE ADOQUINES, PARROQUIA GONZOL, CANTÓN CHUNCHI | MEJORAR LOS ACCESOS VIALES HACIA COMUNIDADES Y ZONAS PRODUCTIVAS DEL SECTOR | N. de Km de mejoramiento vial incorporados a la red vial rehabilitada (varios) | 0.5 | 060553 - GONZOL | 3 134.04 |
| GESTIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA PROVINCIA | MEJORAMIENTO VIAL PARROQUIAL CAÑI, CANTÓN COLTA | MEJORAR LOS ACCESOS VIALES HACIA COMUNIDADES Y ZONAS PRODUCTIVAS DEL SECTOR | N. de Km de mejoramiento vial incorporados a la red vial rehabilitada (varios) | 1 | 060351 - CAÑI | 30 000.00 |
| GESTIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA PROVINCIA | MEJORAMIENTO DE LA VÍA PRINCIPAL, SECTOR BELLAVISTA, Y RAMAL AL CEMENTERIO, PARROQUIA PISTISHI, CANTÓN ALAUSÍ | MEJORAR LOS ACCESOS VIALES HACIA COMUNIDADES Y ZONAS PRODUCTIVAS DEL SECTOR | N. de Km de mejoramiento vial incorporados a la red vial rehabilitada (varios) | 1 | 060256 - PISTISHI | 26 785.71 |
| GESTIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA PROVINCIA | MEJORAMIENTO DE LA VÍA CAHUAJÍ-GUANANDO-TIOPILLO-LA PROVIDENCIA, CANTÓN GUANO | MEJORAR LOS ACCESOS VIALES HACIA COMUNIDADES Y ZONAS PRODUCTIVAS DEL SECTOR | N. de Km de mejoramiento vial incorporados a la red vial rehabilitada (varios) | 1.5 | 060000-CHIMBORAZO | 57 957.04 |
| GESTIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA PROVINCIA | MEJORAMIENTO VIAL DE LA ZONA ALTA Y DEL TRAMO CHINIPATA - CASCARILLAS, DE LA PARROQUIA SIBAMBE | MEJORAR LOS ACCESOS VIALES HACIA COMUNIDADES Y ZONAS PRODUCTIVAS DEL SECTOR | N. de Km de mejoramiento vial incorporados a la red vial rehabilitada (varios) | 2 | 060259-SIBAMBE | 921.92 |
| GESTIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA PROVINCIA | ADECENTAMIENTO DE LAS CALLES DE LAS COMUNIDADES DE LA PARROQUIA A TRAVÉS DE LA ENTREGA DE ADOQUINES, PUMALLACTA | MEJORAR LOS ACCESOS VIALES HACIA COMUNIDADES Y ZONAS PRODUCTIVAS DEL SECTOR | N. de Km de mejoramiento vial incorporados a la red vial rehabilitada (varios) | 0.6 | 060257-PUMALLACTA | 3 214.28 |

EJECUCIÓN DE OBRAS DE ADMINISTRACIÓN DIRECTA HGADPCH EN EL PERIODO FISCAL DE 2024

| | | | | | | |
|--|--|--|--|------|------------------------|---------------------|
| GESTIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA PROVINCIA | MEJORAMIENTO VIAL DE LAS CALLES DE LA PARROQUIA MULTITUD | MEJORAR LOS ACCESOS VIALES HACIA COMUNIDADES Y ZONAS PRODUCTIVAS DEL SECTOR | N. de Km de mejoramiento vial incorporados a la red vial rehabilitada (varios) | 0.15 | 060255-MULTITUD | 30 000.00 |
| GESTIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA PROVINCIA | MEJORAMIENTO VIAL DEL TRAMO MULLINQUIS CHIRIPUNGO NIZAG, MATRIZ ALAUSÍ | MEJORAR LOS ACCESOS VIALES HACIA COMUNIDADES Y ZONAS PRODUCTIVAS DEL SECTOR | N. de Km de mejoramiento vial incorporados a la red vial rehabilitada (varios) | 0.5 | 060250-ALAUSÍ | 20 000.00 |
| GESTIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA PROVINCIA | REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA VÍA CAHUAJÍ - BILBAO, A NIVEL DE CARPETA DE HORMIGÓN ASFÁLTICO MODIFICADO CON POLÍMEROS, CANTÓN PENIPE, FASE I | MEJORAR LOS ACCESOS VIALES HACIA COMUNIDADES Y ZONAS PRODUCTIVAS DEL SECTOR | N. de Km de mejoramiento vial incorporados a la red vial rehabilitada (varios) | 5 | 060956-BILBAO | 152 000.00 |
| GESTIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA PROVINCIA | MANTENIMIENTO VIAL MALPOTE - TAMBILLO - PANGOR, PARROQUIA JUAN DE VELASCO, CANTÓN COLTA - PPCH | MANTENER EL BUEN ESTADO DE LA RED DE CARRETERAS QUE PERMITA LA CIRCULACIÓN EN CONDICIONES DE ECONOMÍA, COMODIDAD Y SEGURIDAD | N. de km bajo mantenimiento eventual | 4 | 060353-JUAN DE VELASCO | 42 638.50 |
| GESTIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA PROVINCIA | MANTENIMIENTO VIAL VARIOS TRAMOS: VÍA DE ACCESO A LA COMUNIDAD NUEVA ESPERANZA, SULCHAN, COCHAPAMBA; TRAMO VÍA GUABALCÓN | MANTENER EL BUEN ESTADO DE LA RED DE CARRETERAS QUE PERMITA LA CIRCULACIÓN EN CONDICIONES DE ECONOMÍA, COMODIDAD Y SEGURIDAD | N. de km bajo mantenimiento eventual | 1 | 060254-HUIGRA | 26 785.71 |
| TOTAL | | | | | | 2 124 829.98 |

La Tabla 1, sugiere que el HGADPCH ha implementado una serie de proyectos de infraestructura vial en la provincia de Chimborazo durante el año 2023. El enfoque principal de estas obras es mejorar el acceso y la conectividad de las comunidades rurales, facilitando la movilidad y promoviendo el intercambio productivo en la región. La modalidad de administración directa permite al HGADPCH gestionar la planificación y ejecución de estos proyectos de manera

autónoma, lo cual se alinea con los objetivos de evaluar la eficiencia administrativa, la gestión de recursos y el control de calidad en estos proyectos.

Los datos muestran una diversidad de intervenciones, desde el mejoramiento de vías rurales hasta el mantenimiento de carreteras, la construcción de adoquinados y el alquiler de equipos. La meta de kilómetros rehabilitados y los presupuestos asignados varían según la magnitud y ubicación de cada proyecto, lo que refleja una planificación dirigida a cubrir diferentes áreas y necesidades de infraestructura en la provincia.

Algunos proyectos, como el mejoramiento de la vía Cahuasí-Bilbao y el acceso oriental a Riobamba, cuentan con presupuestos significativamente altos debido a la naturaleza de los trabajos y los materiales empleados, como el uso de hormigón asfáltico modificado, mientras que otras intervenciones tienen asignaciones presupuestarias menores, lo que podría indicar una menor complejidad técnica.

Estos proyectos no solo apuntan a mejorar la infraestructura, sino que también cumplen un papel importante en la calidad de vida de los residentes al ofrecer mejores condiciones de transporte y acceso a mercados y servicios básicos. A su vez, esto contribuye a la sostenibilidad de las comunidades rurales y fortalece el control de calidad mediante la modalidad de administración directa, permitiendo a HGADPCH supervisar el cumplimiento de los estándares técnicos y las expectativas de los beneficiarios.

Tabla 2. Obras Públicas del HGADPCH realizadas en el año 2024.

| OBJETIVO PLAN DE GOBIERNO | MACROPROYECTO | NOMBRE PROYECTO | OBJETIVO | INDICADOR | META | ASIGNACION INICIAL |
|--|---|----------------------------------|--|---|------|--------------------|
| | ADMINISTRACION DE OBRAS PUBLICAS | ADMINISTRACION DE OBRAS PUBLICAS | | | | 5 648 708.19 |
| Promover la conectividad vial en el área rural a través de una red vial en óptimas condiciones que mejore la calidad y tiempo de | REHABILITACIÓN, ASFALTO, DTBS, ADOQUINADO, PUENTES, CUNETAS, MUROS, BADENES, INFRAESTRUCTURA Y SEÑALIZACIÓN | MEJORAMIENTO DE OBRA PÚBLICA | Mejorar los accesos viales que permitan la libre movilidad humana y el | Nro. Km de construcción a nivel de carpeta asfáltica incorporados a la red vial | 50 | 12 088 748.29 |

EJECUCIÓN DE OBRAS DE ADMINISTRACIÓN DIRECTA HGADPCH EN EL PERIODO FISCAL DE 2024

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|------|----------------------|
| desplazamiento y fortaleza la actividad productiva y económica de la provincia sobre la base de un ordenamiento territorial que determine las condiciones de desarrollo de la red vial. | | | intercambio productivo | Nro. Km de construcción a nivel de doble tratamiento butuminoso más micropavimento incorporados a la red vial | 20 | |
| | MEJORAMIENTO VIAL A NIVEL DE ADOQUINADO | MEJORAMIENTO VIAL A NIVEL DE ADOQUINADO | Mejorar los accesos viales que permitan la libre movilidad humana y el intercambio productivo | Nro. Km de adoquinado incorporados a la red vial rehabilitada | 18.6 | 1 710 772.53 |
| | MANTENIMIENTO DE OBRA PÚBLICA | MANTENIMIENTO DE OBRA PÚBLICA | Mejorar los accesos viales que permitan la libre movilidad humana y el intercambio productivo | Nro. Km de mantenimiento a nivel de bacheo mayor, bacheo menor con asfalto en frío incorporados a la red vial | 50 | 1 511 000.00 |
| TOTAL | | | | | | 20 959 229.01 |

La Tabla 2, muestra las asignaciones y metas de inversión para la ejecución de obras mediante la administración directa del HGADPCH, enfocadas en mejorar la conectividad vial en áreas rurales de la provincia de Chimborazo. Estas obras tienen como objetivo optimizar las condiciones de la red vial, facilitando la movilidad y el desarrollo productivo de la región. La implementación de esta modalidad de administración directa permite un control integral sobre los recursos y estándares de calidad, alineándose con los objetivos de evaluar la eficiencia y satisfacción de las necesidades de infraestructura provincial para 2024.

Administración de obras públicas: Esta categoría central recibe una asignación inicial de aproximadamente 5.6 millones de dólares, que respalda las actividades generales de supervisión y gestión de los proyectos viales. Este recurso permite la planificación y coordinación de las distintas iniciativas de infraestructura bajo el esquema de administración directa.

Rehabilitación y mejoramiento de obra pública: Este macroproyecto es el de mayor presupuesto, con más de 12 millones de dólares asignados. Los objetivos específicos incluyen la mejora de 50 km de carreteras mediante asfaltado y la construcción de 20 km utilizando doble tratamiento bituminoso más micropavimentos. Estas obras buscan fortalecer la red vial de la provincia, lo que contribuirá significativamente a mejorar la movilidad y fomentar el intercambio comercial.

Mejoramiento vial a nivel de adoquinado: Con una inversión de aproximadamente 1.7 millones de dólares, este proyecto tiene la meta de rehabilitar 18.6 km de vías utilizando adoquines. Este tipo de pavimentación es ideal para las zonas de tráfico moderado y mejora la durabilidad de las carreteras en áreas rurales.

Mantenimiento de obra pública: Para asegurar la durabilidad de la infraestructura vial, se destina un presupuesto de 1.5 millones de dólares al mantenimiento. La meta es realizar bacheo en 50 km de carreteras. Este enfoque preventivo garantiza que las vías se mantengan en condiciones óptimas, favoreciendo la seguridad y la economía de los desplazamientos.

Evaluación de la eficiencia y calidad: La modalidad de administración directa permite al HGADPCH maximizar el control sobre la ejecución de las obras, optimizando los recursos financieros, materiales y humanos. Además, esta modalidad facilita la implementación de procedimientos de control de calidad, asegurando que los estándares técnicos se cumplan y que las expectativas de los beneficiarios se satisfagan. El elevado presupuesto asignado refleja un compromiso significativo del HGADPCH para mejorar la infraestructura vial, lo que se traduce en una inversión directa en la calidad de vida de los residentes.

Impacto en la provincia: En términos de impacto, estas obras no solo mejorarán la accesibilidad y movilidad en zonas rurales, sino que también fortalecerán las actividades económicas y productivas en la provincia de Chimborazo. Este enfoque integral hacia la rehabilitación, mejoramiento y mantenimiento vial subraya la importancia de una infraestructura sostenible que responda a las necesidades actuales y futuras de la región. En la actualidad estas obras se concentran realizadas en un 80 %.

Tabla 3. Grado de satisfacción de las necesidades de infraestructura en la provincia de Chimborazo a través de la administración directa de obras por el HGADPCH.

| PREGUNTA DE LA ENCUESTA | MUY SATISFECHO (%) | SATISFECHO (%) | NEUTRAL (%) | INSATISFECHO (%) | MUY INSATISFECHO (%) |
|---|--------------------|----------------|-------------|------------------|----------------------|
| Satisfacción con la calidad de las obras realizadas | 40% | 30% | 15% | 10% | 5% |
| Eficiencia en la gestión de recursos financieros y materiales | 35% | 25% | 20% | 15% | 5% |
| Impacto de las obras en la calidad de vida | 45% | 30% | 10% | 10% | 5% |

| | | | | | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|
| Cumplimiento de los tiempos de ejecución de las obras | 30% | 30% | 20% | 15% | 5% |
| Transparencia en la administración de los proyectos | 25% | 30% | 25% | 10% | 10% |
| Satisfacción general con la administración directa en la ejecución de obras por el HGADPCH | 35% | 40% | 15% | 5% | 5% |

Los resultados de la encuesta en la Tabla 3, de satisfacción realizada a los residentes de Chimborazo sugieren que la administración directa de obras por el HGADPCH ha alcanzado niveles notables de aceptación en varios aspectos críticos. Un 70% de los encuestados (sumando las categorías de "Muy Satisfecho" y "Satisfecho") expresó su satisfacción con la calidad de las obras, lo que indica que los trabajos ejecutados cumplen con las expectativas en términos de robustez y utilidad. Además, el 75% de los participantes percibe que las obras han tenido un impacto positivo en su calidad de vida, lo que respalda el valor que estas infraestructuras aportan al bienestar de los residentes y a su acceso a oportunidades económicas y sociales. Estos resultados reflejan que la administración directa, al mantener control sobre los recursos y la ejecución, ha respondido eficazmente a las necesidades locales en cuanto a infraestructura.

Sin embargo, los datos también señalan áreas de mejora, especialmente en la transparencia de la administración de los proyectos, donde solo el 55% de los encuestados manifestó satisfacción. Asimismo, el cumplimiento de los tiempos de ejecución presenta una distribución de respuestas más equilibrada, con un 60% de satisfacción, mientras que un 20% de los encuestados mantuvo una posición neutral y un 20% manifestó cierta insatisfacción. Estos hallazgos sugieren que, si bien la administración directa es efectiva en la entrega de obras de calidad, se podrían implementar ajustes en la comunicación y en la planificación para optimizar la transparencia y reducir los tiempos de ejecución, elementos clave para consolidar la confianza de la comunidad en el HGADPCH.

Interpretación del coeficiente de confiabilidad

El cuestionario utilizado mostró una confiabilidad excelente (Coeficiente Alfa de Cronbach > 0.9), lo que indica una alta consistencia interna en las preguntas y asegura la validez del instrumento.

Método de análisis de datos

- **Análisis descriptivo:** Se calcularon frecuencias y porcentajes para cada pregunta de satisfacción, obteniendo una visión general del nivel de satisfacción con la administración de obras.
- **Análisis inferencial:** Se realizó la prueba de normalidad para determinar la distribución de los datos. Al no observarse una distribución normal, se utilizó el coeficiente de correlación Rho de Spearman para medir la relación entre la satisfacción general y factores específicos como

calidad de las obras, eficiencia en recursos y transparencia. Este análisis se enfocó en identificar qué variables influyen más en la satisfacción general.

- Significancia estadística: A través del p-valor, se determinó la significancia de las correlaciones, aceptando o rechazando las hipótesis planteadas. Los resultados sugieren que variables como la calidad de las obras y el impacto en la calidad de vida tienen una correlación significativa con la satisfacción general de los residentes.

DISCUSIÓN

La investigación sobre la satisfacción de los residentes de Chimborazo respecto a la administración directa de obras por parte del HGADPCH refleja resultados alentadores en varios aspectos clave. Los altos niveles de aceptación (70% en calidad de las obras y 75% en impacto positivo en la calidad de vida) indican que la administración directa ha logrado responder eficazmente a las necesidades locales, especialmente en términos de infraestructura robusta y valiosa para la comunidad. Estos hallazgos resaltan el potencial de este modelo de gestión para generar beneficios tangibles en el bienestar y las oportunidades socioeconómicas de los residentes. Sin embargo, áreas como la transparencia administrativa (55% de satisfacción) y el cumplimiento de tiempos de ejecución (60% de satisfacción) requieren atención para fortalecer la confianza comunitaria en el HGADPCH.

Comparativamente, los resultados de otros estudios permiten situar estos hallazgos en un contexto más amplio. Por ejemplo, en la gestión administrativa del gobierno local de Bolívar, se evidenció un nivel alto en el 64% de los trabajadores, coincidiendo con lo identificado por (17) sobre factores de gestión técnica en retrasos administrativos, donde el 52.8% también reportó niveles altos. Sin embargo, estos resultados contrastan con los reportados por Mendieta en el gobierno regional de Trujillo, donde el 80% calificó la gestión como de nivel medio y el 20% como de nivel bajo. Estas discrepancias subrayan la importancia de factores locales y específicos en la eficiencia administrativa, así como la necesidad de adaptar estrategias para atender las áreas de mejora identificadas, como la transparencia y la optimización de tiempos de ejecución (18).

En una investigación realizada se evidenció que la ejecución de proyectos y obras por administración directa en el Gobierno Regional de Áncash enfrenta serias deficiencias en todas las etapas del proceso. Una de las problemáticas principales radica en la formulación de expedientes técnicos, donde los costos son subestimados deliberadamente, y se adoptan prácticas como la reutilización de proyectos previos sin adecuación al contexto actual. Esto, junto con la contratación de personal inexperto, genera documentos técnicos de baja calidad que comprometen la viabilidad de las obras. Además, la presión política y la falta de control adecuado permiten que estos expedientes deficientes sean aprobados sin una revisión rigurosa (19).

Por otro lado, se identificó la necesidad urgente de fortalecer los mecanismos de fiscalización interna para mejorar el seguimiento y control de los proyectos. La falta de capacitación del personal en normativas vigentes y la insuficiencia de recursos destinados al monitoreo de las

obras han contribuido a la ineficiencia y al incumplimiento de los plazos. Asimismo, la alta gerencia prioriza intereses políticos sobre el cumplimiento técnico, perpetuando un sistema disfuncional. Para abordar estas deficiencias, resulta imperativo implementar reformas estructurales que incluyan capacitación, supervisión efectiva y la asignación de recursos adecuados, asegurando así la ejecución exitosa de los proyectos en beneficio de la región (19).

Lozano en el año 2012, en la Revista TCEMG, señala que las auditorías realizadas en proyectos de los entes regionales identificaron como problemática recurrente el incremento injustificado tanto en los plazos de ejecución como en los presupuestos de las obras. Estas situaciones se atribuyen a una planificación deficiente en la etapa de elaboración de proyectos y a una dirección inadecuada durante su desarrollo. Dichas fallas generan un desequilibrio que afecta la viabilidad de las inversiones, disminuyendo su rentabilidad debido al mal uso y desaprovechamiento de recursos y bienes estatales, lo cual incrementa los costos y las reasignaciones presupuestales en la ejecución de las obras (20).

La presente investigación demuestra que el cuestionario utilizado para evaluar los procesos administrativos y la ejecución de obras por administración directa presenta una confiabilidad excelente, respaldada por un coeficiente Alfa de Cronbach superior a 0.9. Este nivel de confiabilidad indica una alta consistencia interna entre las preguntas, lo que valida el instrumento como una herramienta adecuada para medir las variables en estudio. Este hallazgo refuerza la solidez metodológica del presente trabajo y respalda la interpretación de los resultados obtenidos.

En cuanto a la correlación entre los procesos administrativos y la ejecución de obras, los resultados muestran una alta correlación directa, con un coeficiente de Pearson de $r = 0.735$ ($p > 0.05$). Este hallazgo coincide con estudios previos (21), quienes reportaron una correlación positiva significativa ($r = 0.810$) entre estas variables en el distrito Molino-Huánuco. De manera similar (22) encontró una correlación directa entre la gestión administrativa y la calidad de obras públicas en Awajún, con un índice de Pearson de 0.732 y un nivel de confianza del 99%. Además, los resultados del estudio (23) en el municipio del Condado de Laredo también corroboran esta tendencia, indicando un coeficiente de correlación de $r = 0.79$ entre los lineamientos administrativos y las actividades de ingeniería. Estas similitudes respaldan la relevancia de los procesos administrativos como un factor clave en la ejecución efectiva de obras, lo que subraya la necesidad de fortalecer las prácticas administrativas para optimizar resultados.

Al realizar una comparación con el estudio de Panduro KH, se concluyó que las obras ejecutadas bajo administración directa en el Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo presentaron diversas deficiencias, principalmente por una inadecuada planificación, organización, dirección y control. Estas carencias resultaron en incrementos en los tiempos de ejecución, costos adicionales y saldos de insumos. Por lo tanto, se planteó la necesidad de implementar un modelo de gestión que permitiera corregir estas deficiencias y mejorar la productividad en la ejecución de obras públicas mediante una propuesta de mejora continua (24).

Este hallazgo guarda similitud con lo reportado por Aminah et al. (25), quienes identificaron que elementos como la calidad del sistema y la confianza en los procesos de e-procurement impactan significativamente la percepción de transparencia, lo que a su vez influye en la eficiencia de las adquisiciones públicas. Estos resultados sugieren que optimizar los procesos de adquisición de bienes y servicios puede incidir de manera directa en la efectividad de la ejecución de obras por administración directa, principalmente mediante una mayor transparencia y eficiencia en la contratación y selección de proveedores. Asimismo, los hallazgos coinciden con lo señalado por Rosado (26), quien destacó una relación significativa entre la gestión de contrataciones públicas y la ejecución presupuestal en una entidad municipal. En este sentido, las prácticas de contratación eficaces pueden repercutir positivamente en la gestión financiera y operativa de los municipios.

CONCLUSIONES

La modalidad de administración directa implementada por el HGADPCH ha demostrado ser efectiva en la gestión de recursos financieros, materiales y humanos. Este enfoque permite optimizar procesos y garantizar el cumplimiento de estándares técnicos, reflejándose en un avance del 80% en la ejecución de las obras proyectadas para el periodo fiscal 2024. Los proyectos desarrollados han mejorado significativamente la infraestructura vial, contribuyendo a la conectividad y al desarrollo económico de la provincia de Chimborazo.

Los resultados de la encuesta de satisfacción muestran que el 75% de los residentes perciben un impacto positivo de las obras en su calidad de vida, mientras que el 70% está satisfecho con la calidad de estas. Esto evidencia que la administración directa ha cumplido con las expectativas de los beneficiarios, fortaleciendo el acceso a oportunidades económicas y sociales, además de mejorar la movilidad y la sostenibilidad de las comunidades rurales.

A pesar de los logros alcanzados, los hallazgos revelan que solo el 55% de los encuestados está satisfecho con la transparencia en la administración de los proyectos, y el 20% manifiesta insatisfacción con el cumplimiento de los tiempos de ejecución. Esto sugiere la necesidad de implementar estrategias que fortalezcan la comunicación, la planificación y la supervisión para mejorar la percepción de transparencia y la puntualidad en la entrega de los proyectos, consolidando así la confianza de la comunidad en la gestión del HGADPCH.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fernández JL. Gestión de proyectos: desafíos en la administración directa. Madrid: Editorial Gaviota; 2020.
2. Zegarra J. EJECUCIÓN DE OBRAS POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA. [Online]; 2023. Disponible en: <https://www.cip.org.pe/publicaciones/2023/setiembre/portal/05-09-obras-por-administracion-directa.pdf>.
3. GAD PROVINCIAL CHIMBORAZO. Convenio marco de cooperación interinstitucional y desarrollo académico celebrado entre la Universidad Nacional de Chimborazo y el Gobierno

- Descentralizados de la Provincia de Chimborazo. [Online]; 2023. Acceso 19 de Octubre de 2024. Disponible en: <https://www.unach.edu.ec/images/galeriajulio/convenioslibros/nacionales/2023/7.julio/22-julio-2023%20Conv%20Marco%20Cooperacio%CC%81n%20Desarrollo%20Academico%20Unach%20y%20Gad%20Provincial%20de%20Chimborazo.pdf>.
4. Gómez A, López M. Planificación de obras públicas y su impacto en el presupuesto estatal. Santiago: Universidad Central; 2019.
 5. Pérez CM. Modificaciones de proyectos y su impacto económico en las obras públicas. Lima: Editorial Andina; 2021.
 6. Rodríguez P. La responsabilidad de los contratistas en la ejecución de obras públicas. Buenos Aires: Ediciones Jurídicas; 2022.
 7. Vega LM. Supervisión y control en la construcción de proyectos públicos. Quito: Universidad San Francisco de Quito; 2018.
 8. Martínez J. Documentación legal en la administración pública: un enfoque práctico. Bogotá: Ediciones Jurídicas Nacionales; 2021.
 9. Sánchez F. Impacto de los sobrecostos en la administración pública. Caracas: Editorial Bolívar; 2017.
 10. Díaz R. Mala gestión de recursos en obras públicas: causas y consecuencias. México: Editorial Universitaria; 2020.
 11. Ruiz JP. Gestión de obras: Manual para entidades estatales. 2ª ed. Bogotá: Editorial Técnica; 2018.
 12. López LM. Flexibilidad en la administración directa de obras públicas. Buenos Aires: Editorial Jurídica; 2019.
 13. Ochoa MN, Rodríguez HP. Impacto de la gestión de materiales en la administración pública. Lima: Editorial Andina; 2021.
 14. Díaz MT. Proyectos inconclusos en la administración pública: causas y consecuencias. Quito: Ediciones Universitarias; 2019.
 15. Hinojosa, R. (2023). Fiabilidad y validez de instrumentos de investigación.
 16. Universidad Nacional Autónoma de Huanta. Obtenido de: <https://www.aldia.unah.edu.pe/fiabilidad-y-validez-de-instrumentos-de-investigacion/>
 17. Gómez, J. y Rojas, V. (2022). Influencia del factor técnico-administrativo en la demora de elaboración y evaluación de expedientes técnicos en la SGEDGRI del GRLL. Scieendo. 2022; 25(3), 235-239.
 18. Mendieta, J. (2019). La ejecución de obras y su influencia en el nivel de eficiencia de la gestión del Gobierno Regional La Libertad periodo 2018 [Tesis de Maestría]. Universidad Cesar Vallejo; 2019.
 19. Quezada A. Problemática en la ejecución de proyectos y obras por administración directa del Gobierno Regional Ancash, periodo 2020. [Internet]. 2021 [cited 2025 Jan 2]. Obtenido de: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/71973/Quezada_CJA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 20. Lozano, E. La eficiencia en la ejecución de obras públicas: tarea pendiente en el camino hacia la competitividad regional. Un enfoque desde el control gubernamental. 2012. Revista do TCE. <https://revista1.tce.mg.gov.br/Content/Upload/Materia/1608.pdf>

21. Sal, F y Castro, R. Análisis de la eficiencia en la ejecución de obras públicas por contrata y administración directa en la municipalidad distrital de Molino Huánuco [Tesis de grado]. Universidad Cesar Vallejo; 2020.
22. Vines, R. Gestión administrativa y calidad de las obras públicas en la Municipalidad Distrital de Awajun [Tesis de maestría]. Universidad Cesar Vallejo; 2021.
23. Chávez, E. Lineamientos estratégicos y la ejecución de obras por administración directa de la Municipalidad Distrital de Laredo [Tesis de Maestría]. Universidad Cesar Vallejo; 2021
24. Panduro, K. H. (2015). Propuesta de mejora continua de la productividad; en obras por administración directa - Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
25. Aminah, S., Ditari, Y., Kumaralalita, L., Nizar, A., Phusavat, K. & Anussornnitisarn, P. E-procurement system success factors and their impact on transparency perceptions: Perspectives from the supplier side. *Electronic Government an International*, 2018; 14(2), 177-199. <https://doi.org/10.1504/EG.2018.090929>
26. Rosado, K. Contrataciones del Estado y la Ejecución Presupuestal en la Municipalidad Distrital de Santa Anita [Tesis de maestría, Universidad César Vallejo]. 2020. Obtenido de: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/56929>

LA INDUCCIÓN Y SU INCIDENCIA EN EL DESEMPEÑO LABORAL DE LOS SERVIDORES DEL GADPCH

INDUCTION AND ITS IMPACT ON THE JOB PERFORMANCE OF GADPCH SERVANTS

Fausto Raúl Tayupanda Cuví¹, Byron Napoleón Cadena Oleas²

{fausto.tayupanda@unach.edu.ec¹, bcadena@esPOCH.edu.ec²}

Fecha de recepción: 28/11/2024 /

Fecha de aceptación: 11/12/2024 /

Fecha de publicación: 06/12/2025

RESUMEN: El Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Chimborazo (GADPCH) enfrenta el desafío de maximizar el desempeño laboral de sus servidores públicos. A pesar de los esfuerzos por mejorar la eficiencia y satisfacción laboral, se ha observado una falta de uniformidad en el desempeño de los empleados. El objetivo de este estudio es analizar la incidencia de los programas de inducción en el desempeño laboral de los servidores del (GADPCH). Se empleó una metodología cuantitativa mediante la aplicación de un cuestionario a 100 servidores del GADPCH para evaluar el grado de incidencia y desempeño laboral, utilizando el coeficiente de correlación de Pearson. Este enfoque permitió obtener una visión objetiva y cuantificable de la relación entre la calidad de los programas de inducción. Los resultados indican que una inducción bien estructurada contribuye a una mejor integración y adaptación de los empleados, lo que a su vez se traduce en un rendimiento laboral superior, con un coeficiente de correlación (r) de 0,97 y un valor $p < 0,01$. En conclusión, el estudio confirma que los programas de inducción bien diseñados y ejecutados tienen un impacto positivo en el desempeño laboral de los servidores del GADPCH. Estos programas no solo facilitan una mejor adaptación e integración de los nuevos empleados, sino que también mejoran la eficiencia y satisfacción laboral. Por lo tanto, es crucial que el GADPCH invierta en el desarrollo y mejora continua de sus programas de inducción para maximizar el potencial y rendimiento de sus servidores públicos.

Palabras clave: *Inducción, desempeño laboral, GADPCH, gestión del talento humano, administración pública*

ABSTRACT: The Provincial Decentralized Autonomous Government of Chimborazo (GADPCH) faces the challenge of maximizing the work performance of its public servants. Despite efforts to improve efficiency and job satisfaction, a lack of uniformity in employee performance has been observed. The objective of this study is to analyze the incidence of induction programs on the work performance of (GADPCH) servers. A quantitative methodology was used by applying a questionnaire to 100 GADPCH employees to evaluate the degree of incidence and work

¹Escuela de Posgrado, Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), Riobamba 060110, Ecuador. <https://orcid.org/0009-0001-1781-8111>.

²Facultad de Administración de Empresas, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Panamericana Sur km. 1 1/2, Riobamba, 060155, Ecuador. <https://orcid.org/0000-0002-4535-5265>.

performance, using the Pearson correlation coefficient. This approach allowed us to obtain an objective and quantifiable view of the relationship between the quality of induction programs. The results indicate that a well-structured induction contributes to better integration and adaptation of employees, which in turn translates into superior job performance, with a correlation coefficient (r) of 0.97 and a p value < 0.01 . In conclusion, the study confirms that well-designed and executed induction programs have a positive impact on the work performance of GADPCH servers. These programs not only facilitate better adaptation and integration of new employees, but also improve efficiency and job satisfaction. Therefore, it is crucial that the GADPCH invests in the development and continuous improvement of its induction programs to maximize the potential and performance of its public servants.

Keywords: *Induction, job performance, GADPCH, human talent management, public administration*

INTRODUCCIÓN

El Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Chimborazo (GADPCH) enfrenta el desafío de maximizar el desempeño laboral de sus servidores públicos. A pesar de los esfuerzos para mejorar la eficiencia y la satisfacción laboral, se ha observado una falta de uniformidad en el desempeño de los empleados, lo cual podría estar relacionado con la calidad y efectividad de los programas de inducción. Este estudio se centra en identificar y analizar cómo los programas de inducción afectan el desempeño laboral de los servidores del GADPCH, buscando determinar si una inducción bien estructurada puede llevar a una mejor integración, adaptación y eficiencia en el trabajo.

La inducción se inicia desde el primer contacto del candidato con la organización, al ingresar a sus instalaciones. En ese instante, el nuevo integrante comienza a familiarizarse con la infraestructura de la empresa, explorando los distintos departamentos y áreas funcionales. Este primer acercamiento también incluye la lectura de la misión y visión de la empresa, lo cual ayuda a entender la filosofía y los objetivos estratégicos que guían a la organización. Además, el nuevo empleado recibe información detallada sobre los antecedentes históricos de la empresa, sus logros más significativos, y la gama de productos o servicios que ofrece, todo esto a través de materiales impresos como folletos y trípticos, así como presentaciones audiovisuales (1).

Es fundamental reconocer que las primeras impresiones juegan un papel crucial en la formación de la percepción del nuevo miembro sobre la empresa. Estas impresiones iniciales tienden a ser muy duraderas y pueden influir significativamente en su nivel de compromiso y motivación. Por ello, es esencial que las organizaciones pongan especial énfasis en crear una experiencia de inducción positiva, asegurándose de que el nuevo empleado se sienta bienvenido, valorado y apoyado desde el primer día. Esto no solo facilita una transición más suave y efectiva al nuevo rol, sino que también contribuye a la construcción de un sentido de pertenencia y lealtad hacia la empresa desde el inicio (2).

El proceso de inducción parte de la premisa de que el nuevo empleado necesita un periodo de adaptación a su puesto de trabajo. Este proceso es crucial para facilitar su integración, ya que es común que surja el temor ante el desconocimiento del entorno laboral y la falta de un sentido de pertenencia debido a su falta de conocimiento sobre la empresa (3).

Esto puede representar una debilidad para la organización, dado que el desconocimiento de las funciones, procedimientos y objetivos del cargo puede propiciar la ocurrencia de accidentes, no solo afectando al recién llegado, sino también a sus compañeros de trabajo. Para evitar estas situaciones, es imprescindible promover un ambiente de confianza y fomentar el sentido de pertenencia hacia la empresa. Además, es vital socializar las políticas y manuales necesarios que disminuyan el riesgo de accidentes o problemas relacionados con el desempeño del nuevo personal (4).

En la inducción es crucial para familiarizar a los nuevos empleados con la cultura organizacional, las expectativas de desempeño y los procedimientos operativos. Una inducción efectiva no solo proporciona la información necesaria para realizar el trabajo, sino que también ayuda a los empleados a sentirse valorados y apoyados desde el inicio. Esto, a su vez, puede incrementar su motivación y compromiso con la organización, llevando a un desempeño superior. Además, la inducción efectiva puede reducir la rotación de personal, ya que los empleados bien integrados tienen menos probabilidades de abandonar la organización (5).

Actualmente, a nivel global, el factor humano es crucial tanto para organizaciones públicas como privadas. En la búsqueda de resultados óptimos, estas entidades se esfuerzan por reclutar personal capacitado para cada posición. Por consiguiente, los departamentos de recursos humanos implementan procesos de selección meticulosos y eficientes para mejorar el rendimiento institucional (6). En este contexto, las empresas ecuatorianas, al igual que otras organizaciones, persiguen metas como el crecimiento, la competitividad y la productividad. Simultáneamente, los individuos tienen sus propios objetivos, como un salario adecuado y una mejor calidad de vida. Por lo tanto, es crucial que las empresas elijan candidatos que cumplan con los requisitos organizacionales y que al mismo tiempo satisfagan las expectativas de los empleados al integrarse en la organización (7).

En el contexto del GADPCH, es esencial evaluar la estructura actual de los programas de inducción y su impacto en el desempeño de los empleados. Factores como la duración de la inducción, la calidad de la información proporcionada, y el seguimiento y apoyo continuo deben ser considerados. Un programa de inducción bien diseñado puede servir como una herramienta estratégica para mejorar la cohesión del equipo, la comunicación interna y la satisfacción laboral, lo que en última instancia se traducirá en un mejor servicio a la comunidad. Este estudio pretende ofrecer recomendaciones basadas en evidencia para optimizar los programas de inducción del GADPCH, contribuyendo al desarrollo profesional de sus servidores y al logro de los objetivos institucionales (8).

Durante el proceso de inducción, es fundamental que el empleado adquiera conocimientos clave para integrarse efectivamente en la empresa. Entre estos aspectos se encuentran: familiarizarse con su jefe directo y la estructura jerárquica, comprender claramente las responsabilidades y

funciones de su puesto, conocer las metas, objetivos, misión y visión de la empresa, así como el código de ética que guía su actuación. Además, es importante que tenga información detallada sobre su remuneración, derechos y beneficios como miembro de la organización. Finalmente, se debe facilitar un espacio de comunicación abierto para que el empleado pueda plantear sus dudas y recibir respuestas claras y constructiva en la Figura 1 se muestra las etapas de inducción (9).

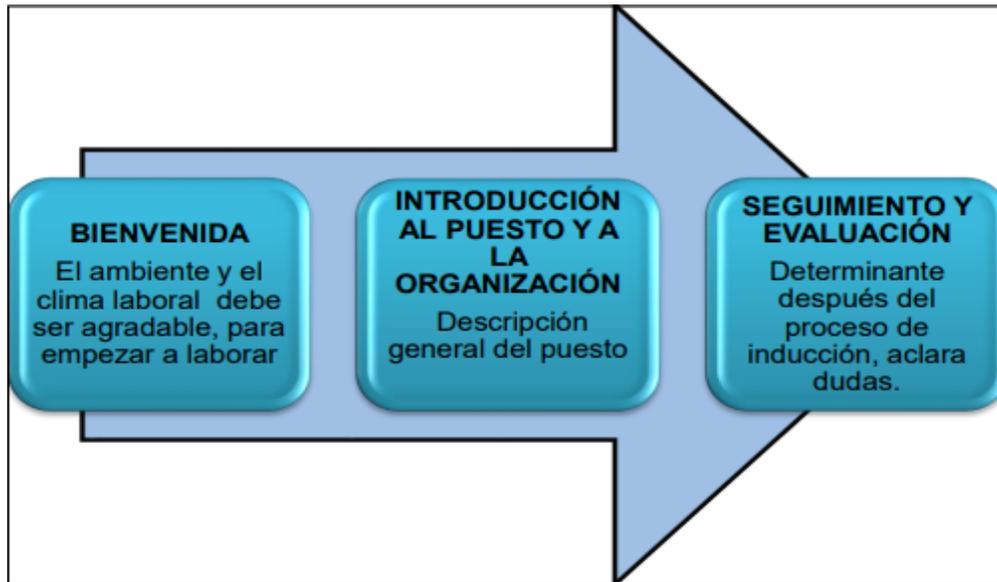


Figura 1. Etapas de la inducción.

Fuente: (9)

Por todo ello, el presente artículo tiene como objetivo general analizar cómo los programas de inducción afectan el rendimiento de los empleados en esta institución. Para lograrlo, se evaluará la calidad y estructura de los programas de inducción implementados en el GADPCH, examinando sus componentes y metodologías actuales (10).

MATERIALES Y MÉTODOS

Enfoque de investigación: Este estudio adopta un enfoque cuantitativo, el cual es ideal para examinar relaciones entre variables y generalizar resultados a partir de una muestra representativa. Se utilizó una encuesta estructurada como instrumento de recolección de datos, lo cual permite obtener información precisa y estandarizada de los participantes.

Población y muestra: La población objetivo del estudio incluye a todos los servidores del Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Chimborazo (GADPCH). Para asegurar la representatividad de los resultados, se aplicó un muestreo aleatorio simple. Se seleccionó una muestra de 100 servidores, considerando un nivel de confianza del 95% y un margen de error del

5%, parámetros que son estándares en investigaciones sociales para garantizar la precisión y confiabilidad de los hallazgos.

Instrumento de recolección de datos: Se diseñó un cuestionario estructurado para recolectar datos sobre las prácticas de inducción y el desempeño laboral percibido por los servidores. El cuestionario incluyó preguntas sobre varios aspectos críticos, tales como la calidad de la información proporcionada durante la inducción, la capacitación recibida, el apoyo brindado por los compañeros de trabajo y los supervisores, y la percepción del propio desempeño laboral. La estructuración del cuestionario se basó en instrumentos validados en estudios previos sobre inducción laboral y desempeño, garantizando su validez y fiabilidad (11).

Proceso de Selección de la Muestra: La selección de la muestra se enfocará en todos los servidores del GADPCH, aplicando criterios de inclusión como el tiempo de servicio, tipo de puesto y departamento. Utilizando un muestreo aleatorio estratificado para asegurar representatividad, se determinará un tamaño de muestra adecuado para obtener resultados precisos. Este enfoque garantiza que los datos recopilados reflejen diversas perspectivas y niveles de experiencia dentro de la organización, proporcionando una base sólida para el análisis de la incidencia de la inducción en el desempeño laboral.

Construcción del Cuestionario: El cuestionario se diseñará con preguntas claras y específicas, enfocadas en medir la percepción de los servidores sobre la calidad de la inducción y su impacto en el desempeño laboral. Se utilizarán escalas de medición adecuadas y se realizará una prueba piloto para validar la comprensión y relevancia de las preguntas. La implementación será en línea para facilitar la participación y garantizar la recolección eficiente de datos. Los resultados serán analizados minuciosamente para obtener conclusiones significativas que respondan a los objetivos de la investigación.

Análisis de datos: Los datos recolectados fueron analizados utilizando técnicas estadísticas descriptivas e inferenciales. Se calcularon medidas de tendencia central y dispersión (medias y desviaciones estándar) para describir las características de la muestra y las variables de estudio. (12). Adicionalmente, se emplearon coeficientes de correlación para evaluar la relación entre las variables relacionadas con la inducción y el desempeño laboral. El uso de técnicas inferenciales permitió determinar la significancia estadística de las relaciones observadas, lo cual es esencial para validar las hipótesis de investigación. Estos análisis proporcionan una comprensión detallada de cómo los programas de inducción influyen en el desempeño de los servidores del GADPCH.

La media aritmética: También conocida como promedio, es una medida de tendencia central que se obtiene sumando todos los valores de un conjunto de datos y dividiendo el total entre el número de valores. Es una herramienta estadística fundamental para analizar y comprender datos, ya que proporciona una visión general del valor central o típico del conjunto (13). Se utiliza ampliamente en diversas disciplinas como economía, sociología, psicología y ciencias naturales para resumir datos y comparar diferentes conjuntos. La media aritmética es particularmente útil

cuando los datos son aproximadamente simétricos, aunque puede verse influenciada por valores atípicos que pueden distorsionar el resultado (14).

La fórmula de la media aritmética es:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N}$$

Donde:

- \bar{x} es la media aritmética.
- \sum es el símbolo de sumatoria, que indica la suma de todos los valores.
- X_i representa cada uno de los valores individuales del conjunto de datos.
- N es el número total de valores en el conjunto de datos.

Desviación estándar: Es una medida de dispersión que indica cuánto se alejan los valores de un conjunto de datos respecto a su media aritmética. Es fundamental en estadística porque proporciona una idea de la variabilidad y consistencia de los datos. Una desviación estándar baja significa que los valores están agrupados cerca de la media, mientras que una desviación alta indica que los valores están más dispersos. Se utiliza ampliamente en ciencias, ingeniería, economía y otras áreas para evaluar la precisión de los datos, identificar anomalías y hacer inferencias sobre poblaciones a partir de muestras. Calculada como la raíz cuadrada de la varianza, la desviación estándar permite interpretar la dispersión en las mismas unidades que los datos originales, facilitando la comparación y análisis (15).

La fórmula es:

$$s = \frac{\sum (x_i - \bar{x})}{n - 1}$$

Donde:

- S = Desviación estándar.
- \sum = Suma de.
- X = Cada valor.
- \bar{x} = Media aritmética.

El coeficiente de correlación de Pearson es una medida cuantitativa que evalúa la intensidad de la relación lineal entre dos variables en un análisis de correlación. Representado por el símbolo r en los informes de correlación, este coeficiente se calcula comparando la distancia de cada punto de datos respecto a la media de las variables (16). Esta comparación permite determinar el grado en que la relación entre las variables se alinea con una línea recta imaginaria trazada a través de los datos. Esta propiedad de la correlación se refiere a la evaluación de relaciones lineales. El valor del coeficiente de correlación r varía entre -1 y 1 y no tiene unidades. La significancia estadística

del coeficiente se evalúa mediante un valor p , que indica la probabilidad de que la correlación observada ocurra por azar.

La fórmula es:

$$r = \frac{\sum [(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})]}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 * \sum (y_i - \bar{y})^2}}$$

Donde:

- r : Es el coeficiente de correlación de Pearson, que mide la fuerza y la dirección de la relación lineal entre dos variables.
- x_i : Es el valor individual de la variable x .
- \bar{x} : Es la media aritmética de la variable x .
- y_i : Es el valor individual de la variable y .
- \bar{y} : Es la media aritmética de la variable y .
- Σ : Es el símbolo de sumatoria, que indica la suma de todos los valores que le siguen.

Interpretación del coeficiente de correlación de Karl Pearson

El coeficiente de correlación de Pearson tiene como propósito mostrar el grado de asociación entre dos variables:

Correlación menor a cero: Si la correlación es menor a cero, significa que es negativa, es decir, que las variables se relacionan inversamente.

Cuando el valor de alguna variable es alto, el valor de la otra variable es bajo. Mientras más próximo se encuentre a -1, más clara será la covariación extrema. Si el coeficiente es igual a -1, nos referimos a una correlación negativa perfecta.

Correlación mayor a cero: Si la correlación es igual a +1 significa que es positiva perfecta. En este caso significa que la correlación es positiva, es decir, que las variables se correlacionan directamente.

Cuando el valor de una variable es alto, el valor de la otra también lo es, sucede lo mismo cuando son bajos. Si es cercano a +1, el coeficiente será la covariación.

Correlación igual a cero: Cuando la correlación es igual a cero significa que no es posible determinar algún sentido de covariación. Sin embargo, no significa que no exista una relación no lineal entre las variables (17).

Los datos recopilados se enfocaron en resolver la problemática de investigación, así como en los objetivos, resultados y conclusiones del estudio. Estos datos se agruparon en dos ejes temáticos, considerando las variables de investigación. Se analizaron los aspectos más significativos y se

identificaron las concordancias y contradicciones entre los diferentes autores, lo que permitió plantear argumentos sólidos relacionados con la situación identificada (18).

RESULTADOS

La inducción es una fase crucial del proceso administrativo que se implementa en las organizaciones. A través de este procedimiento, se proporciona al personal recién ingresado toda la información necesaria para que puedan integrarse a sus puestos de trabajo de manera inmediata, con confianza y seguridad. Esto no solo les permite comenzar a desempeñar sus funciones sin demoras, sino que también les ayuda a contribuir de manera eficaz al logro de los objetivos y metas institucionales. La inducción está fundamentalmente orientada a prevenir la desorientación inicial que puede experimentar un nuevo empleado, facilitando su adaptación a la nueva estructura organizativa y humana. Además, busca acelerar su participación activa en la vida de la empresa, promoviendo un sentido de pertenencia y compromiso desde el primer día. Con un proceso de inducción bien estructurado, las organizaciones pueden garantizar una transición más fluida y efectiva para sus nuevos miembros, beneficiando tanto al individuo como a la entidad en su conjunto.

En esta sección se detallan los resultados obtenidos de la aplicación del cuestionario de inducción, cuyo propósito es conocer la percepción que tiene cada colaborador acerca de este proceso. El cuestionario utilizado para la recolección de información fue aplicado a 100 servidores del GADPCH.

El cuestionario, diseñado para evaluar diversos aspectos del proceso de inducción, incluía preguntas sobre la claridad de la información proporcionada, la utilidad de los materiales de apoyo, el tiempo dedicado a la inducción y la calidad de la comunicación con los instructores. Además, se indagó sobre la percepción de los nuevos empleados respecto a su integración en el equipo de trabajo y su comprensión de los objetivos y metas institucionales.

1. Calidad de la información proporcionada durante la inducción

¿Considera que la información proporcionada durante el proceso de inducción fue clara y comprensible?

Tabla 1. Calidad de la información proporcionada durante la inducción.

| Escala | Frecuencia | Porcentaje |
|---------------------|------------|------------|
| Muy clara | 58 | 58 % |
| Clara | 24 | 24 % |
| Moderadamente clara | 10 | 10 % |
| Poco clara | 8 | 8 % |

| | | |
|------------|-----|-------|
| Nada clara | 0 | 0 % |
| Total | 100 | 100 % |

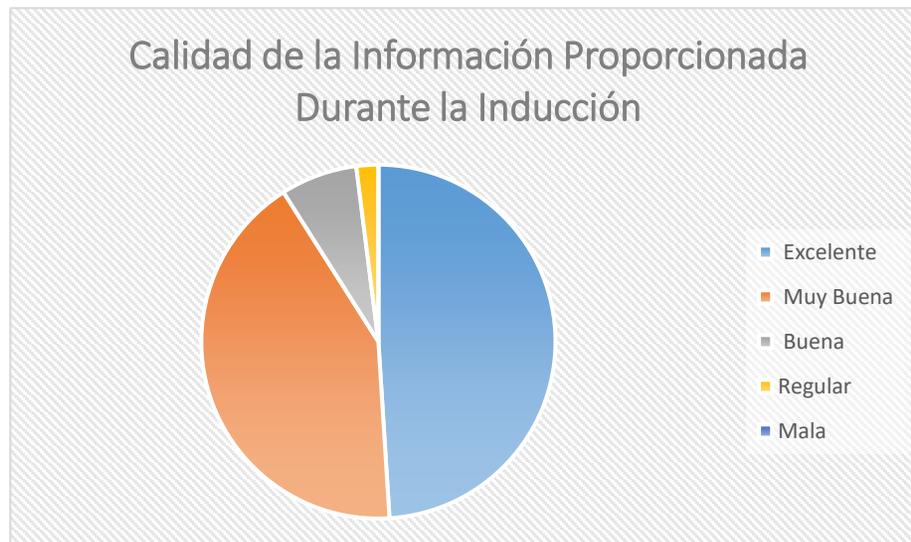


Figura 1. Calidad de la información proporcionada durante la inducción.

| | |
|---------------------|-------|
| Media aritmética | 20 |
| Desviación estándar | 22.93 |

Los resultados de la encuesta son bastante positivos, con un 82% de los encuestados indicando que la información fue clara o muy clara. Sin embargo, la presencia de un 18% que encontró la información moderadamente clara o poco clara sugiere que hay espacio para mejorar la presentación de ciertos contenidos. Se recomienda realizar un análisis más profundo para identificar las áreas específicas que causaron confusión y adaptar el proceso de inducción para abordar estas preocupaciones. Esto podría incluir el uso de ejemplos más concretos, materiales visuales adicionales, o un formato más interactivo para asegurar una comprensión más uniforme entre todos los participantes.

2. Capacitación recibida

¿Cómo evaluaría la calidad de la capacitación recibida durante la inducción en términos de relevancia y aplicabilidad a su puesto de trabajo?

Tabla 2. Capacitación recibida.

| Escala | Frecuencia | Porcentaje |
|-----------|------------|------------|
| Excelente | 49 | 49 |

LA INDUCCIÓN Y SU INCIDENCIA EN EL DESEMPEÑO LABORAL DE LOS SERVIDORES DEL GADPCH

| | | |
|--------------|------------|------------|
| Muy Buena | 42 | 42 |
| Buena | 7 | 7 |
| Regular | 2 | 2 |
| Mala | 0 | 0 |
| Total | 100 | 100 |



Figura 2. Capacitación recibida.

| | |
|---------------------|-------|
| Media aritmética | 20 |
| Desviación estándar | 23.55 |

La pregunta sobre la calidad de la capacitación recibida durante la inducción, en términos de relevancia y aplicabilidad al puesto de trabajo, arrojó resultados muy positivos. De los 100 encuestados, el 49% evaluó la capacitación como "Excelente", lo que indica que casi la mitad de los participantes consideró que la formación fue extremadamente relevante y aplicable a sus responsabilidades laborales. Además, el 42% la calificó como "Muy Buena", mostrando que una proporción significativa también valoró altamente la capacitación, aunque no al nivel de excelencia. Solo un 7% de los encuestados describió la capacitación como "Buena", y un 2% como "Regular". Es notable que ninguno de los participantes consideró la capacitación como "Mala". Estos resultados reflejan una percepción mayoritariamente positiva sobre la inducción, sugiriendo que la organización ha logrado proporcionar una formación adecuada y relevante.

3. Apoyo brindado por los supervisores

¿Cómo calificaría el nivel de apoyo y orientación brindado por sus supervisores durante la inducción?

Tabla 3. Apoyo brindado por los supervisores.

| Escala | Frecuencia | Porcentaje |
|-----------|------------|------------|
| Excelente | 67 | 67 |
| Muy Buena | 22 | 22 |
| Buena | 8 | 8 |
| Regular | 3 | 3 |
| Mala | 0 | 0 |
| Total | 100 | 100 |

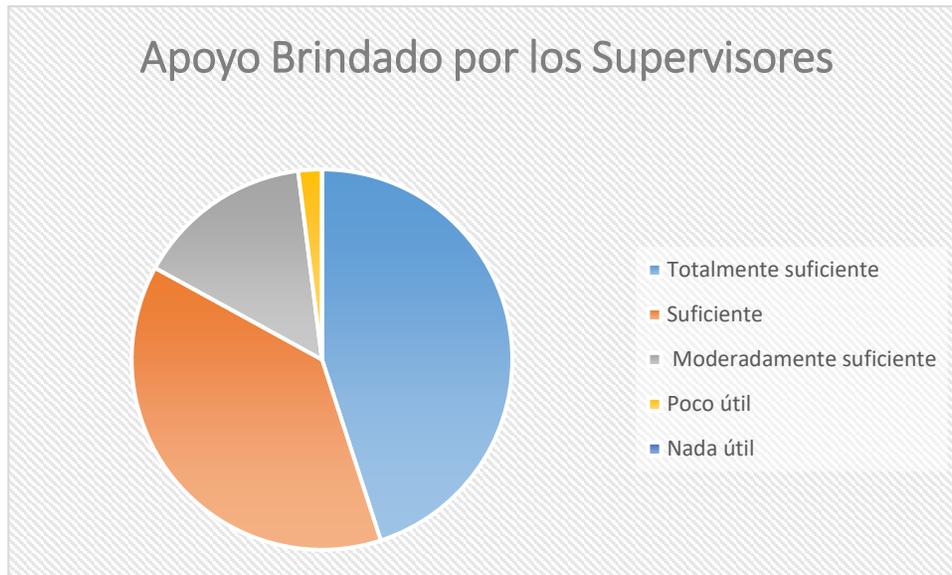


Figura 3. Apoyo brindado por los supervisores.

| | |
|---------------------|-------|
| Media Aritmética | 20 |
| Desviación estándar | 27.60 |

La evaluación del nivel de apoyo y orientación brindado por los supervisores durante la inducción revela resultados altamente favorables. De los 100 encuestados, el 67% calificó el apoyo como "Excelente", lo que indica que más de dos tercios de los empleados consideraron que sus

supervisores proporcionaron un nivel de orientación excepcional durante el proceso de inducción. Un 22% describió el apoyo como "Muy Bueno", demostrando que una mayoría significativa también valoró muy positivamente el respaldo recibido. Solo el 8% de los encuestados calificó el apoyo como "Bueno", mientras que un pequeño 3% lo consideró "Regular". Es importante destacar que ninguno de los participantes evaluó el apoyo como "Malo". Estos resultados sugieren que los supervisores han desempeñado un papel crucial y efectivo en la orientación de los nuevos empleados, facilitando su integración en la organización.

4. Percepción del propio desempeño laboral

¿Cómo evalúa su desempeño laboral durante los primeros meses después de la inducción?

Tabla 4. Percepción del propio desempeño laboral.

| Escala | Frecuencia | Porcentaje |
|-----------|------------|------------|
| Excelente | 82 | 82 |
| Muy Buena | 16 | 16 |
| Bueno | 2 | 2 |
| Regular | 0 | 0 |
| Malo | 0 | 0 |
| Total | 100 | 100 |

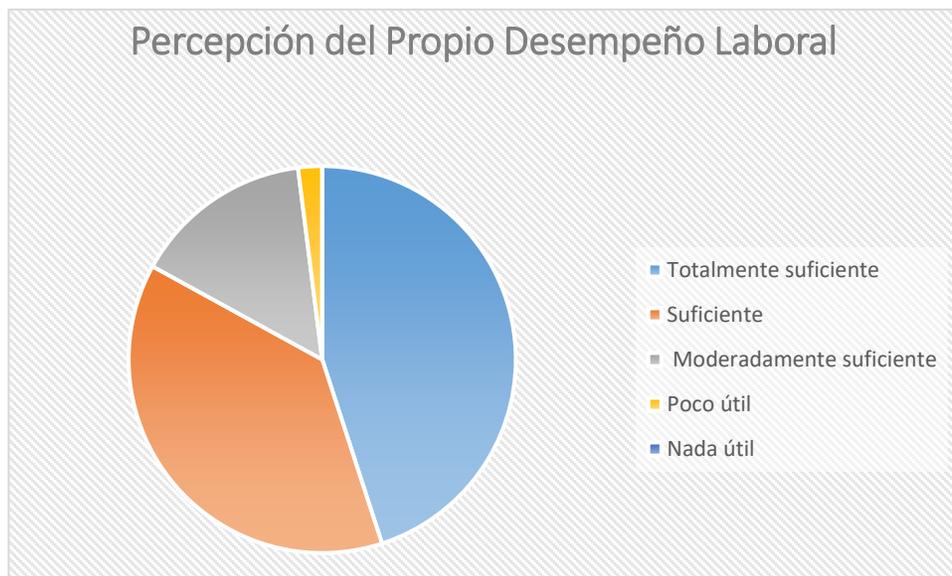


Figura 4. Percepción del propio desempeño laboral.

LA INDUCCIÓN Y SU INCIDENCIA EN EL DESEMPEÑO LABORAL DE LOS SERVIDORES DEL GADPCH

| | |
|---------------------|-------|
| Media Aritmética | 20 |
| Desviación estándar | 35.30 |

De los 100 participantes, la mayoría del 82% calificó su desempeño como "Excelente". Esto sugiere que la gran mayoría de los empleados se sienten altamente competentes y confiados en su capacidad para cumplir con las responsabilidades laborales tras el proceso de inducción. Además, un 16% de los encuestados evaluó su desempeño como "Muy Bueno", lo que indica que, aunque no al nivel de excelencia, una porción significativa también percibe su desempeño de manera muy positiva. Solo un 2% consideró su desempeño como "Bueno", y notablemente, nadie calificó su desempeño como "Regular" o "Malo". Estos resultados reflejan no solo la efectividad del proceso de inducción en preparar a los nuevos empleados, sino también un fuerte sentido de autoconfianza y satisfacción con el propio desempeño laboral. La ausencia de evaluaciones negativas sugiere que el proceso de inducción está bien diseñado para facilitar una transición exitosa y productiva a los roles laborales.

5. Duración del proceso de inducción

¿Cree que el tiempo asignado para el proceso de inducción fue suficiente para adaptarse adecuadamente a su nuevo puesto?

Tabla 5. Duración del proceso de inducción.

| Escala | Frecuencia | Porcentaje |
|--------------------------|------------|------------|
| Totalmente suficiente | 45 | 45 |
| Suficiente | 38 | 38 |
| Moderadamente suficiente | 15 | 15 |
| Poco útil | 2 | 2 |
| Nada útil | 0 | 0 |
| Total | 100 | 100 |

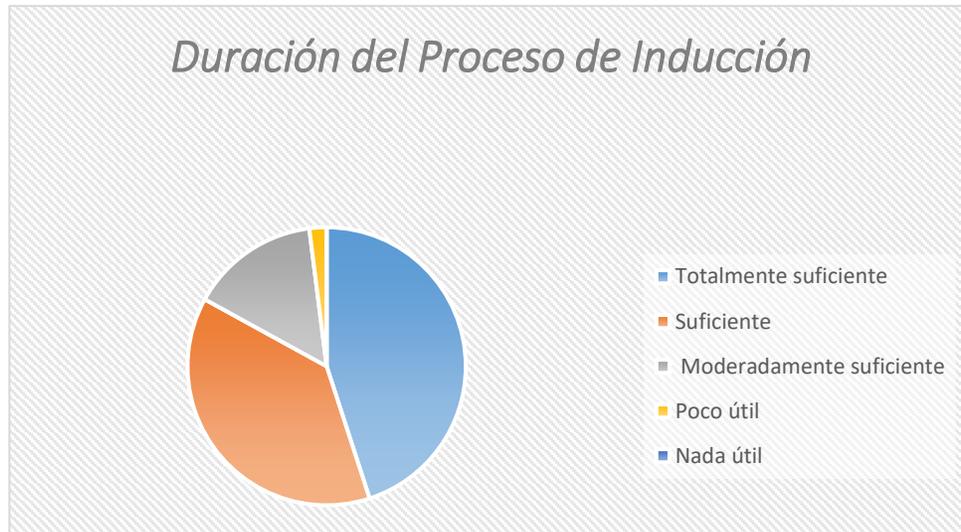


Figura 5. Percepción del propio desempeño laboral.

| | |
|---------------------|-------|
| Media aritmética | 20 |
| Desviación estándar | 20.60 |

Mediante la encuesta realizada a 100 participantes, el 45% consideró que el tiempo asignado para la inducción fue "Totalmente suficiente" para adaptarse adecuadamente a su nuevo puesto. Esto indica que casi la mitad de los empleados se sintieron completamente preparados en el tiempo proporcionado. Además, un 38% lo evaluó como "Suficiente", lo que sugiere que una mayoría significativa también encontró adecuado el tiempo asignado, aunque no de manera absoluta. Un 15% describió el tiempo como "Moderadamente suficiente", señalando que, aunque fue útil, podría haber sido mejorado. Solo un 2% calificó el tiempo como "Poco útil", y notablemente, ningún encuestado lo consideró "Nada útil". Estos resultados reflejan que la mayoría de los empleados perciben el tiempo de inducción como adecuado para su adaptación, aunque existe una pequeña porción que podría beneficiarse de un periodo de inducción más extenso. En general, el proceso de inducción parece estar bien estructurado en términos de duración, con espacio para ajustes menores según las necesidades individuales.

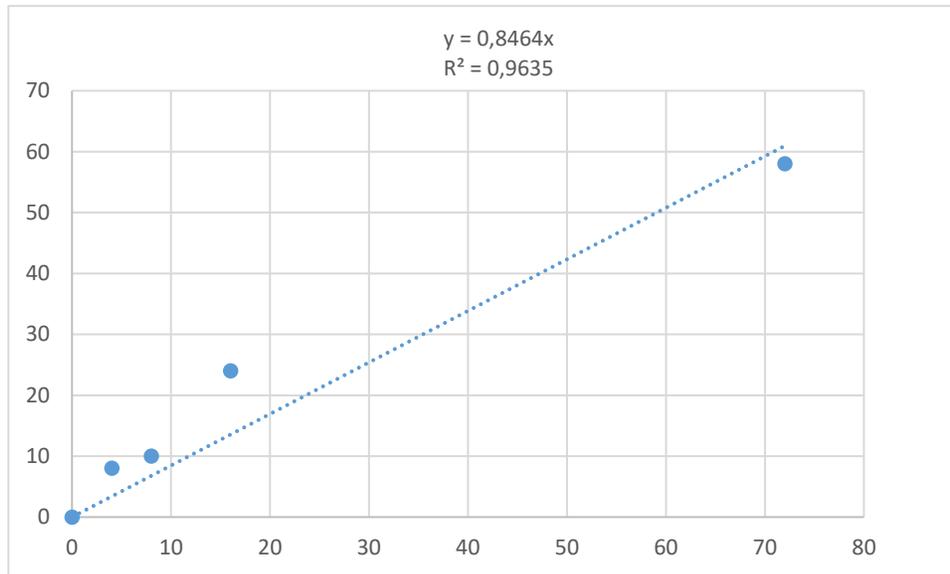


Figura 6. Dispersión entre las variables de inducción y el desempeño laboral.

En la Figura 6 de dispersión entre las variables de proceso de inducción y el desempeño laboral de los servidores del GADPCH, podemos observar que los puntos correlacionados se acercan mucho a la línea, lo que nos hace suponer que el modelo lineal y por consiguiente la correlación de Pearson se ajusta a nuestros datos

Los resultados del estudio muestran una correlación positiva y significativa entre la calidad de la inducción y el desempeño laboral de los servidores del GADPCH, con un coeficiente de correlación (r) de 0,96 y un valor p menor a 0,01. Este coeficiente de correlación cercano a 1 indica una relación muy fuerte entre las variables, sugiriendo que una mejor calidad en los programas de inducción se asocia con un desempeño laboral superior. El valor $p < 0,01$ refuerza la significancia estadística de esta relación, indicando que es muy improbable que los resultados se deban al azar. En otras palabras, cuando los programas de inducción son de alta calidad, los servidores del GADPCH perciben un notable incremento en su desempeño laboral. Esto subraya la importancia de invertir en programas de inducción efectivos como una estrategia clave para mejorar el rendimiento de los empleados.

DISCUSIÓN

Los hallazgos de este estudio están en línea con la literatura existente que subraya la importancia de la inducción en el desempeño laboral. Una inducción eficaz proporciona a los nuevos empleados una base sólida para su integración. La inducción de personal es un proceso crucial que facilita la adaptación del nuevo profesional a la entidad, sus colegas y las funciones que desempeñará, permitiéndole contribuir al logro de los objetivos institucionales. Su objetivo principal es brindar información esencial sobre la institución, incluyendo su misión, visión, políticas internas, historia, objetivos y servicios. Esta información es fundamental para que el nuevo trabajador se incorpore adecuadamente a sus responsabilidades. Además, una inducción

bien estructurada puede mejorar la satisfacción laboral y reducir la rotación de personal, al crear un sentido de pertenencia y compromiso desde el primer día (19).

La capacitación puede ser vista como una inversión estratégica que realizan las empresas para maximizar la efectividad y el rendimiento de sus empleados. Este proceso no solo fomenta el crecimiento profesional, sino también el desarrollo personal de los colaboradores, incrementando su motivación y satisfacción en el trabajo. El objetivo es alinear los intereses individuales con los de la empresa, logrando una sinergia que beneficie a ambas partes (20). Al proporcionar capacitación, las organizaciones buscan crear un entorno donde los empleados se sientan valorados y preparados para enfrentar los desafíos laborales, lo cual contribuye a una mayor cohesión y eficiencia en la consecución de objetivos comunes. Además, una capacitación continua y bien diseñada puede mejorar la adaptabilidad de los empleados a los cambios del mercado y a las innovaciones tecnológicas, fortaleciendo la competitividad de la empresa (21).

El proceso de capacitación consta de cinco etapas fundamentales. La primera etapa consiste en determinar las necesidades mediante herramientas de diagnóstico o procesos de otras áreas, como la gestión del desempeño. La segunda etapa es la formulación del plan de capacitación, que debe estructurarse de manera ordenada según las necesidades identificadas y establecer los recursos necesarios para su implementación (22). La tercera etapa implica la ejecución del plan, donde el área responsable lleva a cabo las acciones necesarias para su desarrollo. La cuarta etapa es la evaluación, que abarca la revisión del contenido, del instructor, de la logística, de la metodología y de los espacios utilizados. Finalmente, la quinta etapa es la medición del impacto, que evalúa si las inversiones realizadas por la organización han producido el efecto deseado (23).

En la actualidad, cualquier individuo con la capacitación adecuada puede asumir un rol dentro de una organización. Sin embargo, para asegurar el éxito de los procesos y resultados, es esencial proporcionar una orientación adecuada a los nuevos empleados en el desempeño de los procedimientos necesarios. Esta guía no solo facilita una adaptación más rápida y efectiva, sino que también minimiza errores y mejora la eficiencia operativa (24). Además, un proceso de orientación bien estructurado puede fomentar una cultura organizacional positiva, incrementar la cohesión del equipo y garantizar que los nuevos trabajadores comprendan y se alineen con los objetivos estratégicos de la empresa. Esto también contribuye a la retención de talento, ya que los empleados que se sienten bien integrados y apoyados desde el inicio tienden a ser más leales y comprometidos con la organización (25).

Se consideran factores como las finanzas, la motivación, el bienestar laboral, la mejora del clima organizacional, la satisfacción del colaborador y su retención, reflejada en una disminución de indicadores como la rotación, el ausentismo, los accidentes y otros elementos que afectan el funcionamiento normal de la organización. Una evaluación exhaustiva y precisa en esta última etapa es esencial para ajustar y mejorar futuros programas de capacitación, asegurando así una contribución efectiva al desarrollo organizacional y a la consecución de sus objetivos estratégicos (26).

El desarrollo de personas dentro de una organización puede enfocarse tanto en el crecimiento personal como profesional, buscando mejorar el desempeño laboral y la calidad de vida de los

colaboradores. La capacitación es clave en este proceso, ya que su objetivo es formar individuos que contribuyan al cumplimiento de los objetivos organizacionales y a la satisfacción del cliente. Para implementar un plan de capacitación basado en competencias, es esencial identificar las competencias que se desean desarrollar y las que posee el personal actual, mediante evaluaciones de competencias o de desempeño. Sin una identificación clara de estas competencias, es probable que el plan de capacitación no logre los resultados esperados (27).

Además, la capacitación bien estructurada puede fomentar una cultura de aprendizaje continuo, mejorar la adaptabilidad de los empleados a cambios en el mercado, y fortalecer la competitividad de la empresa. Un enfoque en competencias también facilita la alineación entre las habilidades del personal y las necesidades estratégicas de la organización, promoviendo así un entorno de trabajo más eficiente y eficaz (28).

Diversos estudios sugieren un procedimiento para la Gestión de la Capacitación de Recursos Humanos (GCRH), centrado en la formación de competencias y la elaboración de estrategias y planes de capacitación según las necesidades de las empresas estatales. Además, proponen una gestión estratégica de recursos humanos basada en el enfoque de sistemas, donde el liderazgo, la responsabilidad social y la comunicación son elementos clave. Estos se logran a través de un proceso de capacitación estructurado, lo que refuerza el alineamiento estratégico y la eficiencia operativa de la organización (29).

Cabe mencionar, que incorporar la tecnología en la capacitación puede mejorar la accesibilidad y personalización del aprendizaje, adaptándose mejor a las necesidades individuales de los empleados. Utilizar plataformas de e-learning y herramientas interactivas puede facilitar el seguimiento del progreso y la evaluación continua, asegurando que los programas de capacitación se mantengan relevantes y efectivos. Este enfoque integral no solo fomenta el desarrollo profesional, sino que también contribuye a crear una cultura de innovación y mejora continua dentro de la organización (30).

CONCLUSIONES

Se analizó que existe relación entre los programas de inducción y su desempeño laboral en los servidores del GADPCH obteniendo resultados favorables. Los datos indican que los programas de inducción bien estructurados no solo mejoran el conocimiento y las habilidades de los empleados, sino que también aumentan su motivación y compromiso con la organización. Los servidores que pasan por un programa de inducción efectivo tienden a adaptarse más rápidamente a sus roles y responsabilidades, lo que resulta en un incremento notable en la eficiencia y productividad. Además, estos programas contribuyen a reducir la rotación de personal y mejorar la satisfacción laboral, creando un entorno de trabajo más cohesivo y alineado con los objetivos estratégicos del GADPCH.

La evaluación de la calidad y estructura de los programas de inducción en el GADPCH muestra que un diseño bien planificado y ejecutado es fundamental para su efectividad. Los programas que incluyen una combinación de formación teórica y práctica, así como un seguimiento

continuo, son los más exitosos. La inclusión de módulos sobre la cultura organizacional, políticas internas y habilidades específicas del puesto garantiza que los nuevos empleados reciban una formación integral. Además, la retroalimentación de los participantes sugiere que los programas bien estructurados generan una mayor confianza y competencia entre los empleados, facilitando su integración y desempeño.

el análisis de dispersión entre las variables de proceso de inducción y desempeño laboral de los servidores del GADPCH revela una fuerte relación positiva y significativa. La cercanía de los puntos a la línea de ajuste en el gráfico indica que el modelo lineal es adecuado para estos datos, con un coeficiente de correlación (r) de 0,96 y un valor p menor a 0,01. Estos resultados sugieren que mejorar la calidad de los programas de inducción está estrechamente asociado con un aumento en el desempeño laboral, destacando la importancia de invertir en procesos de inducción bien estructurados para optimizar el rendimiento del personal.

Entre los factores facilitadores se encuentran un programa de inducción bien estructurado, el apoyo continuo de mentores y supervisores, y una comunicación clara y constante sobre las expectativas y responsabilidades del puesto. La inclusión de actividades de integración social y formación en la cultura organizacional también juega un papel clave en la adaptación exitosa. Por otro lado, los factores que dificultan la adaptación incluyen la falta de información clara, una capacitación insuficiente y un ambiente laboral poco acogedor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ortega L, Lozano R, Amador MdL. La importancia de la inducción laboral estratégica para el desarrollo profesional en la Universidad Politécnica de Tulancingo, Hidalgo, México. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el desarrollo Educativo*. 2023; 14(27).
2. Martínez J. La primera impresión es la que cuenta: ¿Por qué? [Online]; 2024. Disponible en: <https://socioestrategia.com/la-primera-impresion-es-la-que-cuenta-por-que/>.
3. Castillo DCM,&GJAC. La mentoría en los procesos de inducción del profesorado principiante. Las competencias del mentor como insumo para orientar su proceso formativo. *Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado*. 2021; 25(3): p. 349-370.
4. Torres D, Espejo K, Pérez A. INDUCCIÓN Y CAPACITACIÓN COMO FACTOR DE DESARROLLO DE LOS IPS (CENTROS MÉDICOS) DE VILLAVICENCIO, META – COLOMBIA. *Dialnet*. 2019; 4(1).
5. Paz M. Programa de Inducción para el Desempeño Laboral en la Oficina. [Online]; 2022. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/78843/Paz_PMG-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
6. Mayorga VMP,MRG,AMAV,&MRR. Procedimiento para el reclutamiento, selección e inducción del personal: perspectivas y tendencias. *Ingenio y Conciencia Boletín Científico de la Escuela Superior Ciudad Sahagún*. 2023; 10(19): p. 61-69.

7. Pérez O. La importancia del proceso de reclutamiento y selección de personal. [Online]; 2019. Disponible en: <https://blog.peoplenext.com/la-importancia-del-proceso-de-reclutamiento-y-seleccion-en-una-empresa>.
8. Díaz M. IMPORTANCIA DE LOS PROCESOS DE INDUCCIÓN PARA FORTALECER LAS. [Online]; 2020. Disponible en: https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/36627/DiazBarraganMarthaLiliana2020_formato.pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
9. Lozano M. La Inducción y su impacto en el Desempeño Laboral del Departamento de Canales de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “29 de Octubre” Ltda. [Online]; 2020. Disponible en: <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/a6877f1d-9033-4a44-99d1-20a07a921058/content>.
10. Guatemal N, Regalado C. Evaluación del desempeño laboral y su incidencia en la productividad organizacional. [Online]; 2020. Disponible en: <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11628/2/02%20ICO%20778%20TRA BAJO%20GRADO.pdf>.
11. Martínez DVS. Técnicas e instrumentos de recolección de datos en investigación. TEPEXI boletín científico de la escuela superior tepeji del río. 2022; 9(17): p. 38-39.
12. Borjas García JE. Validez y confiabilidad en la recolección y análisis de datos bajo un enfoque cualitativo. Trascender, contabilidad y gestión. 2020; 5(15): p. 79-97.
13. Rodríguez AR, PRJL, GPÁP, & SAOQ. omprensión y manejo de la media aritmética, mediana y moda con datos agrupados en intervalos.(Original). Revista científico-educacional de la provincia Granma. 2020; 16(1): p. 1470-1483.
14. Gomila J. ¿Qué es la media aritmética? Propiedades y origen. [Online]; 2023. Disponible en: <https://cursos.frogamesformacion.com/pages/blog/que-es-la-media-aritmetica-propiedades-y-origen>.
15. Malvezzi F. ¿Cuál es la desviación estándar? ¿Cuáles son los tipos? ¿Cómo se calcula? [Online]; 2022. Disponible en: <https://www.fm2s.com.es/la-desviacion-estandar/>.
16. Abreu J. Metodología de la investigación: Preguntas. Métodos. Todo menos tesis. Cánada: Editorial Create Space Independent Publishing Platform.; 2016.
17. Díaz Barragan ML. Importancia de los procesos de inducción para fortalecer las competencias laborales del Talento Humano. [Online]; 2020. Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/36627>.
18. Chávez G. Capacitación y Desarrollo de Empleados. [Online]; 2021. Disponible en: <https://www.coursehero.com/file/220085125/22-Induccion-de-Personal-Genaro-Chavez-Rodriguezpdf/>.
19. Lucio S. Proceso de inducción y desempeño laboral percibidos por usuarios. [Online]; 2020. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/65174/Lucio_RSJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
20. Inga C. Análisis del proceso de inducción del talento humano en las PYMES, Quinindé, 2020 - 2021. Perspectivas Científicas Multidisciplinarias. 2023; 3(2).
21. Torres-Flórez D. El entrenamiento del colaborador como estrategia de mejoramiento continuo. Revista GEON (Gestión, Organizaciones Y Negocios). 2019; 6(1): p. 4-9.

22. PEREZ MOREJON KyAPD. El proceso de capacitación. Retos para lograr resultados superiores en una organización. *Cooperativismo y Desarrollo*. 2023; 11(2).
23. Torres-Florez D,RTT,IMO,&IMH. La importancia de entrenamiento (inducción y capacitación) en los hoteles de Villavicencio, Meta Colombia. *Ideas Concyteg*. 2019; 61-73.
24. Bermúdez Carrillo LA. CAPACITACIÓN: UNA HERRAMIENTA DE FORTALECIMIENTO DE LAS PYMES. *Revista de las Sedes Regionales*. 2020; 16(33): p. 1-25.
25. Tejedor V. VE, Murillo AI, Solís I. LA INDUCCIÓN COMO FACTOR DE IMPORTANCIA PARA EL ÉXITO Y PRODUCTIVIDAD DE LAS EMPRESAS EN EL SECTOR INDUSTRIAL DEL DISTRITO DE PANAMÁ. *Frecosapies*. 2022; 6(1).
26. Crespo G. *La gestión moderna de recursos humanos Buenos Aires, Eudeba; 2021.*
27. Ruíz RM,&FL. Importancia de la inducción y socialización del recurso humano-académico para su adaptabilidad y desempeño laboral. *Societas*. 2024; 26(1): p. 47-72.
28. Ponce Alferez SM. *La gestión del talento humano y su relación con el desempeño laboral en la Municipalidad Distrital de Pachía, 2023. [Online]; 2024. Disponible en: <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/3434>.*
29. Labrador O, Bustio A, Reyes J, Carvalhais E. Gestión de la capacitación y capacitación para una mejor gestión en el contexto socioeconómico cubano. *Cooperativismo y Desarrollo*. 2019; 7(1).
30. Guamán W, Celi R, Ramírez V, Boné M. El uso de herramientas tecnológicas en las capacitaciones en TIC's y su impacto en el aprendizaje y la adquisición de habilidades. *Enfoque de la Investigación Científica Multidisciplinaria*. 2023; 4(1).

PERCEPCIÓN DE LA ACTIVIDAD FÍSICA EN EL PARQUE IZTACCÍHUATL-POPOCATÉPETL, MÉXICO

PERCEPTION OF PHYSICAL ACTIVITY IN IZTACCIHUATL- POPOCATEPETL PARK, MEXICO

Edgar León José¹, Rene Moranchel Charros², Diego Tristán Pérez Ruiz³

{edgar.leonj@correo.buap.mx¹, rene.moranchel@correo.buap.mx², diego.perezr@alumno.buap.mx³}

Fecha de recepción: 27/11/2024 / Fecha de aceptación: 04/01/2025 / Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: La Actividad Física (AF) es fundamental para el mantenimiento de la salud. La falta de AF es un desafío según la Organización Mundial de la Salud (OMS), calculándose en 1/3 en adultos, en más del 80% en jóvenes de 11 -17 años y se ve reducida en adultos pasados los 60 años. El objetivo del estudio fue conocer los motivadores y barreras de la práctica de AF, principalmente de trote y caminata de los visitantes al parque. En el estudio de corte transversal, descriptivo y cuantitativo se aplicó un cuestionario cerrado con 10 preguntas ad hoc el cual busca conocer el efecto de la AF en el bienestar ambiental-físico-emocional, y si el aspecto natural del parque les motiva y produce efectos positivos. Para ello se aplicó un cuestionario a 122 visitantes, 108 activos físicamente y 14 inactivos (quienes practican AF en trote y caminata de forma regular y aquellos que no lo hacen). Los resultados fueron que 90.74% de los activos y el 78.57% de los inactivos reconocieron haberse motivado por la belleza del parque. En cuestión de la salud mental, el 94.44% de los activos y el 64.29% de los inactivos reportaron una disminución de estrés. El 83.33% de los activos y el 71.43% de los inactivos reportan sentirse bien física y emocionalmente después de hacer AF en el parque; Finalmente, el 64.29% de los inactivos respecto a su bienestar emocional tuvieron una experiencia desfavorable debido al mal de altura, la falta regular de AF, las condiciones climáticas y la presión atmosférica. El estudio confirma con sus hallazgos los motivadores y barreras potenciales de realizar AF de forma regular en entornos naturales y obtener los máximos beneficios y de adherencia a la salud física.

Palabras clave: actividad física, parque, bosques, influencia positiva, salud

ABSTRACT: Physical activity (PA) is fundamental to maintaining health. According to the World Health Organization (WHO), the lack of PA is a challenge, estimated at 1/3 in adults, more than 80% in young people aged 11-17 years, and is reduced in adults over 60 years. The

¹Facultad de Cultura Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) – México, <https://orcid.org/0000-0001-6236-0878>; +529531004000.

²Facultad de Cultura Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla – México, <https://orcid.org/0000-0002-0710-5054>; +522223576163.

³Estudiante, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla – México, <https://orcid.org/0009-0004-9954-0089>; +522212556362.

study's objective was to know the motivators and barriers to the practice of PA, mainly jogging and walking among park visitors. In the cross-sectional, descriptive, and quantitative study, a closed questionnaire with 10 ad hoc questions was applied to determine the effect of the PA on environmental-physical-emotional well-being, and whether the natural aspect of the park motivates them and produces positive effects. A questionnaire was administered to 122 visitors, 108 of whom were physically active and 14 inactive (those who practice PA in jogging and walking regularly and those who do not). The results were that 90.74% of the active participants and 78.57% of the inactive participants recognized that they were motivated by the park's beauty. Regarding mental health, 94.44% of the active and 64.29% of the inactive reported decreased stress. 83.33% of the active participants and 71.43% of the inactive participants reported feeling physically and emotionally well after doing PA in the park; Finally, 64.29% of the inactive ones regarding their emotional well-being had an unfavorable experience due to altitude sickness, regular lack of PA, climatic conditions, and atmospheric pressure. The study confirms with its findings the potential motivators and barriers to performing PA regularly in natural settings and obtaining maximum benefits and physical health adherence.

Keywords: *physical activity, parks, forests, positive influence, health*

INTRODUCCIÓN

La AF practicada en entornos naturales como los parques y bosques, ha demostrado ser eficaz para mejorar la salud física integral. México es un país con una amplia diversidad de espacios en donde se puede realizar AF, uno de ellos es el Parque Natural Iztaccíhuatl-Popocatepetl, en donde además de su importancia ecológica y cultural, es un entorno ideal para desarrollar actividades físicas planificadas. Diversos estudios señalan que hacer ejercicio en parques, bosques y espacios naturales no solo ayuda a mejorar la salud, sino que también contribuye a crear una conexión particular, significativa y de relación con la naturaleza, lo cual puede impulsar la conservación de estos ecosistemas naturales (1), (2), (3).

Por otro lado, múltiples estudios han demostrado los beneficios de la AF en espacios libres, verdes y naturales. El contacto con la vegetación y la naturaleza permite adquirir una sensación única, la cual potencia aún más los efectos de la AF, y suma en aspectos de índole psicológico al verse favorecida la tranquilidad, el estado anímico y disfrutar de los efectos terapéuticos. En otras palabras, los parques y bosques son refugios en los que las personas pueden liberar tensiones emociones y poder revitalizarse. El simple gesto de correr o caminar en un parque y bosque puede fomentar la funcionalidad y estado holístico personal (4), (5), (6).

El ejercicio realizado en espacios naturales presenta un amplio potencial para mejorar holísticamente. Investigaciones documentadas evidencian que la AF en entornos con espacios libres y naturales puede prevenir enfermedades del corazón, la diabetes y fortalecer los problemas musculoesqueléticos al tener una práctica individual constante (7), (8), (9). Además, la exposición al aire libre y los paisajes naturales favorecen y contribuyen a la disminución de la

ansiedad, el manejo de la depresión y la reducción del estrés produciendo una relajación y tranquilidad inmediata (10). La AF en parques y bosques genera efectos benéficos y positivos en la salud de tipo mental, ya que se ha comprobado que aumenta la liberación de endorfinas y otros neurotransmisores responsables de la mejora del estado de ánimo (11), (12).

Dado los innumerables beneficios y aportes generadas por la AF existen barreras ecológicas y determinantes contextuales que limitan la participación en la AF. Las principales barreras incluyen la falta de tiempo, el desconocimiento de los beneficios de ejercitarse en la naturaleza, falta de grupos de AF, preocupaciones sobre la seguridad y, en algunos casos, la falta de infraestructura adecuada. Sin embargo, a pesar de estas dificultades, los beneficios de la AF en entornos naturales siguen siendo significativos y positivos. Aquellos visitantes que superan estas barreras, ya sea a través de la motivación personal o el acceso a programas organizados, tienden a experimentar pro - aportes en el bienestar físico, mental y emocional. Iniciativas organizativas que fomentan la AF y recreación de forma individual y colectiva en espacios de naturaleza pueden jugar un papel clave en el aumento de la participación de la persona o comunidad (13), (14), (15).

En conclusión, la AF realizada en espacios abiertos y naturales como el Parque Natural Iztaccíhuatl-Popocatepetl tiene un potencial y diversidad en equilibrar y mejorar en los visitantes su estado de salud en los ámbitos funcional, físico, social, mental, emocional y espiritual. A su vez, fomenta una mayor conciencia activa sobre la conservación ambiental. El fomento de la AF en estos espacios puede convertirse en una buena estrategia activa, valorada y eficaz para mejorar la salud holística y promover la sostenibilidad ambiental, contribuyendo a la creación de comunidades más saludables y conscientes del medio ambiente (16), (17), (18). El objetivo de este estudio fue conocer los motivadores y barreras de la práctica de AF, principalmente trote y caminata, de los visitantes del Parque Iztaccíhuatl Popocatepetl en México. Se analizó el efecto de la AF en el bienestar ambiental, físico y emocional, y si el aspecto natural del parque influye en la motivación y genera efectos positivos en los visitantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio con metodología de corte transversal, descriptivo, y con un enfoque cuantitativo. Se aplicó un cuestionario ad hoc a un total de 122 visitantes del parque. De estos, 108 eran activos (personas que practican AF en trote y caminata de forma regular) y 14 eran inactivos (personas que no realizan AF regularmente, pero decidieron realizar AF en el parque). La muestra fue seleccionada de manera no probabilística durante las visitas al parque en octubre del 2024.

El instrumento fue un cuestionario ad hoc compuesto por 10 preguntas cerradas validadas con la técnica Delphi en 2 rondas con docentes expertos de la Cultura Física pertenecientes a la Facultad de Cultura Física de la BUAP, y aplicando el cuestionario piloto con personas que realizan actividad de trote y caminata alrededor de Ciudad Universitaria, BUAP. El cuestionario permitió obtener información sobre motivadores y barreras de la práctica de AF en el parque, la influencia del entorno natural en la motivación para realizar la AF y primordialmente el efecto de la actividad sobre el bienestar ambiental, físico y emocional de los participantes.

Los cuestionarios fueron aplicados de manera presencial en el parque, durante la realización de las actividades físicas. Los participantes completaron el cuestionario después de haber practicado el trote o la caminata en el área del parque, de modo que se pudieran recoger respuestas inmediatas sobre la sensación post-actividad, se proporcionó una breve introducción acerca del propósito del estudio y de las preguntas incluidas.

Los datos recolectados fueron capturados, procesados y analizados a través del uso de Microsoft Excel 365. Se utilizaron frecuencias y porcentajes para calcular la distribución de las respuestas y establecer comparaciones entre los grupos de visitantes activos e inactivos en su AF.

El Parque Natural Iztaccíhuatl-Popocatepetl localizado en México y distribuido en 3 estados colindantes: Estado de México, Estado de Morelos y Estado de Puebla, cuenta con una superficie de 39,819.08 hectáreas y habitan 244 personas (19), esta zona montañosa integra los volcanes Popocatepetl (5,426 msnm) e Iztaccíhuatl (5,286 msnm), ambos valorados desde lo cultural, ecológico, educativo y turístico (20), (21). En la Figura 1 y Figura 2, se puede ver la ubicación del parque (22), (23).



Figura 1. Ubicación del Parque Natural Iztaccíhuatl-Popocatepetl, México.

Fuente: (22).

Nota: Captura de pantalla de Google Maps (2024).

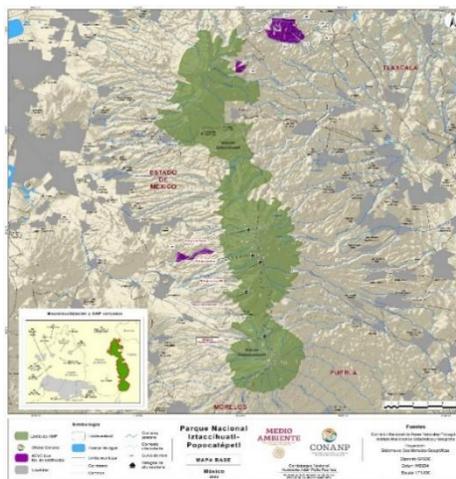


Figura 2. Mapa del Parque Natural Iztaccíhuatl-Popocatepetl, México.

Fuente: (23).

Nota: Adaptado de Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP, s.f.).

RESULTADOS

Considerando e incluyendo a 122 visitantes que realizaban trote o caminata en el Parque Natural Iztaccíhuatl-Popocatepetl en México, distribuidos entre 108 visitantes activos físicamente y 14 que no hacen AF de forma regular, es de resaltar los siguientes hallazgos considerando los motivadores, barreras y efecto de la AF en el bienestar ambiental, físico y emocional de los visitantes.

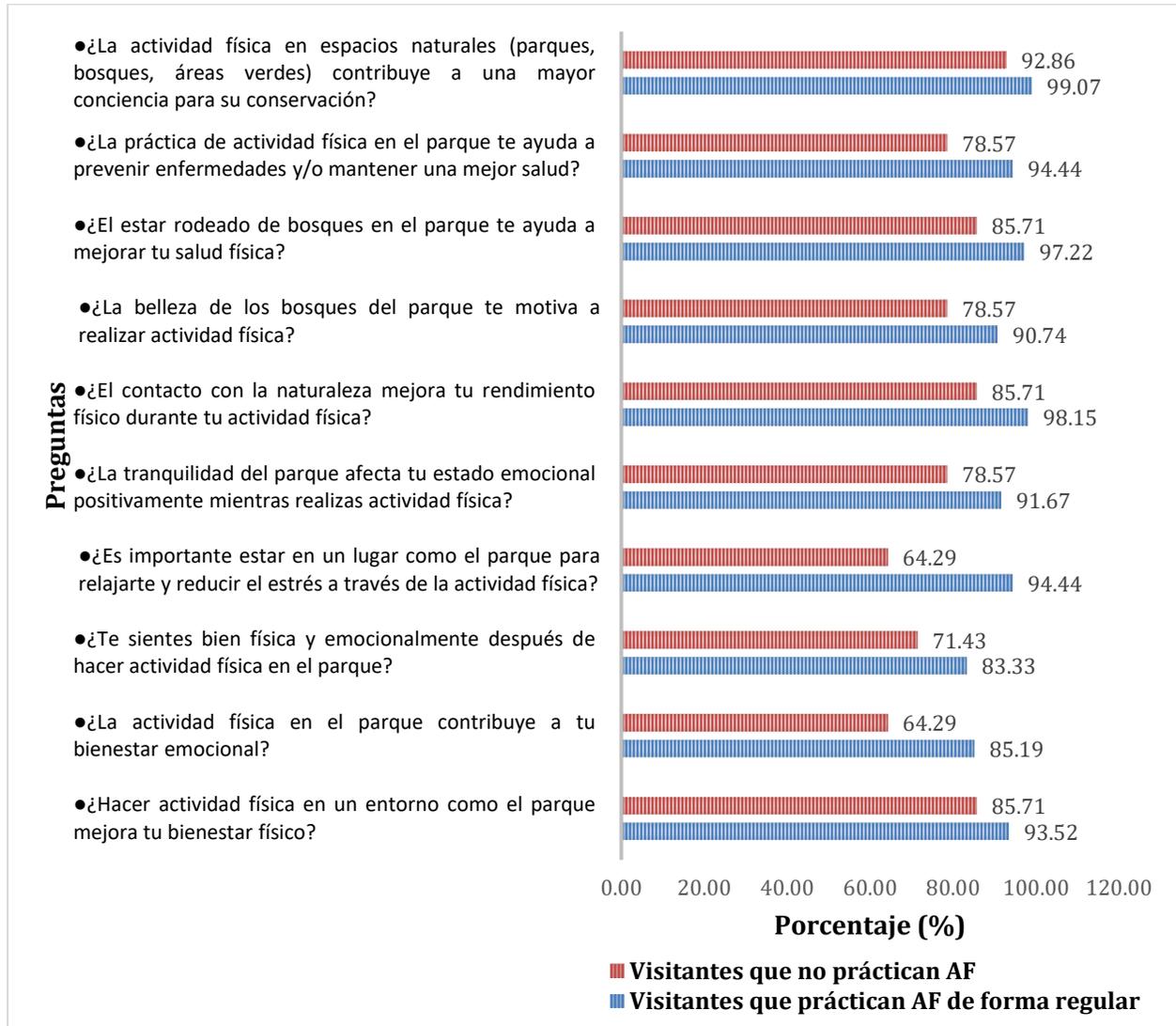


Figura 3. Distribución porcentual de la percepción de la AF en el Parque Natural Iztaccíhuatl-Popocatepetl, México, 2024.

AF y conciencia ambiental

En referencia a la conciencia ambiental y con ello la conservación del parque y de otras áreas naturales en donde las personas realizan AF, el 99.07% de los visitantes con AF regular y el 92.86%

en las personas inactivas expresaron que realizar AF en espacios naturales contribuye a la conservación de los espacios tal como se muestra en la Figura 3. Los hallazgos son positivos debido a que el promedio de ambos es arriba del 95.9%, lo que conlleva a generar una mayor conciencia en los espacios naturales en donde se realiza la AF.

AF y salud física

Relacionado a la educación referente a prevención de enfermedad y mantenimiento de la salud provista por la AF en el parque, el 94.44% de los participantes con AF regular opinó a favor incluyendo el 78.57% de las personas inactivas. El aporte del entorno natural en mejorar la salud física resultó positivo y mayor al 86.5% en promedio para ambos grupos (activos físicamente e inactivos) como se muestra en la Figura 3.

AF y motivación-rendimiento físico

La motivación por la belleza de los bosques al realizar AF se dio en el 90.74% de los activos físicamente y en un 78.57% en quienes son inactivos físicamente. La percepción sobre la mejora del rendimiento físico por contacto con la naturaleza al realizar AF coincidió en el 98.15% con quienes realizan AF de manera regular y en un 85.71% en las personas inactivas como se muestra en la Figura 3.

AF y estado emocional

Relacionado al efecto de tranquilidad en el estado emocional derivado de la realización de AF en el parque este fue positivo en el 91.67% en quienes tienen una práctica regular de AF y en un 78.57% en las personas inactivas; La relajación y reducción de estrés derivado de la AF en el parque se dio en el 94.44% en las personas con AF regular y en un 64.29% en personas inactivas; La sensación de bienestar físico y emocional post AF se dio en un 83.33% de los participantes con AF regular luego del trote o caminata en el parque y en un 71.43% en los participantes inactivos; Respecto al bienestar emocional positivo favorecido por la AF, se dio en el 85.19% en quienes realizan AF de forma regular y en un 64.29% en las personas inactivas; La realización de AF en un entorno natural como el parque mejoró el bienestar físico en el 93.52% en los activos físicamente y en un 85.71% en los inactivos, ver Figura 3.

DISCUSIÓN

Los hallazgos muestran diferencias entre las percepciones del bienestar ambiental, físico y emocional post-AF de los visitantes que realizan AF de forma regular y de quienes son inactivos físicamente, y visitaron el parque natural a trotar o caminar. Es extraordinario distinguir como el trote y la caminata son de las actividades físicas más accesibles y menos costosas para la población de cualquier lugar del mundo. Información documentada de España, Latinoamérica y de otros países muestra que de las actividades crecientes en la realización de la AF destacan la caminata, el trote y el senderismo, resultando estos ser en su mayoría una de las mejores

experiencias, además de los resultados positivos físicos, psicológicos y de rendimiento coincidiendo esto con los resultados de los visitantes al reportar mejora en el bienestar físico al realizar la AF en un entorno natural como el parque (85% en quienes eran inactivos físicamente y 93.52% en quienes realizaban AF de forma regular) (24), (25), (26).

Por otro lado, es fundamental e importante considerar información documentada de estudios sobre los riesgos en el cuerpo humano al enfrentar la altitud, particularmente en personas sedentarias o que no realizan alguna AF programada, puesto que las condiciones de altura requieren procesos fisiológicos de adaptación. Las condiciones del Parque Iztaccíhuatl-Popocatepetl presentan geformas de origen volcánico, su rango es de 1,700 a 5,450 m., Por tal motivo la concientización e información debe brindarse si existe alguna condición diagnosticada o con sospecha de sinusitis, timpanoplastía, algún padecimiento en el sistema nervioso, endocrino como la diabetes o algún padecimiento del sistema cardiorrespiratorio. Esto puede vincularse con los hallazgos de percepción reportados con relación a las personas visitantes al parque con inactividad física referente a si el contacto con la naturaleza mejora el rendimiento físico durante la AF (85.71% en personas inactivas), si la AF en el parque contribuye al bienestar emocional (64.29% en personas inactivas) y si estar en un lugar como el parque logra relajar y reduce el estrés a través de la AF (64.29% en personas inactivas) (27)(28).

Además, como en estudios realizados sobre el desarrollo sostenible en donde socioculturalmente el bienestar y respeto deben considerarse de forma integral y multidimensional, puesto que la conservación del ambiente es fundamental e incluso con propuestas de un desarrollo sostenible en el medio montañoso para el mantenimiento de los ecosistemas, aumentando la calidad de vida de los habitantes y visitantes de estos espacios conservados, esto se vincula con los datos hallados en donde la AF en espacios naturales contribuyó a una mayor conciencia para la conservación (99.07% en personas con AF regular y en 92.86% en personas con inactividad física) (29), (30), (31).

También, como lo menciona un estudio realizado en Colombia en caminadores y educación ambiental la motivación que genera el hacer AF en espacios de bosques interconecta sentimientos, emociones, resiliencia y adopción de estilos de vida saludables lo que es similar a los hallazgos encontrados derivados en si la tranquilidad del parque afecta el estado emocional positivamente mientras se realiza AF (91.67% en personas con AF regular y en 78.57% en personas con inactividad física) (32).

En una sociedad en constante actualización y cambio emergente por la digitalización, las actividades realizadas al aire libre son una desconexión en la vida cotidiana y una conexión interna de introspección por el autoconocimiento y la reflexión profunda, un estudio de revisión sistemática realizado sobre la influencia del ejercicio en la naturaleza dirigido al bienestar mental considera que la AF en espacios naturales genera beneficios en lo psicológico incluyendo las emociones lo que es similar a los hallazgos encontrados referente a si la práctica de AF en el parque ayuda a prevenir enfermedades y/o mantener una mejor salud (94.44% en personas activas y 78.57% en personas inactivas) (33).

CONCLUSIONES

El estudio confirmó el conocimiento específico de los motivadores y barreras de la práctica de AF principalmente de trote y caminata en los visitantes del Parque Iztaccíhuatl Popocatepetl y el efecto post AF en el bienestar ambiental, físico y emocional, y como el aspecto natural del parque influyó en la motivación generando efectos positivos.

De los 122 participantes divididos en 108 visitantes activos físicamente y en 14 inactivos se observaron resultados favorables en ambos grupos: el realizar AF en espacios naturales contribuyó a una mayor conciencia para la conservación con un 99.07% en personas activas y en un 92.86% en personas inactivas, esto es positivo porque en más del 95.9% logró una conciencia ambiental; el estar rodeado de bosques en el parque ayudó a mejorar la salud física en un 90.74% en personas activas y en un 78.57% en personas inactivas, lo que muestra la percepción de como un espacio puede aportar a la salud física; otro punto relevante es como la propia tranquilidad del parque afectó el estado emocional de forma positiva mientras se realiza la AF obteniendo datos del 91.67% en personas activas y del 78.57% en personas inactivas, lo anterior reflejó como los entornos pueden afectar de manera positiva el estado emocional de las personas.

Los beneficios potenciales de realizar AF de forma regular en entornos naturales como el parque natural son innumerables: desde los aportes a la salud física y mental, la sostenibilidad y conciencia ambiental, la motivación a la adherencia a la AF, los beneficios emocional y espiritual, hoy en día este último referido a la introspección y conexión con el propio cuerpo y vinculado al bienestar integral personal.

Los aportes de la AF fueron proporcionales a su práctica, la asistencia de visitantes al parque natural para trotar o caminar mostró beneficios oportunos individualizados, una trote o caminata en espacios abiertos y naturales puede derivar en la integración de grupos de trote o caminata y fomentar una mejor cohesión-integración social, lo que transforma un bienestar individual, colectivo y cooperativo de nuevos grupos de AF. Todas las personas requieren de Actividades Físicas diversas, adecuadas a la movilidad y al principio de individualidad, el trote y caminata puede ser una gran opción la cual contribuye al equilibrio funcional personalizado. Las oportunidades y beneficios brindados por la AF en entornos naturales son un medio oportuno de adherencia a la salud física, mental, emocional y espiritual.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Herranz Martín I. La educación en el medio natural: aprovechamiento didáctico en la enseñanza de orientación y senderismo en Educación Física.
2. Romero Saavedra AL. Contribución de las áreas verdes en la salud física en los municipios urbanos de México.
3. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Parque Nacional Iztaccíhuatl Popocatepetl. Gobierno de México. [fecha de publicación]. [accedido 25 Nov

- 2024]. Disponible en: <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/parque-nacional-iztaccihuatl-popocatepetl>
4. Charles C, Louv R. Wild hope: The transformative power of children engaging with nature. *Research handbook on childhood nature: Assemblages of childhood and nature research*. 2020:395-415.
 5. Holthöfer Díaz YR. El papel de los espacios verdes como mediador en el bienestar psicológico.
 6. Hoyos Cifuentes JD, Prada Arévalo M. Actividad física: un aporte para el tratamiento de la depresión. *Corporación Universitaria Minuto de Dios-UNIMINUTO*; 2022.
 7. Extremera AB, Melero EG. Beneficios psicológicos, cognitivos, fisiológicos y académicos que aportan las actividades físicas en el medio natural. *Revisión bibliográfica. EmásF, Revista Digital de Educación Física*. 2024 Jan;15(86).
 8. Iglesias G. Beneficios de la Terapia de Bosque. *Sanar en la naturaleza. Cuadernos médico-sociales*. 2021;61(2):105-8.
 9. Pretty J, Barton J. Nature-based interventions and mind–body interventions: Saving public health costs whilst increasing life satisfaction and happiness. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020 Nov;17(21):7769.
 10. Micheli JG, Hernandez MC. Influencia Terapéutica De Las Zonas Verdes En La Salud Emocional De Los Residentes Isleños. *La Casa del Maestro*. 2023 nov 29;1(5):93-107.
 11. Apud M. *Neurolongevidad: Un cerebro que dure cien años*. Editorial Galerna; 2024 Sep 1.
 12. Guarda-Saavedra P, Muñoz-Quezada MT, Cortinez-O'ryan A, Aguilar-Farías N, Vargas-Gaete R. Beneficios de los espacios verdes y actividad física en el bienestar y salud de las personas. *Revista médica de Chile*. 2022 Aug;150(8):1095-107.
 13. Gallardo Montevilla M. *El enfoque del desarrollo turístico sostenible y los beneficios en la actividad del montañismo. Caso Huayna Potosí (Doctoral dissertation)*.
 14. Holgado Hernández M. *Jardín Turia: Place branding y estrategia transmedia*.
 15. Morales Menchón FJ. *Turismo deportivo como modelo de desarrollo local. Las competiciones de " Trail Running" en Murcia*.
 16. Cervantes Martínez CA. *Espacio público recreacional y deportivo como promotor de salud y bienestar y método de regeneración urbana*.
 17. García Piral J. *El entorno natural como recurso didáctico. Una propuesta en Educación Primaria*.
 18. Téllez MR. *Actividades físicas recreativas para favorecer la recreación física medioambiental en la comunidad Las Lajitas. Opuntia Brava*. 2021;13(3):267-77.
 19. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). *Área de Protección de Flora y Fauna Ocampo. Sistema Integral de Información sobre Áreas Naturales Protegidas*. [accedido 01 Nov 2024]. Disponible en: <https://simec.conanp.gob.mx/ficha.php?anp=87®=7>
 20. Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). *El Popocatepetl es un volcán activo, no arriesgues tu vida intentando subir*. Gobierno de México. 2024 [accedido 01 Nov 2024]. Disponible en: <https://www.gob.mx/cenapred/articulos/el-popocatepetl-es-un-volcan-activo-no-arriesgues-tu-vida-intentando-subir>

21. Servicio Geológico Mexicano (SGM). Riesgos geológicos: Volcanes de México. [accedido 25 Nov 2024]. Disponible en: <https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Riesgos-geologicos/Volcanes-de-Mexico.html>
22. Google. Parque Nacional Iztaccíhuatl Popocatepetl [captura de pantalla]. Google Maps. 2024 [accedido 01 Nov 2024]. Disponible en: <https://www.google.com/maps>
23. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). Polígono del Área Natural Protegida: Ocampo. [accedido 01 Nov 2024]. Disponible en: https://simec.conanp.gob.mx/pdf_poligonos/87_pol.pdf
24. Merino A. El manual del buen excursionista. La Esfera de los Libros; 2014 Mar 4.
25. Navarrete González M. Efectos de un entrenamiento híbrido hipóxico frente al abordaje tradicional sobre variables de rendimiento en deportistas de alta montaña.
26. Páramo P, Burbano A, Aguilar MÁ, García-Anco E, Pari-Portillo ES, Jiménez-Domínguez B, López-Aguilar RM, Moyano-Díaz E, Viera J, Elgier ÁM, Rosas G. The experience of walking in Latin American cities. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*. 2021 Jun;23(1):20-33.
27. Tanche M. Biología de la actividad física en la montaña. *Apunts Medicina del" Esport (Castellano)*. 1980 jun 1;17(066):55-61.
28. Hernández-García MA, Granados-Sánchez D. El parque nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl-Zoquiapan y el impacto ecológico-social de su deterioro. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. 2006;12(2):101-9.
29. Vega-Marcote P, Freitas M, Álvarez Suárez P, Fleuri R. Marco teórico y metodológico de educación ambiental e intercultural para un desarrollo sostenible. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*. 2007;4(3):535-51.
30. Gómez Contreras JL. Del desarrollo sostenible a la sustentabilidad ambiental. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*. 2014 jun;22(1):115-36.
31. Sierra CA, Bustamante EM, Morales JD. La educación ambiental como base cultural y estrategia para el desarrollo sostenible. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*. 2016;18(2):266-81.
32. Herrera Rivera, E.R., 2021. La educación emocional. Un estudio con la población de nivel caminadores del jardín Bosque Encantado, localidad de Suba, Bogotá.
33. Ballester-Martínez O, Baños R, Navarro-Mateu F. Actividad física, naturaleza y bienestar mental: una revisión sistemática. *Cuadernos de Psicología del Deporte*. 2022 Apr 10;22(2):62-84.
34. Enríquez-del Castillo LA, González-Bustos JB, Flores LA, Domínguez Esparza S, Cervantes Hernández N, Viera Ponce AJ. Estilo de vida activo según nuevas directrices de la OMS: ¿una influencia sobre la aptitud física, composición corporal y calidad de vida en mujeres mayores? *Ciencias de la actividad física (Talca)*. 2022 jun;23(especial).

ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE MEDIANTE EL MÉTODO DPPH A UNA BEBIDA CON PEPINO DULCE (*SOLANUM MURICATUM* AITON) Y DURAZNO (*PRUNUS PERSICA* L. BATSCH)

ANALYSIS OF ANTIOXIDANT CAPACITY USING THE DPPH METHOD ON A BEVERAGE WITH SWEET CUCUMBER (*SOLANUM MURICATUM* AITON) AND PEACH (*PRUNUS PERSICA* L. BATSCH)

Luis Eduardo Zúñiga Moreno¹, Dayana Tairy Tapia Alvarado², Daniela Vanessa Chilán Carrasco³, Ana María Arellano Arcentales⁴, Fernando Enrique Decker Campuzano⁵, Evelyn Elizabeth Sánchez Castro⁶

{lezm.jjlp@gmail.com¹, tairytopia07@gmail.com², dchilan@uagraria.edu.ec³, aarellano@uagraria.edu.ec⁴, fernandodecker-82@hotmail.com⁵, elisantube@gmail.com⁶}

Fecha de recepción: 06/12/2024

/ Fecha de aceptación: 27/12/2024

/ Fecha de publicación: 06/12/2025

RESUMEN: Los radicales libres son moléculas inestables generadas por procesos oxidativos naturales, exposición a radiación ultravioleta y contaminantes atmosféricos. Estos compuestos inducen estrés oxidativo, deteriorando macromoléculas claves y afectando la funcionalidad celular. No obstante, los antioxidantes presentes en ciertos alimentos desempeñan un papel protector al neutralizar estos radicales y mitigar sus efectos adversos. La formulación de bebidas funcionales derivadas de frutas muestra una tendencia ascendente, impulsada por las tendencias hacia hábitos alimenticios saludables, ya que representan alternativas ricas en metabolitos. El objetivo de este estudio, de tipo experimental, es evaluar la capacidad antioxidante empleando el método DPPH a una bebida con pepino dulce (*Solanum muricatum* Aiton) y durazno (*Prunus persica* L. Batsch). Para ello, se desarrollaron tres formulaciones, cada una por triplicado con diferentes concentraciones de pepino dulce y durazno, las cuales se sometieron a pruebas microbiológicas, fisicoquímicas y sensoriales. El análisis fisicoquímico

¹Instituto de Investigación "Ing. Jacobo Bucaram Ortiz. PhD.", Universidad Agraria del Ecuador-Ecuador, <https://orcid.org/0000-0002-1143-9022>.

²Carrera Agroindustria, Facultad de Ciencias Agrarias "Ing. Jacobo Bucaram Ortiz. PhD.", Universidad Agraria del Ecuador-Ecuador, <https://orcid.org/0009-0007-4928-0751>.

³Carrera Agroindustria, Facultad de Ciencias Agrarias "Ing. Jacobo Bucaram Ortiz. PhD.", Universidad Agraria del Ecuador-Ecuador, <https://orcid.org/0009-0005-2000-5049>.

⁴Carrera Agroindustria, Facultad de Ciencias Agrarias "Ing. Jacobo Bucaram Ortiz. PhD.", Universidad Agraria del Ecuador-Ecuador, <https://orcid.org/0009-0006-5606-411X>.

⁵Facultad de Ingenierías, Arquitectura y Ciencias de la Naturaleza, Universidad Tecnológica Ecotec-Ecuador, <https://orcid.org/0009-0002-4665-8222>.

⁶Carrera Agroindustria, Facultad de Ciencias Agrarias "Ing. Jacobo Bucaram Ortiz. PhD.", Universidad Agraria del Ecuador-Ecuador, <https://orcid.org/0009-0001-0502-3901>.

demonstró que los sólidos solubles totales (SST) alcanzaron un 10.8 % °Brix, mientras que el pH fue de 4.3, cumpliendo con la norma NTE INEN 2 337:2008. La evaluación de la capacidad antioxidante en las formulaciones mostró valores de inhibición del 63 % en F1, seguido por 62 % en F2 y 60 % en F3, destacándose F1 y F2 como las formulaciones con mayor capacidad inhibitoria. Por otra parte, las pruebas microbiológicas confirmaron la calidad sanitaria de la bebida, en congruencia a los parámetros estipulados por la norma NTE INEN 2 337:2008 para coliformes totales (<3 NMP/g), mohos y levaduras (<10 UFC/g). La evaluación sensorial mediante escala hedónica analizó atributos organolépticos, identificando a F2 como mejor aceptado, concluyendo que esta formulación con 20% de pepino dulce y 60% durazno contiene características sensoriales deseables y capacidad antioxidante significativa, representando una opción viable para el consumo humano.

Palabras clave: antioxidantes, DPPH, durazno, pepino dulce, aceptación sensorial

ABSTRACT: Free radicals are unstable molecules generated by natural oxidative processes, exposure to ultraviolet radiation, and atmospheric pollutants. These compounds induce oxidative stress, deteriorating key macromolecules and affecting cellular functionality. However, the antioxidants present in certain foods play a protective role by neutralizing these radicals and mitigating their adverse effects. The formulation of functional beverages derived from fruits shows an upward trend, driven by the shift towards healthy eating habits, as they represent rich alternatives in metabolites. The objective of this experimental study is to evaluate the antioxidant capacity using the DPPH method on a beverage with sweet cucumber (*Solanum muricatum* Aiton) and peach. (*Prunus persica* L. Batsch). For this purpose, three formulations were developed, each in triplicate with different concentrations of sweet cucumber and peach, which were subjected to microbiological, physicochemical, and sensory tests. The physicochemical analysis showed that the total soluble solids (TSS) reached 10.8% °Brix, while the pH was 4.3, complying with the NTE INEN 2 337:2008 standard. The evaluation of the antioxidant capacity in the formulations showed inhibition values of 63% in F1, followed by 62% in F2 and 60% in F3, with F1 and F2 standing out as the formulations with the highest inhibitory capacity. On the other hand, the microbiological tests confirmed the sanitary quality of the beverage, following the parameters stipulated by the NTE INEN 2 337:2008 standard for total coliforms (<3 MPN/g), molds, and yeasts (<10 CFU/g). The sensory evaluation using a hedonic scale analyzed organoleptic attributes, identifying F2 as the most accepted, concluding that this formulation with 20% sweet cucumber and 60% peach contains desirable sensory characteristics and significant antioxidant capacity, representing a viable option for human consumption.

Keywords: Antioxidants, DPPH, peach, sweet cucumber, sensory acceptance

INTRODUCCIÓN

En la escala alimenticia de consumo global dividida por géneros encontramos a las bebidas en segundo lugar de entre los alimentos con mayor acogida; sin embargo, gran parte de estas

bebidas poseen cantidades excesivas de azúcares, ocasionando problemas de salud a corto y mediano plazo; entre las patologías más comunes están las enfermedades óseas como gota y osteoporosis, obesidad, caries dentales, problemas hepáticos, afecciones cardiovasculares, entre otras, impactando de forma negativa a la población mundial (1) y (2).

Por otra parte, el estrés oxidativo inducido por el exceso de radicales libres acumulados a lo largo de los años en el cuerpo humano, es originado principalmente por contaminantes externos de origen atmosférico, que comprometen la salud de la población (3). En respuesta a esta problemática, la creación de bebidas funcionales a partir de frutas está experimentando un crecimiento constante, motivado por las tendencias saludables entre los consumidores con respecto a sus hábitos alimenticios y cómo estos productos afectan su salud y estilo de vida. Estas bebidas funcionales elaboradas a partir de ingredientes de vegetales representan alternativas ricas en metabolitos secundarios como polifenoles, flavonoides y carotenoides, que contribuyen en la mitigación del estrés oxidativo (4).

Los antioxidantes son compuestos que pueden contrarrestar la acción oxidativa de los radicales libres mediante la donación de electrones en el torrente sanguíneo. Se les atribuyen otras propiedades como conservantes de color, aroma y sabor de los alimentos; así mismo proporcionan estabilidad microbiana y previenen la oxidación de las grasas, convirtiéndose en metabolitos esenciales en la conservación de alimentos, así como de la salud (5). Una vez que el radical libre ha tomado el electrón necesario, la molécula estable que lo cedió se transforma en un radical libre al quedar con un electrón desapareado, iniciando así una reacción en cadena que daña células y tejidos.

El pepino dulce o pera melón (*Solanum muricatum* Aiton), es una especie que forma parte de la familia Solanáceas, originaria de la región andina de América, catalogado como un fruto exótico y, por su gran versatilidad, posee una creciente demanda global. Este fruto se caracteriza por su significativa concentración de agua en su composición, el cual representa un alto porcentaje de su peso fresco. Su sabor es dulce, lo que podría complementar y equilibrar otros sabores frutales. A nivel nutricional, se destaca como una fuente natural de antioxidantes como polifenoles, flavonoides, antocianinas, carotenoides, minerales esenciales, entre ellos fósforo, potasio, hierro, calcio, zinc y cobre, además de vitaminas A y C las cuales contribuyen al fortalecimiento del sistema inmunológico, brindando efecto antioxidante y antiinflamatorio. Las calorías aportadas a la ingesta diaria son relativamente bajas, convirtiéndolo en una opción viable en la formulación de bebidas hidratantes y funcionales (6) y (7).

Por su parte, el durazno (*Prunus persica* L. Batsch) ha sido ampliamente reconocido en América desde tiempos precolombinos, destacándose por sus características favorables y su notable adaptabilidad. Estas propiedades han facilitado su expansión en las regiones andinas, consolidándolo como la tercera fruta de mayor producción a nivel global. Por su versatilidad, se puede consumir fresca o procesada en néctares, conservas y pulpas. El perfil nutricional del durazno representa una fuente de compuestos bioactivos como polifenoles, carotenoides y vitamina C; dichos compuestos previenen el estrés oxidativo, enfermedades neurodegenerativas, oncológicas y refuerzan el sistema inmunológico (8).

El durazno es rico en fibra dietética, posee bajo contenido calórico, otro aspecto a resaltar es el perfil sensorial que posee puesto que su aroma, sabor dulce ligeramente ácido y aroma afrutado derivado de compuestos volátiles como lactonas y terpenoides permite que esta fruta sea propicia en la formulación de bebidas puesto que otorga características sensoriales idóneas mejorando la aceptabilidad de estos productos (9).

El radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH) es un compuesto químico de naturaleza orgánica, formado por un electrón no apareado en su estructura molecular y por dos grupos fenilo unidos a un anillo central picrilhidrazilo, confiriéndole prominente capacidad de captación de átomos de hidrógeno, siendo un compuesto eficaz en la detección de capacidad antioxidante en muestras vegetales (10). El indicador característico de este compuesto es la coloración violeta. Se distingue por una banda de absorción espectral con un pico centrado aproximadamente en los 517 nm que se puede ver reducida a medida que el compuesto a analizar se reduce, generando una coloración amarilla pálida o incolora en la muestra. Permitiendo cuantificar la actividad antioxidante de distintos compuestos.

El radical DPPH se emplea de manera extensiva para evaluar la actividad antioxidante de diversos compuestos químicos a partir de extractos vegetales, alimentos y bebidas. Permitiendo medir la capacidad de un extracto en donar electrones al radical DPPH, reduciéndolo y provocando una reacción de color en la muestra, este análisis se presenta como una herramienta sencilla, eficaz y reproducible en la detección de actividad antioxidante en matrices alimentarias de interés (11).

En el contexto de la innovación en productos alimenticios funcionales, el objetivo principal es evaluar la capacidad antioxidante de una bebida desarrollada a partir de pepino dulce (*Solanum muricatum* Aiton) y durazno (*Prunus persica* L. Batsch). Este estudio tiene como propósito analizar el potencial antioxidante de estas frutas, así como su impacto en la aceptación sensorial de la bebida, mediante una prueba sensorial utilizando una escala hedónica de 9 puntos, en la que se evaluarán atributos como textura, color, aroma, sabor y aceptación global, con el fin de identificar la formulación con mayor aceptación. Adicionalmente, se realizarán análisis fisicoquímicos y microbiológicos de acuerdo con las normativas nacionales NTE INEN 389:1985 y NTE INEN 1529-10, garantizando así la calidad del producto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima

Este estudio de tipo experimental empleó criterios de inclusión y exclusión para la recolección de los frutos tales como tamaño, forma, color, textura, peso, contenido de humedad, índice de madurez, ausencia o presencia de plagas y enfermedades, afectaciones físicas, peso insuficiente, permitiendo seleccionar y clasificar eficientemente cada fruta usada en la formulación de la bebida. Los frutos que cumplieron con los criterios antes mencionados y grado de madurez

“DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE UNA BEBIDA A BASE DE PEPINO DULCE (*SOLANUM MURICATUM* AITON) Y DURAZNO (*PRUNUS PERSICA* L. BATSCH)”

propicio fueron colocados en bolsas de polietileno para ser transportados en contenedores térmicos a 4°C, para evitar su deterioro.

Los frutos, al alcanzar su madurez fisiológica, fueron sometidos a un proceso de limpieza y desinfección con el fin de reducir la carga bacteriana. Para este procedimiento se utilizó una solución desinfectante de hipoclorito de sodio a 5000 ppm. Se enjuagaron y escurrieron por 3 minutos. Se separaron las cascara y semillas de cada fruta; se llevaron a escaldar por 3 minutos, luego se dejaron enfriar a temperatura ambiente 27 °C. Posterior a esto, los frutos se trituraron y despulparon por separado (robot coupe C200), el resultado de este proceso se filtró con un tamiz de 0.5 mm, para ser almacenados en botellas de vidrio previa esterilización y llevados a refrigeración a 4 °C.

Desarrollo de las formulaciones

Se diseñaron tres formulaciones con concentraciones ajustadas, como se detalla en la Tabla 1, con el propósito de analizar la capacidad antioxidante de cada una.

Tabla 1. Ingredientes empleados en la formulación.

| Ingredientes | Formulación 1 (%) | Formulación 2 (%) | Formulación 3 (%) |
|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Pepino dulce | 50 | 20 | 10 |
| Durazno | 30 | 60 | 70 |
| Stevia | 1 | 1 | 1 |
| Agua | 10 | 10 | 10 |
| Total | 100 | 100 | 100 |

Nota: Relación de ingredientes empleados en cada formulación, expresados en unidades estándar.

Análisis del radical DPPH

La determinación del potencial antioxidante empleó el método del radical DPPH propuesto por Brand-Williams. Formado por nitrógeno orgánico, este radical posee un rango de absorción de 515-520 nm. El principio de esta metodología radica en la eliminación de especies reactivas de oxígeno, como los radicales libres. Se prepararon diluciones de cada formulación en metanol, ajustando las concentraciones a 200 µg/ml, 100 µg/ml, 50 µg/ml y 10 µg/ml. Para realizar las mediciones, se ajustó el espectrofotómetro a una longitud de onda de 517 nm. El valor de inhibición, conocido como IC⁵⁰, representa la concentración mínima de la muestra requerida para neutralizar los radicales libres, y se determina utilizando la ecuación 1:

$$\% \text{ de inhibición} = \frac{\text{Abs. inicial} - \text{Abs. final}}{\text{Abs. inicial}} \times 100 \quad (1)$$

Evaluación sensorial

La evaluación sensorial se realizó mediante una escala hedónica de 9 niveles. Esta escala asigna valores máximos de 9 (Me agrada mucho) y 1 (Me desagrada mucho). Se emplearon 100 evaluadores no entrenados, todos consumidores frecuentes de bebidas de frutas, ambos sexos y mayores de edad. Los parámetros sensoriales evaluados en las formulaciones experimentales fueron textura, color, aroma, sabor, olor y aceptación general; se dotó de una ficha de evaluación a cada individuo en donde puntuaría cada muestra según su preferencia.

Análisis estadístico

Las formulaciones fueron valoradas estadísticamente y por triplicado utilizando un Diseño Completamente al Azar (DCA) y test de Tukey, considerando un 5% de significancia en los tres tratamientos destinados a evaluar la capacidad antioxidante.

Análisis fisicoquímicos

Para la determinación de pH se siguieron los parámetros establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 389.1985-12 para determinación de pH, a partir de disoluciones de la muestra usando un potenciómetro (12). La determinación de sólidos solubles (°Brix) se realizó de acuerdo con el procedimiento AOAC 932.12, empleando un refractómetro, previa disolución de la muestra en agua destilada (13).

Análisis microbiológicos

Los requisitos microbiológicos se realizaron por triplicado conforme a la norma NTE INEN 1529-10 donde se mencionan los parámetros viables para mohos y levaduras en alimentos. Se inocularon 1-2 g de muestras en un caldo extracto de malto (15 cm³), incubando las muestras a 30 ± 1 °C. Se identificó el crecimiento por turbidez o película y microscopía tras una preparación al fresco. Para la determinación de coliformes totales se tomó como referencia la norma NTE INEN 1529-6 para control microbiológico de los alimentos. Empleando un caldo bilis-lactosa para el ensayo presuntivo, se prepararon las diluciones, se transfirió 1 cm³ de la dilución 10⁻¹ a tres tubos con 10 cm³ de caldo BGBL, utilizando una pipeta estéril, se repitió el procedimiento para la dilución 10⁻² y las subsecuentes las temperaturas de incubación se establecen en 30 ± 1 °C para productos refrigerados (14).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Actividad antioxidante

La evaluación del potencial antioxidante se determinó mediante el método del radical DPPH (12); la curva patrón fue calibrada con ácido ascórbico empleando concentraciones de (0,10,50,100 y

“DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE UNA BEBIDA A BASE DE PEPINO DULCE (*SOLANUM MURICATUM* AITON) Y DURAZNO (*PRUNUS PERSICA* L. BATSCH)”

200 µg/ml), las cuales se utilizaron como referencia, las muestras estándar para la comparación de las concentraciones de cada tratamiento. La preparación de las muestras consistió en tomar 15 g de muestra, que se diluyó en 50 ml de metanol. En la Tabla 2 se muestran las absorbancias obtenidas junto con el porcentaje de inhibición de cada formulación, donde F1 mostró un 63.78 % de inhibición, F2 un 62.94 % y F3 un 60.76 % en la neutralización del radical DPPH, indicando que F1 exhibe la mayor eficiencia en la inhibición de este radical.

Tabla 1. Comparativa de absorbancias e índice de inhibición del radical DPPH.

| Tratamiento | Abs. final | Abs. inicial | % inhibición |
|-------------|------------|--------------|--------------|
| F1 | 0.205 | 0.566 | 63.78 |
| F2 | 0.212 | 0.572 | 62.94 |
| F3 | 0.226 | 0.576 | 60.76 |

Nota: Indicadores de actividad antioxidante medidos a través de absorbancias y porcentajes de inhibición.

Coefficiente de Inhibición (IC⁵⁰)

En la Figura 1 se presenta una comparación del ácido ascórbico y las tres formulaciones, destacando que el ácido ascórbico necesita menor cantidad de concentración (µg/ml) para inhibir el 50 % del (DPPH) con una cantidad alrededor de 80 µg/ml (16). Mientras que F1 requirió de una concentración de 180 µg/ml para inhibir el IC⁵⁰, asimismo, F2 necesitó una cantidad de 280 µg/ml para inhibir el 50% del radical DPPH y F3 una concentración de 440 µg/ml.

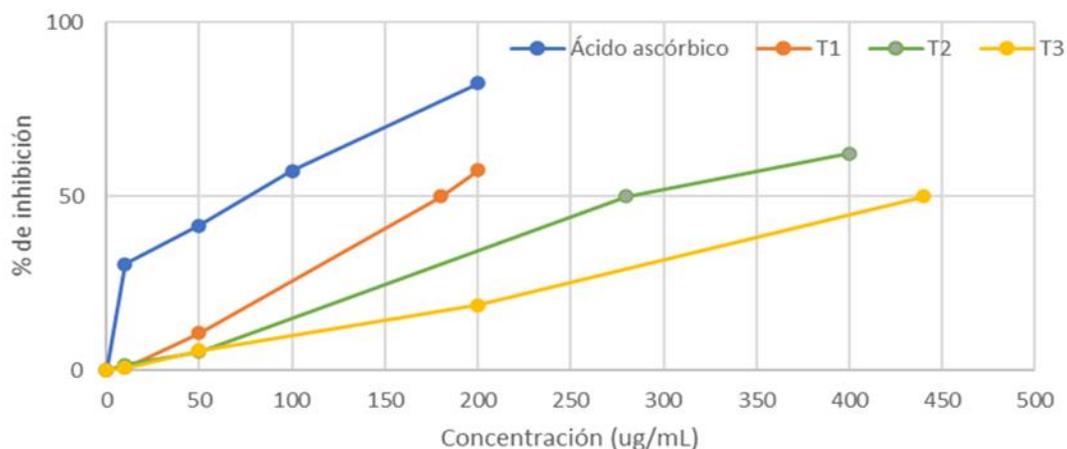


Figura 1. Porcentaje de inhibición de la capacidad antioxidante en relación con el coeficiente (IC⁵⁰).

Evaluación sensorial

Los resultados de la evaluación sensorial se visualizan en la Tabla 3 y Figura 2, donde el panel sensorial constituido por 100 jueces no entrenados, mediante dictamen hedónico, valoraron características sensoriales como textura, color, aroma, sabor, olor y aceptación general (17).

El análisis de textura destacó a F2 como la formulación con mayor aceptación sensorial, clasificada como "Muy Bueno" en la escala hedónica, superando a F1 y F3, que mostraron una menor preferencia por parte de los jueces. En términos de color, F2 nuevamente se posicionó como el tratamiento más apreciado, mientras que F3 presentó un menor nivel de aceptabilidad. De manera similar, el aroma de F2 fue percibido como más agradable en comparación con F1 y F3, que obtuvieron valoraciones menos favorables. En cuanto al sabor, F2 sobresalió por su equilibrio, alcanzando una calificación destacada en contraste con los otros tratamientos. Finalmente, en la evaluación de aceptación general, F2 mantuvo su posición como la opción más valorada por los panelistas, confirmando su superioridad frente a F1 y F3 en la percepción global del producto.

Tabla 2. Análisis sensorial de la bebida de Pepino dulce y durazno.

| Parámetro | Formulación 1 | Formulación 2 | Formulación 3 |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Textura | 8.07 ^A | 8.73 ^A | 7.41 ^B |
| Color | 8.27 ^B | 8.77 ^A | 7.12 ^C |
| Aroma | 8.23 ^B | 8.57 ^A | 7 ^C |
| Sabor | 7.63 ^B | 8.63 ^A | 6.52 ^C |
| Aceptación general | 8.07 ^B | 8.55 ^A | 7.03 ^C |

Nota: Comparación de las características sensoriales de la bebida, según la puntuación asignada por los panelistas. Medias con una letra común indican diferencia significativa ($p > 0,05$).

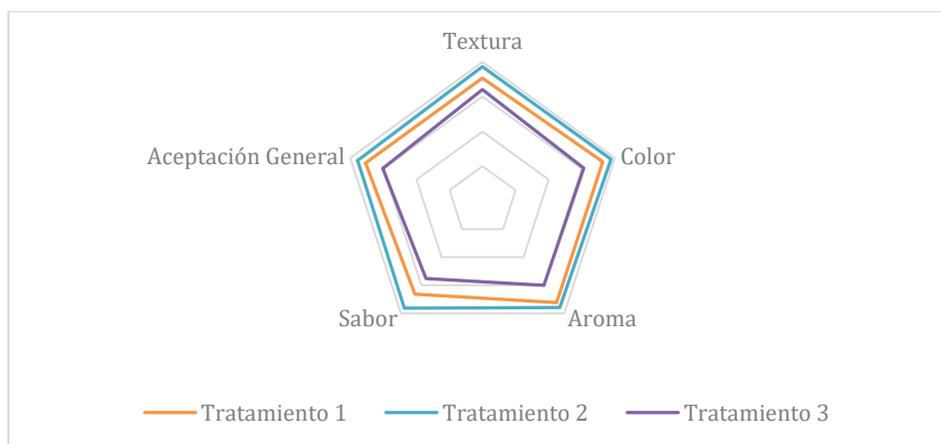


Figura 2. Comparación de atributos sensoriales.

Análisis fisicoquímicos

En la Tabla 4 se muestran los resultados obtenidos de las pruebas fisicoquímicas, correspondientes a los sólidos solubles y el pH, para las formulaciones experimentales. Los datos obtenidos confirman que las bebidas cumplen con los requisitos establecidos en la normativa nacional NTE INEN, lo que respalda su conformidad con los estándares de calidad.

Tabla 3. Evaluación fisicoquímica de las formulaciones.

| Parámetro | Unidad | F1 | F2 | F3 | Requisito* |
|------------------|--------|----|------|-----|------------|
| Sólidos solubles | °Brix | 9 | 10.8 | 9.4 | |
| pH | UFC/g | 4 | 4.3 | 4.1 | 4.5 máx |

Nota: Principales parámetros fisicoquímicos medidos en las diferentes formulaciones.

Análisis microbiológicos

La Tabla 5 muestra los resultados de los análisis microbiológicos, evidenciando que las formulaciones desarrolladas cumplen con los estándares establecidos por la normativa nacional NTE INEN. Aseverando que el proceso de elaboración garantiza la inocuidad del producto y refleja un adecuado manejo de las materias primas. Los datos obtenidos destacan la ausencia de contaminantes significativos y la conformidad con los límites microbiológicos permitidos, confirmando que la bebida formulada es apta para el consumo.

Tabla 4. Parámetros microbiológicos de los tratamientos.

| Parámetro | Unidad | F1 | F2 | F3 | Requisito* |
|--------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| Coliformes fecales | NMP/cm ³ | < 3,0x10 ¹ | < 3,0x10 ¹ | < 3,0x10 ¹ | 1,0x10 ³ |
| Mohos y levaduras | UFC/cm ³ | < 10 | < 10 | <10 | < 100 ^{&} |

Nota: Indicadores microbiológicos de los tratamientos formulados.

DISCUSIÓN

La valoración de la actividad antioxidante utilizando el método del radical DPPH mostró que F1 presentó mayor capacidad de inhibición con un 63.78 %, seguido por F2 con 62.94% y F3 con 60.76%. Estos resultados demuestran que F1 fue ligeramente superior a los demás tratamientos experimentales; aunque no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ellos, se deben resaltar las concentraciones de cada tratamiento y los porcentajes de inhibición alcanzados. Concordando con lo reportado por (18), quienes estudiaron la capacidad antioxidante de *Carissa spinarum* (Cs) combinado con jugo de frutas y concluyeron que la concentración de los tratamientos influye significativamente en la actividad antioxidante y la aceptabilidad de las

bebidas. Estos hallazgos resaltan el potencial que poseen los frutos usados en la elaboración de esta bebida como fuente de antioxidantes naturales.

De acuerdo con el estudio realizado por (19) donde se evaluó la influencia de tratamientos térmicos y la zonificación de compuestos bioactivos, capacidad antioxidante y propiedades fisicoquímicas en una bebida de durazno, se demostró que el potencial de inhibición del durazno es del 51,87%, siendo relativamente cercano con los valores obtenidos en este estudio, reforzando la hipótesis establecida acerca del potencial del durazno y su aporte antioxidante.

(20) empleó el método del radical DPPH para determinar la actividad antioxidante a partir de extractos de tallos, hojas y frutos de pepino dulce, evidenciando que el fruto posee una capacidad de inhibición del 39.26% frente al estándar de ácido ascórbico. Por su parte, (21) evaluó los efectos sobre la salud de las bebidas fermentadas a base de fresa, confirmando que emplear frutas como fuente natural de antioxidantes es viable puesto que, contienen compuestos como fenoles, flavonoides, amplia capacidad de inhibición de radicales libres y potencial antibacteriano.

El coeficiente de inhibición (IC50) utilizó ácido ascórbico como estándar para el estudio de la capacidad antioxidante, alcanzando un coeficiente de inhibición del 50% con una concentración proximal de 80 µg/ml, resaltando su prominente actividad antioxidante. De manera similar, la formulación 1 necesitó una concentración de 180 µg/ml para obtener un IC50 comparable al del patrón, mientras que F2 requirió 280 µg/ml y F3 alcanzó el IC50 con 440 µg/ml. Cabe destacar que las formulaciones presentan actividad antioxidante; sin embargo, su potencia es inferior al estándar, lo que podría deberse a la concentración y naturaleza de los compuestos presentes en cada tratamiento. A pesar de ello, las formulaciones evaluadas muestran una capacidad antioxidante significativa, destacando a F1 por su efectividad en la inhibición del radical DPPH. No obstante, todas las formulaciones requieren altas concentraciones para lograr un coeficiente de inhibición similar al estándar. Esto podría indicar que los compuestos antioxidantes presentes en las formulaciones son limitados, revelando la necesidad de optimizar las fórmulas de estas bebidas y potencializar la capacidad antioxidante de estos productos.

El análisis sensorial identificó a F2 como la formulación con mayor aceptación, siendo clasificada como "Muy bueno" en la escala hedónica, lo que evidencia sus características sensoriales deseables, especialmente en textura y aroma. Aunque F1 obtuvo una aceptación moderada en comparación con F2, se destacó por su color y textura, atributos que contribuyeron a una percepción positiva general. En contraste, F3 fue la menos valorada, principalmente debido a su sabor y textura, lo que refleja un menor grado de preferencia entre los panelistas.

Los autores concluyeron que la aceptación general de estas bebidas se ve influenciada por tres parámetros en específico: color, sabor y aroma. Estos resultados destacan la importancia de preservar las características organolépticas deseables en estos productos, en línea con los hallazgos de (22), quienes analizaron la aceptación sensorial de bebidas funcionales elaboradas a partir de frutas y hierbas. (23) destaca la creciente demanda de bebidas funcionales y fermentadas que incorporan zumos de frutas. No obstante, el principal reto que enfrentan estos productos está relacionado con la aceptación sensorial de los consumidores. Por tanto, es

imperativo mejorar las tecnologías implicadas en la producción y a su vez optimizar las proporciones de los ingredientes empleados, ya que son factores determinantes que confieren propiedades organolépticas deseables y de esa manera satisfacer las expectativas de mercado.

Los sólidos solubles y el pH, son parámetros determinantes para la seguridad microbiológica y la estabilidad de los azúcares en las formulaciones analizadas. En este estudio, ambos se mantuvieron dentro de los rangos establecidos por la normativa, lo que sugiere que las fórmulas utilizadas presentan un equilibrio adecuado de dulzor, acidez y consistencia, favoreciendo tanto la calidad sensorial como la aceptabilidad del producto (24). Por otro lado, la ausencia de coliformes fecales y el control de mohos y levaduras evidencian la eficacia de los protocolos empleados en el desarrollo de la bebida. Según Lee et al. (25), estos indicadores son fundamentales para garantizar la estabilidad microbiológica y reducir el riesgo de contaminación, minimizando así las probabilidades de brotes de enfermedades transmitidas por alimentos.

CONCLUSIONES

La elaboración de una bebida que combina diversas concentraciones de pepino dulce (*Solanum muricatum* Aiton) y durazno (*Prunus persica* L. Batsch) como alternativa nutricional resalta la relevancia de agregar alimentos ricos en antioxidantes a nuestra alimentación, reduciendo la formación de radicales libres, que son los principales responsables de la degradación celular. Desencadenando enfermedades cardiovasculares, cáncer, entre otras. La evaluación de la capacidad antioxidante de las formulaciones experimentales mediante el método del radical DPPH y el cálculo del IC50 indicaron que el tratamiento T1 alcanzó un 63 % de inhibición, en comparación con la curva patrón, mientras que T2 mostró un 62 % de inhibición y T3 con 60 %. Sugiriendo que, aunque todos los tratamientos poseen actividad antioxidante notable, T1 destacó en la inhibición frente al radical DPPH.

La evaluación sensorial determinó que el tratamiento T2, compuesto por 20 g de pepino dulce y 60 g de durazno, fue el más preferido por el panel sensorial. Esta preferencia se debe principalmente al uso del durazno, una fruta ampliamente conocida y aceptada sensorialmente, lo que lo convierte en una opción viable para la reformulación de bebidas con potencial antioxidante. Además, esta formulación destaca por incorporar pepino dulce, una fruta menos común, lo que no solo contribuye a la diversificación de la oferta de productos, sino que también podría ofrecer beneficios para la salud al prevenir la oxidación celular. Este hallazgo subraya la importancia de desarrollar bebidas antioxidantes que utilicen frutas poco aprovechadas en la industria alimentaria, sugiriendo que futuras investigaciones podrían centrarse en optimizar la formulación, almacenamiento y vida útil de estas bebidas, así como evaluar el impacto de estos factores en su actividad antioxidante.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Haque M, McKimm J, Sartelli M, Samad N, Haque S, Bakar M. A narrative review of the effects of sugar-sweetened beverages on human health: a key global health issue. *Journal Popul Ther Clin Pharmacol.* 2020; 27(1): e76-e103. <https://doi.org/10.15586/jptcp.v27i1.666>
2. Ahn H, Park Y. Sugar-sweetened beverage consumption and bone health: a systematic review and meta-analysis. *Nutrition Journal.* 2021; 20(41). <https://doi.org/10.1186/s12937-021-00698-1>
3. García P, De Filippis L, Gul, A, Hasanuzzaman M, Ozturk M, Altay V, et al Oxidative stress and antioxidant metabolism under adverse environmental conditions: a review. *The Botanical Review.* 2021; 87: 421-466. <https://doi.org/10.1007/s12229-020-09231-1>
4. Gupta A, Sanwal N, Bareen M, Barua S, Sharma N. Trends in functional beverages: Functional ingredients, processing technologies, stability, health benefits, and consumer perspective. *Food Research International.* 2023; 170: 113046. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113046>
5. Gulcin I. Antioxidants and antioxidant methods: an updated overview. *Archives of Toxicology.* 2020; 94: 651-715. <https://doi.org/10.1007/s00204-020-02689-3>
6. Güler H, Sözen A, Tuncer A, Afshari F, Khanlari A, Sirin C, et al. Experimental and CFD survey of indirect solar dryer modified with low-cost iron mesh. *Solar Energy.* 2020; 197: 371-384. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2020.01.021>
7. Herraiz F, Villaño D, Plazas M, Vilanova S, Ferreres F, Prohens J, et al. Phenolic profile and biological activities of the pepino (*Solanum muricatum*) fruit and its wild relative *S. caripense*. *International Journal of Molecular Sciences.* 2016; 17(3): 394. <https://doi.org/10.3390/ijms17030394>
8. Bento C, Goncalves A, Silva B, Silva L. Peach (*Prunus Persica*): Phytochemicals and Health Benefits. *Food Reviews International.* 2020; 38(8): 1703-1734. <https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1837861>
9. Mihaylova D, Popova A, Desseva I, Petkova N, Stoyanova M, Vrancheva R, et al. Comparative study of early-and mid-ripening peach (*Prunus persica* L.) varieties: Biological activity, macro-, and micro-nutrient profile. *Foods.* 2021; 10(1): 164. <https://doi.org/10.3390/foods10010164>
10. Gülçin I, Mshvildadze V, Geodiremen A, Elias R. Screening of antiradical and antioxidant activity of monodesmosides and crude extract from *Leontice smirnowii* tuber. *Phytomedicine.* 2006; 13(5): 343-351. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2005.03.009>
11. Bandoniene D, Murkovic M, Pfannhauser W, Venskutonis P, Gruzdienė D. Detection and activity evaluation of radical scavenging compounds by using DPPH free radical and on-line HPLC-DPPH methods. *European Food Research and Technology.* 2020; 214: 143-147. <https://doi.org/10.1007/s00217-001-0430-9>
12. Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2008). Norma técnica ecuatoriana/Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales. Requisitos. Obtenido de Instituto ecuatoriano de normalización. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2337>

13. Association of Official Analytical Chemistry (AOAC). Official Methods of Analysis. 18th Ed. Gaithersburg, MD, USA.;2005.
14. Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2013). Control microbiológico de alimentos, mohos y levaduras viables. Obtenido de Norma técnica ecuatoriana. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1529-11-1R.pdf>
15. Brand-Williams W, Bondet V, Berset C. Kinetics and mechanisms of antioxidant activity using the DPPH. free radical method. LWT-Food Science and Technology. 1997; 30(6): 609-615. <https://doi.org/10.1006/fstl.1997.024>
16. Sahraee S, Ghanbarzageh B, Falcone P. Application of mixture design methodology for developing high antioxidant fruity functional beverage. Food Science & Nutrition. 2022; 10(7): 2245-2254. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2834>
17. Mihafu FD, Issa JY, Kamiyango MW. Implication of sensory evaluation and quality assessment in food product development: A review. Current Research in Nutrition and Food Science Journal. 2020; 8(3): 690-702. <http://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.8.3.03>
18. Prabhakaran M, Chauhan A, Shetty N. Exploring the potential of Carissa spinarum fruit in RTS beverage: a comprehensive study on preparation and stability. Journal Food Sci Technol. 2024. <https://doi.org/10.1007/s13197-024-06017-w>
19. Sattar S, Imran M, Mushtaq Z, Ahmad M, Arshad M, Holmes M, et al. The functional quality of optimized peach-based beverage developed by application of ultrasonic processing. Food Science & Nutrition. 2019; 7(11): 392-3699. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1227>
20. Hartati R, Febiana N, Pramastya H, Fidrianny I. Antioxidant Activities of Stem, Leaves and Fruits Extracts of Pepino (*Solanum muricatum* Aiton). Pakistan Journal of Biological Sciences. 2024; 27: 69-79. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2024.69.79>
21. Zhao Z, Wu X, Chen H, Liu Y, Chen H, Yao H. Evaluation of a strawberry fermented beverage with potential health benefits. PeerJ Chemistry. 2021; 9: e11974. <https://doi.org/10.7717/peerj.11974>
22. Skapska S, Marszalek K, Wozniak L, Szczepanska J, Danielczuk J, Zawada K. The Development and Consumer Acceptance of Functional Fruit-Herbal Beverages. Foods. 2020; 9(12): 1819. <https://doi.org/10.3390/foods9121819>
23. Pinto T, Vilela A, Cosme F. Chemical and Sensory Characteristics of Fruit Juice and Fruit Fermented Beverages and Their Consumer Acceptance. Beverages. 2022; 8(2): 33. <https://doi.org/10.3390/beverages8020033>
24. Dżugan M, Wesolowka M, Zagula G, Puchalski C. The comparison of the physicochemical parameters and antioxidant activity of homemade and commercial pomegranate juices. Acta Sci.Pol. Technol. Aliment. 2018; 17(1): 59-68. <https://doi.org/10.17306/J.AFS.2018.0529>
25. Lee S, Han A, Jo S, Cheon H, Song H, Jang A, et al. Microbiological quality and safety of commercial fresh fruit and vegetable juices in Korea. LWT. 2021; 152: 112432. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112432>

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL SISTEMA AGROFORESTAL EN LA FINCA MAGALLANES DEL SITIO CAÑA BRAVA, PAJÁN, MANABÍ, ECUADOR

STRUCTURAL ANALYSIS OF THE AGROFORESTRY SYSTEM AT THE MAGALLANES FARM AT THE CAÑA BRAVA SITE, PAJÁN, MANABÍ, ECUADOR

César Alberto Cabrera Verdesoto¹, Mileidy Rachel Alcívar Cobeña²,
Ignacio Estévez Valdés³, Paola Stefania Pardo Reyes⁴, Valeria Lissette Cali Ligua⁵

{cesar.cabrera@unesum.edu.ec¹, rachel-alcivar08@hotmail.com², ignacio.estevez@unesum.edu.ec³, paola.pardo@unesum.edu.ec⁴,
valeria.cali@unesum.edu.ec⁵}

Fecha de recepción: 23/10/2024 / Fecha de aceptación: 04/01/2025 / Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: El análisis estructural del sistema agroforestal en la finca "Magallanes", ubicada en Caña Brava, Paján, Manabí, Ecuador, se llevó a cabo con el objetivo de evaluar la diversidad y la estructura de las especies arbóreas presentes. Se establecieron siete parcelas de 20 x 25 metros en un área total de 7 hectáreas donde se identificaron 17 especies pertenecientes a 11 familias botánicas, con un total de 43 individuos, la investigación reveló que la mayoría de los árboles eran jóvenes con predominancia en la clase III de altura y la clase I en diámetro. Las especies más relevantes desde un punto de vista ecológico fueron *Inga spectabilis*, *Cordia alliodora* y *Pseudosamanea guachapele*, mientras que especies como *Annona muricata*, *Citrus sinensis* y *Bixa orellana* mostraron menor presencia. Los índices de diversidad calculados, como Shannon-Weaver, Simpson, y Margalef, indicaron una diversidad media a alta en el sitio estudiado. La metodología incluyó un inventario forestal que consideró el diámetro a la altura del pecho (DAP) y la altura total de cada especie. Se utilizó un diseño aleatorio para las parcelas, georreferenciadas con GPS, y se aplicaron fórmulas para calcular la abundancia, dominancia y frecuencia relativa de las especies. El Índice de Valor de Importancia Ecológica (IVIE) fue fundamental para evaluar el papel ecológico de cada especie en el ecosistema. Este estudio subraya la importancia de los sistemas agroforestales no solo para la producción agrícola sino también para la conservación del suelo y la biodiversidad destacando la necesidad de prácticas sostenibles que integren tanto especies forestales como frutales para garantizar la viabilidad económica y ecológica a largo plazo.

Palabras clave: Biodiversidad, diversidad, índices, parcelas

¹Universidad Estatal del Sur de Manabí, <https://orcid.org/0000-0001-5101-3520>.

²Ingeniera Forestal, Profesional autónomo, <https://orcid.org/0009-0007-5634-3466>.

³Universidad Estatal del Sur de Manabí, <https://orcid.org/0000-0001-8143-8466>.

⁴Universidad Estatal del Sur de Manabí, <https://orcid.org/0000-0002-4384-0662>.

⁵Universidad Estatal del Sur de Manabí, <https://orcid.org/0000-0002-9926-6161>.

ABSTRACT: The structural analysis of the agroforestry system in the "Magallanes" farm, located in Caña Brava, Paján, Manabí, Ecuador, was carried out with the aim of evaluating the diversity and structure of the tree species present. Seven plots of 20 x 25 meters were established in a total area of 7 hectares where 17 species belonging to 11 botanical families were identified, with a total of 43 individuals. The research revealed that most of the trees were young with predominance in class III of height and class I in diameter. The most relevant species from an ecological point of view were *Inga spectabilis*, *Cordia alliodora* and *Pseudosamanea guachapele*, while species such as *Annona muricata*, *Citrus sinensis* and *Bixa orellana* showed less presence. The calculated diversity indices, such as Shannon-Weaver, Simpson, and Margalef, indicated a medium to high diversity at the studied site. The methodology included a forest inventory that considered the diameter at breast height (DBH) and the total height of each species. A random design was used for the plots, georeferenced with GPS, and formulas were applied to calculate the abundance, dominance and relative frequency of the species. The Ecological Importance Value Index (IVIE) was fundamental to evaluate the ecological role of each species in the ecosystem. This study underlines the importance of agroforestry systems not only for agricultural production but also for soil and biodiversity conservation, highlighting the need for sustainable practices that integrate both forest and fruit species to ensure long-term economic and ecological viability.

Keywords: *Height, biodiversity, diversity, indexes, plots*

INTRODUCCIÓN

Los bosques tropicales representan una de las manifestaciones más ricas de biodiversidad en el planeta. Estas extensas regiones son cada vez más objeto de preocupación a nivel mundial debido a la intensa explotación a la que han sido sometidas por las industria maderera, petrolera y camaronera. Esta actividad ha llevado a la destrucción de estos ecosistemas como la degradación del suelo y a la extinción de numerosas especies forestales nativas. Ecuador se destaca como uno de los países con mayor biodiversidad tanto en el continente como en el mundo (1).

Los bosques naturales situados en las proximidades de centros urbanos y áreas de expansión son reconocidos como ecosistemas de gran relevancia ambiental y ecológica, debido a los numerosos beneficios que ofrecen a los habitantes de ciudades y pueblos. Comprender y evaluar sus características estructurales y dinámicas es esencial para determinar su potencial en términos de producción, conservación y regulación (2).

El bosque seco tropical (Bs-T) abarca aproximadamente el 42 % de los ecosistemas tropicales a nivel mundial este tipo de bosque se localiza en las tierras bajas de las regiones tropicales y se caracteriza por tener una temporada de lluvias seguida de varios meses de sequía. Esta estacionalidad en las precipitaciones genera un déficit hídrico que es una de sus principales características distintivas. (3).

◆ **ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL SISTEMA AGROFORESTAL EN LA FINCA MAGALLANES DEL SITIO CAÑA BRAVA, PAJAN, MANABI, ECUADOR**

El bosque seco ha sido catalogado como un ecosistema en estado crítico lo que indica que enfrenta serias amenazas que ponen en riesgo su supervivencia y funcionalidad, esta clasificación resalta la urgente necesidad de implementar medidas de conservación y manejo sostenible para proteger este tipo de hábitat, la degradación de los bosques secos se debe a factores como la deforestación, el cambio climático y la expansión agrícola que han reducido significativamente su extensión y biodiversidad, es fundamental promover políticas que fomenten la restauración y conservación de estos ecosistemas garantizando así su preservación para las generaciones futuras (4), (3).

La larga historia de transformación del bosque seco ha estado marcada por diversas presiones incluyendo el cambio climático, la fragmentación del hábitat y la incidencia de incendios. La disminución significativa de extensas áreas de bosque seco se atribuye en gran medida a la falta de comprensión sobre su dinámica y su papel crucial en la provisión de servicios ecosistémicos, esta carencia de conocimiento ha dificultado la implementación de estrategias efectivas para su conservación y manejo sostenible lo que subraya la necesidad de aumentar la conciencia y la educación sobre la importancia de estos ecosistemas (5), (3).

Es ampliamente reconocido que los Sistemas Agroforestales (SAF) ofrecen numerosas ventajas en comparación con los monocultivos, ya que satisfacen la demanda de una agricultura multifuncional y brindan importantes servicios ambientales (6). Los sistemas agroforestales se definen como la integración de árboles en los bordes externos e internos de tierras de cultivo o en cualquier otro espacio disponible, lo que permite obtener beneficios tanto en la mitigación del cambio climático como en la producción de alimentos. Existen diversos tipos de SAF, cada uno con diferentes tasas de secuestro de carbono, tanto en el suelo como en la biomasa (7).

Los sistemas agroforestales (SAF) ofrecen diversos productos y pueden proporcionar servicios ambientales similares o incluso superiores que los ecosistemas naturales (8). Aunque los informes científicos respaldan que estos beneficios han aumentado notablemente en la última década se han centrado en un solo servicio ambiental agroforestal; por ejemplo, impactos en la conservación de la biodiversidad en paisajes tropicales (9), (8), fertilidad del suelo (10), (8), o potencial de secuestro de carbono (11), (8).

Es crucial fomentar y preservar los sistemas agroforestales tradicionales que incluyen una mayor diversidad de árboles frutales y forestales, ya que contribuyen a mantener la biodiversidad en paisajes donde el hábitat forestal se ve amenazado por actividades humanas, ayudando a conservar especies en peligro de extinción (12). Los conocimientos adquiridos pueden aplicarse a otros sistemas agroforestales, considerando cultivos como café, plátano y palma aceitera, con el objetivo de evaluar su estructura vertical y horizontal (13).

La relevancia de llevar a cabo esta investigación radica en la necesidad de identificar las especies presentes en el área de estudio, así como de analizar su estructura vertical y horizontal. Además, se busca evaluar la importancia, diversidad y riqueza de estas especies utilizando índices como el Valor de Importancia Ecológica (IVIE), Shannon-Weaver, Simpson y Margalef.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en el sitio Caña Brava, ubicado en el cantón Paján, provincia de Manabí, en la finca del propietario, el Sr. Lorenzo Magallán Nieto. Esta área se distingue por tener una temperatura promedio anual de 24 °C y precipitaciones anuales que varían entre 1000 y 2000 mm (14).

La finca se localiza en las coordenadas UTM: 572522 y 9821201, a una altitud de 77 msnm.

La finca abarca un total de 7.00 hectáreas donde se encuentran cultivos agrícolas y especies forestales que han quedado como remanentes del bosque nativo, la investigación es de tipo descriptiva la metodología aplicada en el trabajo consistió en establecer siete parcelas circulares de 500 m² para realizar un inventario forestal, midiendo el diámetro a la altura del pecho (DAP) y la altura de los árboles. Se calcularon índices de diversidad y de Valor de Importancia Ecológica (IVIE) para analizar la estructura del sistema agroforestal, (Figura 1).

Contexto geográfico

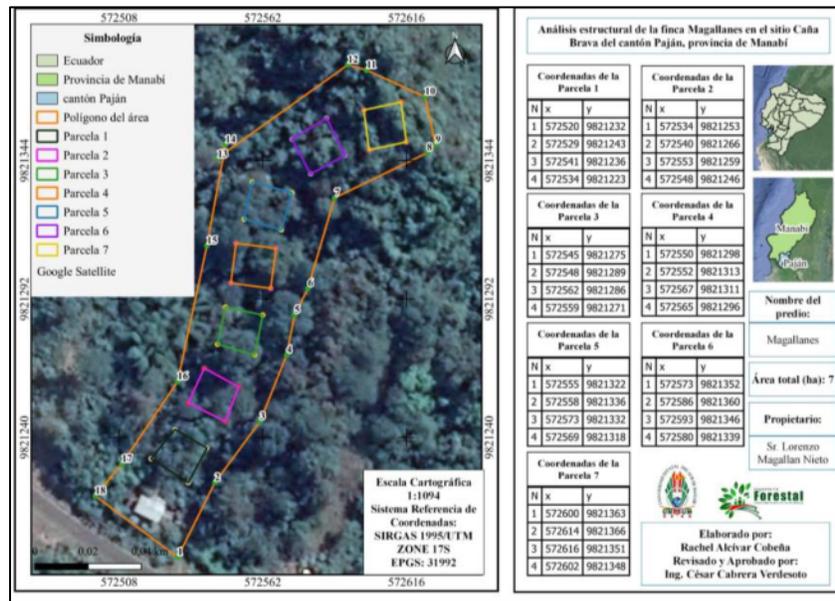


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

Análisis de la información

La fase de campo consistió en realizar un inventario forestal para identificar las especies arbóreas presentes en la "finca Magallanes". Las variables dasométricas consideradas en este estudio fueron el diámetro a la altura del pecho (DAP), que se mide a 1,30 m, y la altura total de cada especie.

Unidad de muestreo

La unidad de muestreo se determinará utilizando la fórmula de intensidad propuesta por (15), según la ecuación (1). Para este análisis, se tomó en cuenta una población de 7 hectáreas y una muestra de 500 m².

$$IM = \frac{A * \% \text{ de muestreo}}{m^2} \quad (1)$$

Donde:

IM= Intensidad de Muestreo

A= Área (superficie en hectáreas de la plantación o bosque)

m² = Superficie de una parcela

% = Porcentaje de muestreo

Métodos

La implementación del inventario se llevó a cabo mediante la instalación de 7 parcelas de 500 m², distribuidas aleatoriamente, siguiendo la metodología de un inventario rápido propuesta por (16), (17). Las parcelas fueron georreferenciadas utilizando un GPS, y se realizaron mediciones de las variables de diámetro y altura.

La identificación de las especies fue realizada por un docente de la asignatura de dendrología de la carrera de Ingeniería Forestal. El diseño de las parcelas fue de 20 m x 25 m, conforme a la metodología establecida por (18).

Para cada especie, se determinó su abundancia, dominancia y frecuencia en función del número de árboles presentes en los sitios de muestreo, aplicando las ecuaciones correspondientes para calcular los índices de Valor de Importancia Ecológica (IVIE), Shannon-Weaver, Simpson y la riqueza según Margalef.

La estructura vertical del bosque se analizó considerando los individuos presentes en cada parcela como unidad de muestreo total o estrato arbóreo. Por otro lado, la estructura horizontal se evaluó mediante variables ecológicas como abundancia, dominancia y frecuencia relativa de cada especie, utilizando la sumatoria porcentual para calcular el IVIE.

Estructura vertical y horizontal

La estructura vertical del sistema agroforestal se analizó en función del crecimiento, la abundancia y la riqueza de especies, utilizando intervalos de altura de cinco metros (m) (19).

◆ **ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL SISTEMA AGROFORESTAL EN LA FINCA MAGALLANES DEL SITIO CAÑA BRAVA, PAJAN, MANABI, ECUADOR**

La estructura horizontal se evaluó mediante la identificación de especies arbóreas, considerando su crecimiento en términos de diámetro (cm) en intervalos de 10 cm y distribuciones de rangos (20). Esta evaluación se basó en el Índice de Valor de Importancia Ecológica (IVIE) y otros índices de diversidad (19).

Determinación del Índice Valor de Importancia Ecológica (IVIE)

Para cada especie se estimaron la abundancia, dominancia y frecuencia en función del número de árboles presentes en los sitios de muestreo. Estas variables relativizadas se utilizaron para calcular un valor ponderado a nivel taxonómico conocido como Índice de Valor de Importancia Ecológica (IVIE) que se expresa en valores porcentuales en una escala del 0 al 100.

Para calcular la abundancia relativa, se aplicaron las siguientes ecuaciones: (21).

$$A_i = \frac{N_i}{S} \quad (2) \quad AR_i = \left(\frac{N_i}{\sum_{i=1..n} A_i} \right) * 100 \quad (3)$$

Dónde:

AR_i = Abundancia relativa de la especie i respecto a la abundancia total

A_i = Abundancia absoluta de la especie i

Las frecuencias absoluta y relativa se calcularon utilizando las ecuaciones propuestas por (21).

$$F_i = \frac{P_i}{NS} \quad (4) \quad FR_i = \left(\frac{F_i}{\sum_{i=1..n} F_i} \right) * 100 \quad (5)$$

Dónde:

F_i = Frecuencia absoluta (porcentaje de presencia en los sitios de muestreo)

f_i = Número de sitios en la que está presente la especie i

N = Número de sitios de muestreo

FR_i = Frecuencia relativa de la especie i respecto a la frecuencia total

La dominancia se analizó utilizando las ecuaciones proporcionadas por (21).

$$D_i = \frac{Nb_i}{S(ha)} \quad (6) \quad DR_i = \left(\frac{D_i}{\sum_{i=1..n} D_i} \right) * 100 \quad (7)$$

Dónde:

DR_i = Dominancia relativa de la especie i respecto a la dominancia total

D_i = Dominancia absoluta de la especie i (m² ha⁻¹)

Índice de valor importancia ecológica (IVIE)

Por otro lado, el Índice de Valor de Importancia Ecológica (IVIE) se determina a partir de la siguiente ecuación, según (21).

◆ **ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL SISTEMA AGROFORESTAL EN LA FINCA MAGALLANES DEL SITIO CAÑA BRAVA, PAJAN, MANABI, ECUADOR**

$$I.V.I.E = \frac{Ar_i + Fr_i + Dr_i}{3} \quad (8)$$

Dónde:

Ar_i= Abundancia relativa

Fr_i= Frecuencia relativa

Dr_i= Dominancia relativa

Determinar el índice de diversidad de Simpson, de Shannon-Weaver y el índice de riqueza de Margalef.

El índice de Simpson se determina mediante la siguiente ecuación, según lo indicado por (22).

$$\lambda = 1 - \sum P_i^2 \quad (9)$$

Dónde:

λ= el índice de Simpson

pi= Abundancia relativa proporcional del número de individuos de cada especie

El índice de Shannon-Weaver se calcula utilizando la siguiente ecuación, según lo establecido por (22).

$$H' = - \sum P_i * \ln P_i \quad (10)$$

Dónde:

H= índice de Shannon-Weaver

P_i= Abundancia relativa

Ln= Logaritmo natural

El índice de Margalef evalúa la cantidad de especies en relación con el número de individuos por unidad de área en una muestra, utilizando la siguiente ecuación (23), (22).

$$DMg = \frac{S - 1}{\ln(n)} \quad (11)$$

Dónde:

S= número total de especies

n= número total de individuos observados

RESULTADOS

Identificar las especies forestales de la finca "Magallanes"

En la finca "Magallanes", ubicada en el sitio Caña Brava del cantón Paján, se identificaron un total de 17 especies pertenecientes a 11 familias, con un registro de 43 individuos. La familia Fabaceae

◆ **ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL SISTEMA AGROFORESTAL EN LA FINCA MAGALLANES DEL SITIO CAÑA BRAVA, PAJAN, MANABI, ECUADOR**

se destacó como la más representativa en este estudio, como se detalla en la Tabla 1. Este hallazgo resalta la diversidad botánica presente en la finca y su importancia ecológica en el contexto del ecosistema local.

Tabla 1. Especies arbóreas identificadas en la finca Magallanes, sitio Caña Brava del cantón Paján.

| N° | Nombre científico | Nombre común | Familia |
|----|--|------------------|--------------|
| 1 | <i>Albizia multiflora</i> (Kunth) Barneby & J. WGrimes | Compoño | Fabaceae |
| 2 | <i>Annona muricata</i> L., 1753 | Guanabano | Annonaceae |
| 3 | <i>Annona squamosa</i> L., 1753 | Anona | Annonaceae |
| 4 | <i>Bixa orellana</i> L., 1753 | Achiote | Bixaceae |
| 5 | <i>Brosimum alicastrum</i> Sw., 1788 | Tillo | Moraceae |
| 6 | <i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck, 1765 | Naranja | Rutaceae |
| 7 | <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken. | Laurel | Boraginaceae |
| 8 | <i>Erythrina velutina</i> Willd. | Pepito colorado | Fabaceae |
| 9 | <i>Inga spectabilis</i> (Wah) Wit. | Guaba de machete | Fabaceae |
| 10 | <i>Maclura tinctoria</i> (L.) Steud | Moral fino | Moraceae |
| 11 | <i>Ochroma pyramidale</i> (Cav.) Urb. | Balsa | Malvaceae |
| 12 | <i>Mammea americana</i> L., 1753 | Mamey serrano | Sapotaceae |
| 13 | <i>Prioria copaifera</i> (Griseb) | Cativo | Fabaceae |
| 14 | <i>Pseudosamanea guachapele</i> (Kunth) Harms. | Guachapelí | Fabaceae |
| 15 | <i>Sapindus saponaria</i> L. | Jaboncillo | Sapindaceae |
| 16 | <i>Vernonia baccharoides</i> (Kunth) H. Rob. | Chirca | Asteraceae |
| 17 | <i>Vitex gigantea</i> (Kunth) | Pechiche | Verbenaceae |

Según se observa en la Figura 2, las siete parcelas establecidas en la finca "Magallanes", situada en el sector Caña Brava del cantón Paján, permiten clasificar las alturas de las especies arbóreas de la siguiente manera:

- **Primera clase (I):** se registraron 2 individuos.
- **Segunda clase (II):** cuenta con 5 individuos.
- **Tercera clase (III):** destaca con un total de 13 individuos, siendo esta la clase con la mayor diversidad de especies arbóreas.
- **Cuarta clase (IV):** presenta 12 individuos, con una diferencia mínima respecto a la clase anterior.
- **Quinta clase (V):** agrupa a 7 individuos.
- **Sexta clase (VI):** incluye 4 individuos.

Este análisis de las clases de altura no solo proporciona una visión clara de la distribución de las especies en la finca, sino que también resalta la riqueza y diversidad del ecosistema en esta área específica.

◆ **ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL SISTEMA AGROFORESTAL EN LA FINCA MAGALLANES DEL SITIO CAÑA BRAVA, PAJAN, MANABI, ECUADOR**

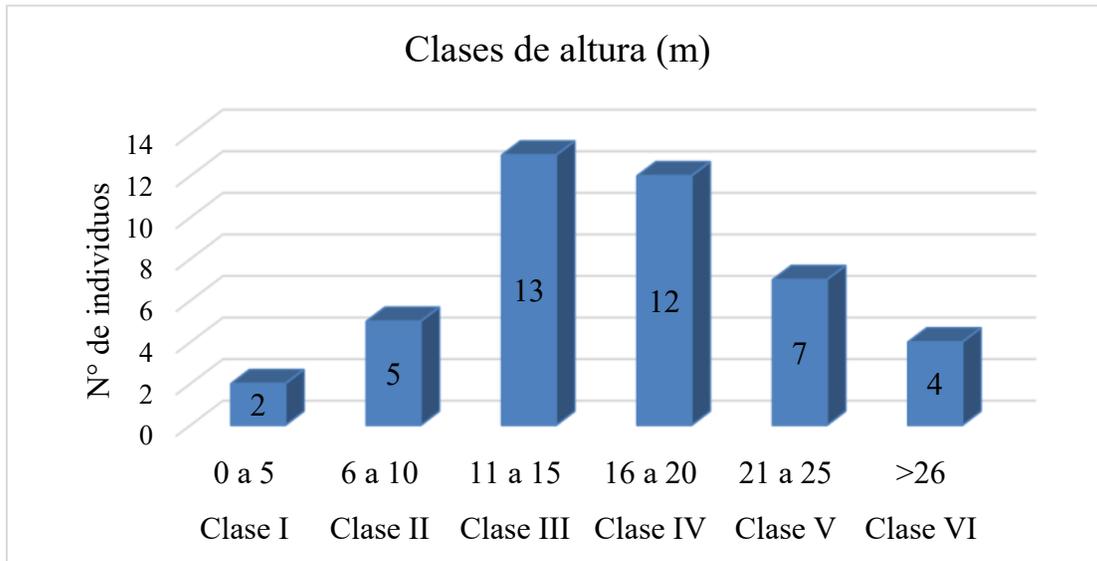


Figura 2. Clases altimétricas de individuos registradas en la finca "Magallanes" del sector Caña Brava.

Como se ilustra en la Figura 3, en la finca "Magallanes" la mayoría de los individuos se clasifica como jóvenes, mientras que hay muy pocos ejemplares en estado de madurez. Esta observación sugiere que no hay una representación uniforme de las diferentes etapas de desarrollo de las especies arbóreas en el área, además se puede deducir que estos individuos jóvenes pertenecen a la misma clase de altura mencionada anteriormente, esta predominancia de árboles jóvenes podría indicar un proceso de regeneración activa en el ecosistema lo que es fundamental para el mantenimiento de la biodiversidad y la salud del bosque a largo plazo.

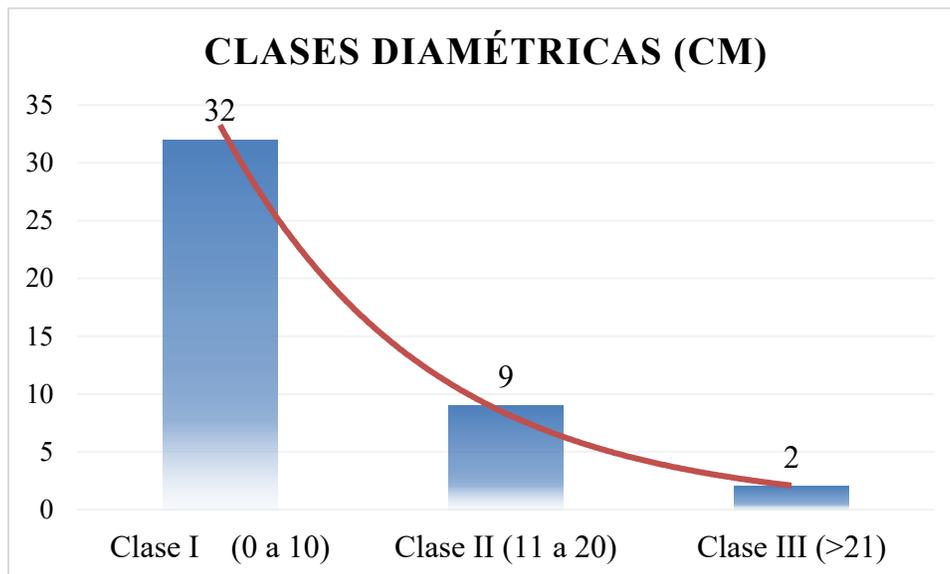


Figura 3. Estructura diamétrica de la finca "Magallanes" del sector Caña Brava.

Según el inventario llevado a cabo en las siete parcelas, utilizando el cálculo del Índice de Valor de Importancia Ecológica (IVIE), se identificaron varias especies que destacan por su relevancia

◆ **ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL SISTEMA AGROFORESTAL EN LA FINCA MAGALLANES DEL SITIO CAÑA BRAVA, PAJAN, MANABI, ECUADOR**

en el ecosistema. Entre las especies más sobresalientes se encuentran *Inga spectabilis* (Wah) Wit., *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., y *Pseudosamanea guachapele* (Kunth) Harms. Por otro lado, las especies que presentan una menor importancia ecológica incluyen *Annona muricata* L., *Citrus sinensis* (L.) Osbeck y *Bixa orellana* L. (Tabla 2).

Este análisis no solo resalta la diversidad de especies presentes en la finca "Magallanes" sino que también proporciona información valiosa sobre su papel ecológico. Las especies más importantes son fundamentales para la estructura y función del ecosistema mientras que aquellas con menor importancia pueden desempeñar roles específicos en la dinámica del hábitat. Comprender estas interacciones es crucial para la gestión y conservación de la biodiversidad en esta área.

Tabla 2. Índice con mayor y menor valor de importancia ecológica resultante del muestreo en la finca "Magallanes".

| Nº | Nombre científico | Aa | Ar (%) | Fa | Fr (%) | Da | Dr (%) | IVIE (100%) |
|--------------|--|-----------|------------|----------|------------|--------------|------------|-------------|
| 1 | <i>Albizia multiflora</i> (Kunth) Barneby & J. WGrimes | 3 | 6,98 | 3 | 42,86 | 0,022 | 5,23 | 18,36 |
| 2 | <i>Annona muricata</i> L., 1753 | 1 | 2,33 | 1 | 14,29 | 0,001 | 0,15 | 5,59 |
| 3 | <i>Annona squamosa</i> L., 1753 | 1 | 2,33 | 1 | 14,29 | 0,005 | 1,26 | 5,96 |
| 4 | <i>Bixa orellana</i> L., 1753 | 1 | 2,33 | 1 | 14,29 | 0,002 | 0,48 | 5,70 |
| 5 | <i>Brosimum alicastrum</i> Sw., 1788 | 3 | 6,98 | 2 | 28,57 | 0,031 | 7,20 | 14,25 |
| 6 | <i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck, 1765 | 1 | 2,33 | 1 | 14,29 | 0,002 | 0,42 | 5,68 |
| 7 | <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken. | 4 | 9,30 | 4 | 57,14 | 0,021 | 4,87 | 23,77 |
| 8 | <i>Erythrina velutina</i> Willd. | 1 | 2,33 | 1 | 14,29 | 0,093 | 21,68 | 12,76 |
| 9 | <i>Inga spectabilis</i> (Wah) Wit. | 14 | 32,56 | 6 | 85,71 | 0,093 | 21,80 | 46,69 |
| 10 | <i>Maclura tinctoria</i> (L.) Steud | 1 | 2,33 | 1 | 14,29 | 0,004 | 0,90 | 5,84 |
| 11 | <i>Ochroma pyramidale</i> (Cav.) Urb. | 2 | 4,65 | 2 | 28,57 | 0,001 | 0,16 | 11,13 |
| 12 | <i>Mammea americana</i> L., 1753 | 1 | 2,33 | 1 | 14,29 | 0,004 | 0,98 | 5,86 |
| 13 | <i>Prioria copaifera</i> (Griseb) | 1 | 2,33 | 1 | 14,29 | 0,006 | 1,36 | 5,99 |
| 14 | <i>Pseudosamanea guachapele</i> (Kunth) Harms. | 3 | 6,98 | 3 | 42,86 | 0,057 | 13,30 | 21,04 |
| 15 | <i>Sapindus saponaria</i> L. | 1 | 2,33 | 1 | 14,29 | 0,010 | 2,41 | 6,34 |
| 16 | <i>Vernonia baccharoides</i> (Kunth) H. Rob. | 2 | 4,65 | 2 | 28,57 | 0,010 | 2,24 | 11,82 |
| 17 | <i>Vitex gigantea</i> (Kunth) | 3 | 6,98 | 2 | 28,57 | 0,067 | 15,57 | 17,04 |
| Total | | 43 | 100 | 7 | 100 | 0,428 | 100 | 100 |

Nº=Número de especies; Aa=Abundancia absoluta; Ar=Abundancia relativa; Fa=Frecuencia absoluta; Fr; Frecuencia relativa; Da=Dominancia absoluta; Dr=Dominancia relativa; IVIE=Indicé de valor de importancia ecológica.

En las siete parcelas inventariadas, el análisis realizado utilizando el índice de Shannon-Weaver reveló una diversidad de 3,47. Este resultado sugiere que la finca "Magallanes" posee un alto valor de diversidad de especies (Tabla 3).

Un índice de Shannon-Weaver de este nivel indica una rica variedad de especies en el ecosistema lo que es fundamental para la estabilidad y resiliencia del hábitat. Una alta diversidad no solo contribuye a la salud del ecosistema, sino que también mejora su capacidad para adaptarse a cambios ambientales y resistir perturbaciones, este hallazgo subraya la importancia de conservar

◆ **ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL SISTEMA AGROFORESTAL EN LA FINCA MAGALLANES DEL SITIO CAÑA BRAVA, PAJAN, MANABI, ECUADOR**

y gestionar adecuadamente la biodiversidad en la finca, ya que un ecosistema diverso puede ofrecer numerosos beneficios como la provisión de recursos y servicios ecológicos esenciales.

Tabla 3. Índice de diversidad de Shannon-Weaver de las especies muestreadas en la finca "Magallanes".

| Nº | Nombre botánico | Ind/sp | Ar "PI" | LN ² "PI" | PI * LN ² (PI) | PI*LN ² (PI)* -1 |
|--------------|--|-----------|-------------|----------------------|---------------------------|-----------------------------|
| 1 | <i>Albizia multiflora</i> (Kunth) Barneby & J. WGrimes | 3 | 0,07 | -3,84 | -0,27 | 0,27 |
| 2 | <i>Annona muricata</i> L., 1753 | 1 | 0,02 | -5,43 | -0,13 | 0,13 |
| 3 | <i>Annona squamosa</i> L., 1753 | 1 | 0,02 | -5,43 | -0,13 | 0,13 |
| 4 | <i>Bixa orellana</i> L., 1753 | 1 | 0,02 | -5,43 | -0,13 | 0,13 |
| 5 | <i>Brosimum alicastrum</i> Sw., 1788 | 3 | 0,07 | -3,84 | -0,27 | 0,27 |
| 6 | <i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck, 1765 | 1 | 0,02 | -5,43 | -0,13 | 0,13 |
| 7 | <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken. | 4 | 0,09 | -3,43 | -0,32 | 0,32 |
| 8 | <i>Erythrina velutina</i> Willd. | 1 | 0,02 | -5,43 | -0,13 | 0,13 |
| 9 | <i>Inga spectabilis</i> (Wah) Wit. | 14 | 0,33 | -1,62 | -0,53 | 0,53 |
| 10 | <i>Maclura tinctoria</i> (L.) Steud | 1 | 0,02 | -5,43 | -0,13 | 0,13 |
| 11 | <i>Ochroma pyramidale</i> (Cav.) Urb. | 2 | 0,05 | -4,43 | -0,21 | 0,21 |
| 12 | <i>Mammea americana</i> L., 1753 | 1 | 0,02 | -5,43 | -0,13 | 0,13 |
| 13 | <i>Prioria copaifera</i> (Griseb) | 1 | 0,02 | -5,43 | -0,13 | 0,13 |
| 14 | <i>Pseudosamanea guachapele</i> (Kunth) Harms. | 3 | 0,07 | -3,84 | -0,27 | 0,27 |
| 15 | <i>Sapindus saponaria</i> L. | 1 | 0,02 | -5,43 | -0,13 | 0,13 |
| 16 | <i>Vernonia baccharoides</i> (Kunth) H. Rob. | 2 | 0,05 | -4,43 | -0,21 | 0,21 |
| 17 | <i>Vitex gigantea</i> (Kunth) | 3 | 0,07 | -3,84 | -0,27 | 0,27 |
| Total | | 43 | 1,00 | | -3,47 | 3,47 |

Nº=Número de especies; Ind/sp=Cantidad de individuos por especies en las siete parcelas; Ar=Abundancia relativa; PI=Proporción del número de individuos de la especie; Ln=Logaritmo natural.

El valor obtenido del índice de Simpson es de 0,86, lo que indica una diversidad media en la finca "Magallanes". Este resultado sugiere que la diversidad está influenciada significativamente por las especies más dominantes en el ecosistema (Tabla 4).

El índice de Simpson con esta magnitud implica que existe una variedad de especies presentes algunas de ellas tienen una representación mucho mayor que otras, esto puede ser indicativo de un ecosistema donde ciertas especies dominan en términos de número de individuos lo que puede afectar la estabilidad y funcionalidad del hábitat. La presencia de especies dominantes puede ser beneficiosa en algunos contextos, aunque también puede limitar la diversidad general y la resiliencia del ecosistema frente a cambios ambientales por lo tanto es esencial considerar estrategias de manejo que promuevan un equilibrio entre las especies dominantes y aquellas menos representadas para mantener la salud ecológica de la finca.

Tabla 4. Índice de dominancia de Simpson en la finca "Magallanes", sector Caña Brava del cantón Paján.

| Nº | Nombre botánico | Aa | Ar | Ar ² |
|----|--|----|------|-----------------|
| 1 | <i>Albizia multiflora</i> (Kunth) Barneby & J. WGrimes | 3 | 0,07 | 0,00 |
| 2 | <i>Annona muricata</i> L., 1753 | 1 | 0,02 | 0,00 |

◆ **ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL SISTEMA AGROFORESTAL EN LA FINCA MAGALLANES DEL SITIO CAÑA BRAVA, PAJAN, MANABI, ECUADOR**

| | | | | |
|--------------|--|----------------------------|----------|-------------|
| 3 | <i>Annona squamosa</i> L., 1753 | 1 | 0,02 | 0,00 |
| 4 | <i>Bixa orellana</i> L., 1753 | 1 | 0,02 | 0,00 |
| 5 | <i>Brosimum alicastrum</i> Sw., 1788 | 3 | 0,07 | 0,00 |
| 6 | <i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck, 1765 | 1 | 0,02 | 0,00 |
| 7 | <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken. | 4 | 0,09 | 0,01 |
| 8 | <i>Erythrina velutina</i> Willd. | 1 | 0,02 | 0,00 |
| 9 | <i>Inga spectabilis</i> (Wah) Wit. | 14 | 0,33 | 0,11 |
| 10 | <i>Maclura tinctoria</i> (L.) Steud | 1 | 0,02 | 0,00 |
| 11 | <i>Ochroma pyramidale</i> (Cav.) Urb. | 2 | 0,05 | 0,00 |
| 12 | <i>Mammea americana</i> L., 1753 | 1 | 0,02 | 0,00 |
| 13 | <i>Prioria copaifera</i> (Griseb) | 1 | 0,02 | 0,00 |
| 14 | <i>Pseudosamanea guachapele</i> (Kunth) Harms. | 3 | 0,07 | 0,00 |
| 15 | <i>Sapindus saponaria</i> L. | 1 | 0,02 | 0,00 |
| 16 | <i>Vernonia baccharoides</i> (Kunth) H. Rob. | 2 | 0,05 | 0,00 |
| 17 | <i>Vitex gigantea</i> (Kunth) | 3 | 0,07 | 0,00 |
| Total | | 43 | 1 | |
| | | Dominancia (λ) | | 0,14 |
| | | Diversidad ($1-\lambda$) | | 0,86 |

Nº=Número de especies; Aa=Abundancia absoluta; Ar=Abundancia relativa; Ar²=Abundancia relativa al cuadrado.

El índice de Margalef es una herramienta útil para evaluar la biodiversidad de un ecosistema generalmente se considera que los valores por debajo de 2 indican ecosistemas con baja diversidad, mientras que aquellos que superan 5 se asocian con alta biodiversidad, en el caso de la finca "Magallanes", se ha registrado un valor total de 4,25, lo que sugiere que el ecosistema presenta una biodiversidad media (Tabla 5).

Este nivel de biodiversidad implica que aunque hay una variedad considerable de especies presentes aún existe margen para mejorar la diversidad biológica en el área, la biodiversidad media puede ser indicativa de un ecosistema en desarrollo o en recuperación donde algunas especies son más prevalentes que otras, fomentar un aumento en la diversidad podría contribuir a la estabilidad y resiliencia del ecosistema permitiendo una mejor adaptación a cambios ambientales y promoviendo interacciones ecológicas más complejas, es importante implementar estrategias de conservación y manejo que favorezcan la diversidad de especies en la finca para fortalecer su salud ecológica a largo plazo.

Tabla 5. Cálculo del índice de Margalef en la finca "Magallanes"

| Índice de Margalef | |
|---|-------------|
| Número total de especies | 17 |
| Menos 1 | -1 |
| Subtotal | 16 |
| In del total de individuos | 3,76 |
| Subtotal/ In del total de individuos | 4,25 |

In=Logaritmo natural.

DISCUSIÓN

Discusión: En el presente estudio se identificaron un total de 17 especies, 11 familias y 43 individuos en la finca "Magallanes". La familia Fabaceae se destacó como la más representativa dentro de la investigación, lo que coincide con los resultados obtenidos en el análisis estructural del bosque seco realizado en el sector "La Tomatera" del valle de Portoviejo, según (24). Este estudio subraya la importancia de la familia Fabaceae en los ecosistemas de bosque seco donde su diversidad y abundancia pueden influir significativamente en la estructura y función del hábitat. La presencia de una variedad de especies dentro de esta familia no solo contribuye a la biodiversidad local, sino que también puede desempeñar un papel crucial en la estabilidad ecológica del área, este tipo de estudios es fundamental para comprender mejor las dinámicas ecológicas de los bosques secos que son ecosistemas frágiles y vulnerables a la presión humana.

La comparación con investigaciones previas, como la realizada por (24) permite establecer patrones y tendencias en la composición florística y la estructura de estos bosques lo que es esencial para desarrollar estrategias efectivas de conservación y manejo sostenible. En este contexto es vital continuar investigando y monitoreando estos ecosistemas para asegurar su preservación y el mantenimiento de su biodiversidad.

En la presente investigación se llevaron a cabo muestreos en 7 parcelas donde se clasificaron las alturas de los individuos arbóreos de la siguiente manera: en la clase I se registraron 2 individuos, la clase II contó con 5 individuos, la clase III presentó 13 individuos, lo que la convierte en la clase con el mayor número de especies arbóreas. La clase IV registró 12 individuos, mostrando una ligera diferencia respecto a la clase anterior. La clase V concentró 7 individuos, mientras que la clase VI incluyó 4 individuos. Estos resultados son consistentes con la investigación titulada "Caracterización de los sistemas agroforestales tradicionales en la finca 'El Rubí', ubicada en el recinto Santa Rita del cantón Quevedo" realizada por (25).

Esta coincidencia sugiere que la distribución del número de individuos en las diferentes clases de altura sigue un patrón similar al observado en otros sistemas agroforestales, la identificación y clasificación de las alturas de los árboles es fundamental para comprender la estructura del ecosistema y su dinámica la predominancia de individuos en ciertas clases de altura puede indicar procesos de crecimiento y regeneración específicos dentro del bosque, estos datos son valiosos para el manejo sostenible de los recursos forestales ya que permiten identificar áreas que pueden requerir atención especial para fomentar una mayor diversidad y salud del ecosistema, en este sentido es esencial continuar investigando y comparando diferentes sitios para obtener una visión más completa sobre las características y dinámicas de los sistemas agroforestales.

En el análisis de la estructura diamétrica de los individuos en la finca "Magallanes", se observó que la mayoría de los árboles clasificados pertenecen a la categoría de jóvenes. En particular la clase I incluye 32 individuos, mientras que la clase II cuenta con 9 individuos y la clase III solo con 2, esta distribución sugiere que no hay una representación uniforme de las diferentes etapas de madurez en el ecosistema. La predominancia de individuos jóvenes indica un proceso de regeneración activa pero también puede señalar una falta de árboles maduros lo que podría

◆ **ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL SISTEMA AGROFORESTAL EN LA FINCA MAGALLANES DEL SITIO CAÑA BRAVA, PAJAN, MANABI, ECUADOR**

afectar la estabilidad y resiliencia del bosque. Este estudio contrasta con los resultados de la investigación sobre la "Caracterización de los sistemas agroforestales tradicionales en la finca 'El Rubí', ubicada en el recinto Santa Rita del cantón Quevedo" realizada por (25) en su estudio se observó una distribución similar en cuanto a las clases diamétricas lo que permite deducir que las dinámicas de crecimiento y regeneración en ambos ecosistemas presentan patrones comparables.

La concentración de individuos jóvenes puede ser indicativa de un ecosistema en recuperación o en proceso de regeneración tras perturbaciones anteriores como la tala o cambios en el uso del suelo, esta situación también plantea retos para el manejo sostenible del bosque ya que una baja representación de árboles maduros puede limitar la diversidad genética y las interacciones ecológicas esenciales para el funcionamiento del ecosistema, es fundamental implementar estrategias de conservación que promuevan no solo la regeneración de jóvenes sino también el crecimiento y mantenimiento de árboles maduros para asegurar un equilibrio saludable dentro del ecosistema.

En el inventario realizado en las parcelas, se calculó el Índice de Valor de Importancia Ecológica (IVIE), identificando varias especies que destacan por su relevancia en el ecosistema, entre las especies más sobresalientes se encuentran *Inga spectabilis* (Wah) Wit., *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., y *Pseudosamanea guachapele* (Kunth) Harms., las especies que presentan una menor importancia ecológica son *Annona muricata* L., *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, y *Bixa orellana* L. Estos resultados son consistentes con el estudio realizado por (25), que también identificó una variación en la importancia ecológica de las especies de Productos Forestales No Maderables (PFNM). La predominancia de ciertas especies en el inventario sugiere que estas juegan un papel crucial en la estructura y funcionalidad del ecosistema las especies destacadas no solo contribuyen a la biodiversidad, sino que también pueden proporcionar recursos valiosos para las comunidades locales, como alimentos, materiales y medicinas.

En contraste las especies de menor importancia ecológica pueden ser menos representativas en términos de abundancia o funcionalidad dentro del ecosistema lo que plantea interrogantes sobre su papel en la dinámica general del bosque. La comparación con el estudio de (25) resalta la relevancia de los PFNM en la región sugiriendo que la gestión y conservación de estas especies son fundamentales para mantener la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, este tipo de investigaciones es esencial para informar políticas de conservación y manejo sostenible asegurando que las comunidades locales puedan beneficiarse de los recursos forestales sin comprometer la salud del ecosistema, es crucial seguir investigando y monitoreando estas dinámicas para promover un uso sostenible y equitativo de los recursos forestales garantizando así la preservación de la biodiversidad para las generaciones futuras.

En el presente estudio el índice de Shannon-Weaver reveló un valor de 3,47 lo que indica una alta diversidad de especies en la finca "Magallanes", este resultado es comparable al estudio del análisis estructural del bosque seco tropical en el sector Quimís, donde se reportó un índice de 3,83 (26). Sin embargo, este valor difiere significativamente del estudio realizado por (27) sobre la regeneración natural de las especies forestales en el Jardín Botánico de la Universidad Técnica

◆ **ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL SISTEMA AGROFORESTAL EN LA FINCA MAGALLANES DEL SITIO CAÑA BRAVA, PAJAN, MANABI, ECUADOR**

de Manabí, que presentó un promedio de 2,44 sugiriendo así una diversidad media, la alta diversidad observada en la finca "Magallanes" sugiere un ecosistema rico y variado capaz de sustentar una amplia gama de especies y funciones ecológicas este nivel de diversidad es crucial para la estabilidad del ecosistema ya que contribuye a la resiliencia frente a cambios ambientales y perturbaciones.

La similitud con los resultados de (26) refuerza la idea de que ciertos ecosistemas secos tropicales pueden albergar una rica biodiversidad lo cual es fundamental para su conservación, el menor índice reportado por (27) puede reflejar condiciones diferentes en el Jardín Botánico como el manejo del área o factores ambientales que limitan la diversidad esta variación destaca la importancia de considerar el contexto ecológico y las prácticas de manejo en cada estudio para comprender mejor las dinámicas de biodiversidad, estos resultados subrayan la necesidad de seguir investigando y monitoreando los ecosistemas para desarrollar estrategias efectivas de conservación y manejo sostenible, promover la diversidad no solo beneficia a las especies individuales sino que también fortalece los servicios ecosistémicos esenciales que sustentan a las comunidades locales y su entorno natural.

El índice de Simpson calculado para el ecosistema en estudio es de 0,86 lo que indica una diversidad media, este valor sugiere que la comunidad está dominada por unas pocas especies lo que puede afectar la equidad en la distribución de individuos entre las distintas especies presentes, este estudio es coherente con el "Análisis estructural del bosque seco en el sector "La Tomatera" del valle de Portoviejo" donde se reportó un índice de Simpson idéntico al estudio (24) esto implica una similitud en la diversidad de ambos ecosistemas. La presencia de un índice de Simpson en este rango sugiere que, aunque hay una variedad de especies algunas son mucho más abundantes que otras, esto puede ser indicativo de un ecosistema que, aunque diverso, presenta una estructura dominada por ciertas especies clave.

La dominancia de unas pocas especies puede tener implicaciones significativas para la salud y estabilidad del ecosistema ya que puede reducir la resiliencia del sistema ante perturbaciones ambientales, en comparación el estudio realizado por (24) también encontró un índice similar lo que refuerza la idea de que los ecosistemas secos pueden compartir características comunes en términos de diversidad, es importante considerar cómo estos índices pueden variar en diferentes contextos y bajo distintas condiciones ambientales, el índice de Simpson proporciona información valiosa sobre la estructura de la comunidad estudiada, es fundamental complementarlo con otros índices y análisis para obtener una visión más completa de la biodiversidad y su distribución dentro del ecosistema esto permitirá desarrollar estrategias más efectivas para la conservación y gestión sostenible de los recursos naturales en la región.

El índice de Margalef es una herramienta fundamental para evaluar la biodiversidad de un ecosistema según este índice los valores inferiores a 2 generalmente indican ecosistemas con baja diversidad mientras que aquellos que superan 5 son característicos de alta biodiversidad, el presente estudio obtuvo un valor total de 4,25, lo que sugiere que el ecosistema analizado presenta una biodiversidad media, este resultado es notablemente similar al estudio sobre la "Regeneración natural de las especies forestales en el Jardín Botánico de la Universidad Técnica

◆ **ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL SISTEMA AGROFORESTAL EN LA FINCA MAGALLANES DEL SITIO CAÑA BRAVA, PAJAN, MANABI, ECUADOR**

de Manabí” realizado por (27) que reportó un índice de 3,42, aunque tiene diferencia considerablemente del “Análisis estructural del bosque seco en el sector "La Tomatera" del valle de Portoviejo” donde (24) encontró un índice de 1,67 lo que indica una baja diversidad.

La similitud en los valores del índice de Margalef entre este estudio y el realizado por (27) sugiere que ambos ecosistemas comparten características similares en cuanto a la riqueza y distribución de especies. Un valor de 4,25 indica que hay una cantidad razonable de especies presentes en el ecosistema lo cual es positivo para su salud y estabilidad. Bosque esto implica que el ecosistema tiene el potencial para soportar diversas interacciones ecológicas y servicios ambientales, por otro lado el valor más bajo encontrado por (24) resalta la importancia de considerar las condiciones específicas de cada ecosistema al interpretar los índices de biodiversidad. Un índice de 1,67 sugiere que el bosque seco en "La Tomatera" podría estar enfrentando desafíos en términos de conservación y regeneración lo que podría limitar su capacidad para mantener una diversidad rica y funcional.

Estos estudios subrayan la necesidad de implementar estrategias adecuadas para la conservación y manejo sostenible de los recursos naturales en estos ecosistemas, fomentar la biodiversidad no solo es crucial para la salud del ecosistema, sino que también beneficia a las comunidades locales al proporcionar recursos esenciales y servicios ecosistémicos, se debe continuar investigando y monitoreando estos índices porque nos permitirá obtener una comprensión más profunda sobre las dinámicas ecológicas y contribuirá a la formulación de políticas efectivas para la conservación y uso sostenible de los recursos naturales en la región.

CONCLUSIONES

A través de la realización del inventario forestal se identificaron diversas especies arbóreas en la finca destacando *Inga spectabilis* (Wah) Wit. como la especie más predominante. La familia Fabaceae mostró la mayor representatividad entre las especies registradas lo que sugiere su importancia ecológica en el ecosistema local. Se observó una escasa abundancia de especies forestales maderables lo que podría limitar el potencial de aprovechamiento sostenible de los recursos forestales en la finca.

La evaluación de la estructura vertical y horizontal del bosque reveló que la mayoría de los individuos presentes son jóvenes tanto en términos de diámetro como de altura, esta predominancia de árboles jóvenes indica un proceso activo de regeneración en el ecosistema lo que es positivo para su sostenibilidad a largo plazo también plantea desafíos ya que una baja representación de árboles maduros puede afectar la estabilidad y resiliencia del bosque frente a perturbaciones ambientales.

Los índices de diversidad aplicados en este estudio incluyendo Shannon-Weaver, Simpson y Margalef, reflejan una diversidad que oscila entre media y alta esto se traduce en un ecosistema relativamente rico en especies con ciertas especies sobresalientes identificadas a través del Índice de Valor de Importancia Ecológica (IVIE), en particular las especies de Productos Forestales No Maderables (PFNM) se destacaron por su relevancia ecológica y potencial para el uso sostenible.

Los resultados obtenidos subrayan la importancia de continuar con el monitoreo y manejo adecuado de la biodiversidad en la finca "Magallanes" fomentar la diversidad y promover el crecimiento de especies arbóreas maduras será crucial para asegurar la salud y estabilidad del ecosistema, además es esencial desarrollar estrategias que permitan maximizar los beneficios derivados de los recursos forestales mientras se preserva la riqueza biológica del área, este enfoque no solo contribuirá a la conservación del medio ambiente sino que también beneficiará a las comunidades locales al proporcionar recursos valiosos y sostenibles.

DECLARACIÓN DE INTERÉS

Los autores declaran de manera explícita que no existen conflictos de intereses que puedan influir en la interpretación o presentación de los resultados de este estudio.

CONTRIBUCIONES DE AUTORES

Cabrera C. concibió la idea, metodología, preparo la interpretación y discusión de los resultados para manuscrito y reviso la versión final, Alcívar R. recolección de los datos de campo, Estévez I. reviso la información de los datos y verifico los resultados, Pardo P. reviso la bibliografía y tablas, Cali, V. elaboro el manuscrito en el formato, realizo la tabulación de los datos para obtener los resultados y mapa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Tirado Recalde, P. R., & Carriel Varas, W. V. Composición Florística y Estructura Del Bosque Húmedo Tropical De Murucumba, cantón Valencia, provincia de Los Ríos: [Internet]. 2009; Tesis. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Available from: <https://n9.cl/93yiz7>
2. Biodiversidad Mexicana. *Ecosistemas urbanos*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [Internet]. 2017; Available from: <https://n9.cl/nhkjf>
3. Ruiz V., R., & Saab R., H.P. Diversidad florística del bosque seco tropical en las subregiones bajo y medio Sinú, Córdoba, Colombia: [Internet]. 2020; *Revista de Biología Tropical*, 68(1), 167-179. Available from: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v68n1/0034-7744-rbt-68-01-167.pdf>
4. Banda, K., Delgado, A., Dexter, K., Linares, R., Oliveira, A., Prado, D., ... Pennington, R. Plant diversity patterns in neotropical dry forests and their conservation implications. [Internet]. 2016. *Science* VOL 353(6306), 1383-1387. Available from: <file:///C:/Users/unesu/Downloads/Bandaetal.2016.pdf>
5. Pizano, C., & García, H. El Bosque Seco Tropical en Colombia. Bogotá, Colombia. [Internet]. 2014. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D.C., Colombia. Available from: <https://lc.cx/ZtmfBk>
6. Beer, J., Harvey, C. A., Ibrahim, M. A., Harmand, J. M., Somarriba, E., & Jiménez Otárola, F. Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. *Agroforestería* [Internet]. 2003; *en las*

◆ ANALISIS ESTRUCTURAL DEL SISTEMA AGROFORESTAL EN LA FINCA MAGALLANES DEL SITIO CAÑA BRAVA, PAJAN, MANABI, ECUADOR

- Américas Volumen 10, números 37-38, páginas 80-87.* Available from: <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/6806>
7. Feliciano, D.; Ledo, A.; Hillier, J.; Nayak, D.R. Which agroforestry options give the Greatest soil and above ground carbon benefits in different world different world regions? [Internet]. 2018; *Agriculture, Ecosystems & Environment* 254: 117–129. Available from: <https://lc.cx/HU59XV>
 8. Casanova-Lugo, Fernando, Ramírez-Avilés, Luis, Parsons, David, Caamal-Maldonado, Arturo, Piñeiro-Vázquez, Angel T., & Díaz-Echeverría, Víctor. Servicios ambientales de los sistemas agroforestales tropicales. [Internet]. 2016. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 22(3), 269-284. Available from: <https://n9.cl/tcsg6>
 9. Schroth, G., da Fonseca, G. A., Harvey, C. A., Gascon, C., Vasconcelos, H., & Izac, A. N. Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes. [Internet]. 2004. Washington, DC, USA: Island Press Available from: <https://lc.cx/ICj3R1>
 10. Schroth, G., & Sinclair, F. Trees crops and soil fertility: Concepts and research methods. [Internet]. 2003. School of Agricultural and Forest Sciences. Available from: <https://lc.cx/8WDIQo>
 11. Montagnini, F., Somarriba, E., Murgueitio, E., Fassola, H., & Eibl, B. Sistemas agroforestales. Funciones productivas, socioeconómicas y ambientales. [Internet]. 2015. Turrialba, Costa Rica: CATIE. Cali, Colombia: Fundación CIPAV. Available from: <https://n9.cl/xtwovp>
 12. Abada, Mbolu; M.M.; Zekeng, J.C.; Mala, W.A.; Fobane, J.L.; Djomo, C.C.; Ngavounsia, T.; Nyako, C.M.; Florent, E.; Tamanjong, Y.V. The role of cocoa agroforestry systems in conserving forest tree diversity in the Central region of: Cameroon. [Internet]. 2016. *Agroforestry Systems An International Journal incorporating Agroforestry Forum* 90 (4): 577-590. Available from: file:///C:/Users/unesu/Downloads/The_role_of_cocoa_agroforestry_systems_i.pdf
 13. Zavala, W., Merino, E., & Peláez, P. Influencia de tres sistemas agroforestales del cultivo de cacao en la captura y almacenamiento de carbono *Scientia Agropecuaria*, 9(4), 493 501. [Internet]. 2018; *Scientia Agropecuaria*, 9(4), 493 501. Available from: <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.04.04>
 14. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cantón Paján – Provincia de Manabí. [Internet]. 2015-2019; Available from: <https://n9.cl/vdz336>
 15. Bravo Paredes, D., Ganchozo Quimis, M., Mero Jalca, O., Pinargote Choez, J., & Cabrera Verdesoto, C. Análisis estructural de la vegetación arbórea en la finca “El Despeño” de la Comunidad Balsa Tumbada Adentro, Junín, Manabí, Ecuador. [Internet]. 2024; *Revista De Investigación Talentos*, 11(1), 47-63. Available from: <https://talentos.ueb.edu.ec/index.php/talentos/article/view/396/460>
 16. Gentry, AH. Cambios en la diversidad de la comunidad vegetal y la composición florística en gradientes ambientales y geográficos. [Internet]. 1988; *Anales del Jardín Botánico de Missouri*, 75, 1-34. Available from: <https://doi.org/10.2307/2399464>
 17. Garibaldi, C. Efectos de la extracción y uso tradicional de la tierra sobre la estructura y dinámica de bosques fragmentados en la Península de Azuero, Panamá. Panamá. [Internet]. 2008; Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales. Universidad Hermanos Saíz Montes de Oca. Available from: <https://n9.cl/x884p>

◆ **ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL SISTEMA AGROFORESTAL EN LA FINCA MAGALLANES DEL SITIO CAÑA BRAVA, PAJAN, MANABI, ECUADOR**

18. Cabrera Verdesoto, C., Sornoza Briones, L., Cantos Cevallos, C., Pionce Andrade, G., Ganchozo Quimis, M. Análisis de la regeneración natural de cinco especies forestales de la Finca Ándil UNESUM. [Internet]. 2020; *Perspectivas Rurales Nueva Época*, 18(36), 101-123. Available from: <https://n9.cl/txbrhh>
19. Gil-Leguizamón, P. A., Morales-Puentes, M. E., & Jácome, J. Estructura del bosque Alto andino y páramo en el Macizo de Bijagal, Boyacá. [Internet]. 2020; Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 68(3), 765-776. Available from: <https://n9.cl/pj187g>
20. Lamprecht, H. Silvicultura en los Trópicos. GTZ. [Internet]. 1990; Instituto de Silvicultura de la Universidad de Göttingen. República Federal Alemana. 326 p. Available from: <https://n9.cl/4lra4>
21. Cabrera Verdesoto, C. A., Ponce Macías, C. J., Cantos Cevallos, C., Morán Morán, J. J., Cabrera Verdesoto, R. P. Áreas Verdes Y Arbolado En La Zona Urbana Del Cantón Jipijapa. [Internet]. 2020; *Ciencia y Tecnología*, 13(2), 47. Available from: <https://n9.cl/qecn1>
22. Valdez Marroquín, C. G., Guzmán, M. A., Valdés, A., Forougbakhch, R., Alvarado, M. A., & Rocha, A. Estructura y diversidad de la vegetación del matorral espinoso tamaulipeco con condiciones prístinas en el noreste de México. [Internet]. 2018; *Revista de Biología Tropical*, 66(4), 1674–1682. Available from: <https://doi.org/10.15517/rbt.v66i4.32135>
23. Margalef, F. Aplicaciones del caos determinista en ecología. [Internet]. 1995; Ed Flos. Publicacions Universitat de Bracelona. Pp 171-184
24. Martens Aguayo, K. A. Análisis estructural del bosque seco en el sector “La Tomatera” del valle de Portoviejo. [Internet]. 2022; Tesis. Universidad Estatal del Sur de Manabí. Available from: <https://n9.cl/7lhus>
25. Mejía Alcívar, E. G. Caracterización de los sistemas agroforestales tradicionales en la finca “El Rubí” de recinto Santa Rita, en el cantón Quevedo. [Internet]. 2021; Tesis. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Available from: <https://n9.cl/694y7>
26. Briones Anchundia, G. S. Análisis estructural del bosque seco tropical en el sector Quimis, valle de Sancán: Universidad Estatal del Sur de Manabí. [Internet]. 2019; Universidad Estatal del Sur de Manabí. Available from: [file:///C:/Users/pc/Downloads/UNESUM-ECU-FORESTAL-2019-22%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/pc/Downloads/UNESUM-ECU-FORESTAL-2019-22%20(4).pdf)
27. Cabrera Verdesoto, C., Murillo Quiroz, L., Salvatierra Piloza, D., Jiménez González, A., & Briones Archundia, G. Análisis de la regeneración natural de las especies forestales del Jardín Botánico de la Universidad Técnica de Manabí. [Internet]. 2022; *Ab Intus*, (9), 7–17. Available from: http://www.ayv.unrc.edu.ar/ojs/index.php/Ab_Intus/article/view/2

EL PRINCIPIO DE CELERIDAD EN LOS PROCESOS DE CONTRATACIÓN PÚBLICA DE EMERGENCIA EN LOS GOBIERNOS AUTÓNOMOS DESCENTRALIZADOS MUNICIPALES

THE PRINCIPLE OF CELERITY EMERGENCY CONTRACTING IN MUNICIPAL DECENTRALIZED AUTONOMOUS GOVERNMENTS

Alex Francisco Villa Samaniego¹, Edison Paul Barba Tamayo²

{afvilla.fdp@unach.edu.ec¹, ebarba@unach.edu.ec²}

Fecha de recepción: 17/12/2024

/ Fecha de aceptación: 30/12/2024

/ Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: El presente artículo aborda sobre el principio de celeridad en el proceso de la contratación pública en situaciones de emergencias en el Gobierno Autónomo Descentralizados Municipales de Ecuador, enfocándose en la normativa vigente y su implementación práctica. Dicho análisis surge de los problemas identificados en el cantón Alausí, provincia de Chimborazo, debido a la falta de respuestas efectivas a pesar de la existencia de normativas que simplifican los procesos de adquisición. El objetivo principal fue determinar si la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contrataciones Públicas (LOSNCP), su Reglamento y las disposiciones del Servicio Nacional de Contratación Pública (SERCOP) aseguran procedimientos efectivos y eficientes en situaciones de emergencia. La metodología aplicada fue un enfoque cualitativo basado en enfoques analíticos y dogmáticos jurídico, donde se logró obtener información sobre los requisitos del procedimiento de contratación en situación de emergencia de doctrina y la legislación vigente, para obtener dicha información se aplicó una entrevista a 4 funcionarios públicos y expertos en contratación. Los resultados obtenidos revelan que el LOSNCP presenta herramientas que simplifican el proceso, pero dentro de su implementación se encontraron varios desafíos, incluidos la falta de presupuesto y fallas en las etapas de preparación. El estudio de caso reveló que solo se ejecutó un proceso de contratación durante la emergencia en Alausí, evidenciando limitaciones financieras y estructurales que afectaron la reconstrucción y mitigación de daños. Se concluye que es necesario fortalecer la capacitación en gobernanza y establecer mecanismos para asegurar recursos financieros en emergencias, con el fin de tener una respuesta eficaz a situaciones de crisis.

Palabras clave: *Celeridad, situación de emergencia, contratación pública, compra pública, eficiencia*

ABSTRACT: This article addresses the principle of speed in the process of public procurement in emergency situations in the Decentralized Municipal Autonomous Government of Ecuador,

¹Escuela de Posgrado, Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), Riobamba 060110, Ecuador. <https://orcid.org/0009-0002-4339-2107>.

²Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), Riobamba – Ecuador. <https://orcid.org/0000-0003-3492-9072>.

focusing on the current regulations and their practical implementation. This analysis arises from the problems identified in the Alausí canton, province of Chimborazo, due to the lack of effective responses despite the existence of regulations that simplify the acquisition processes. The main objective was to determine whether the Organic Law of the National System of Public Procurement (LOSNCP), its Regulations and the provisions of the National Public Procurement Service (SERCOP) ensure effective and efficient procedures in emergency situations. The methodology applied was a qualitative approach based on analytical and dogmatic legal approaches, where it was possible to obtain information on the requirements of the contracting procedure in emergency situations of doctrine and current legislation, to obtain said information an interview was applied to 4 public officials and contracting experts. The results obtained reveal that the LOSNCP presents tools that simplify the process, but several challenges were found in its implementation, including a lack of budget and failures in the preparation stages. The case study revealed that only one contracting process was carried out during the emergency in Alausí, evidencing financial and structural limitations that affected reconstruction and damage mitigation. It is concluded that it is necessary to strengthen training in governance and establish mechanisms to ensure financial resources in emergencies, to have an effective response to crisis situations.

Keywords: Speed, emergency situation, public procurement, public procurement, efficiency

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador, la Constitución de la República o también conocida como la Carta Suprema (1) en su Art.288, determina que las compras públicas se llevarán a cabo bajo los criterios de la eficiencia, transparencia y calidad. Además de una responsabilidad social y ambiental se fortalece al priorizar los productos y servicios nacionales, especialmente los provenientes de adquisiciones y asociaciones populares, como las pequeñas y medianas empresas. La política tiene como objetivo promover el crecimiento económico, promover la equidad y garantizar el uso eficiente y eficaz de los recursos públicos.

Ecuador se expide en rango de ley la normalización del Sistema Nacional de Contratación Pública en adelante la LOSNCP (2) que tiene por objeto regular los procesos y procedimientos para la adquisición de obras, bienes, servicios, incluidos los de consultoría. Estas regulaciones describen más de treinta documentos contractuales adaptados a diversas necesidades y otorgan a las agencias públicas la responsabilidad de determinar las opciones de contrato más apropiadas caso por caso (3). En caso de emergencias médicas o desastres naturales, LOSNCP requiere de una respuesta rápida e inteligente de la autoridad superior de la organización, donde se garantice que se cumplan con los requisitos contractuales, asignando los recursos necesarios y se despache los asuntos a la industria de adquisiciones públicas (4).

Sin embargo, las emergencias plantean desafíos importantes para la implementación de estas políticas. Acontecimientos recientes como la pandemia de COVID-19, han demostrado que estos sistemas han dado lugar a violaciones, incluso se han presentado casos de corrupción y mal uso

de recurso gubernamentales (5). Además, factores organizativos, humanos y técnicos han debilitado la eficacia y eficiencia del sistema de adquisiciones públicas. Estas barreras incluyen la mala interpretación de los requisitos, el desarrollo de requisitos o especificaciones complejos y la falta de inversión oportuna. Esto también incluye problemas a nivel de contratación, como incumplimiento de proveedores, entregas tardías o deficientes y falta de medidas correctivas efectivas, como multas o sanciones (6).

Un caso ejemplar que se ilustra de estos fracasos es el deslizamiento de tierra del 26 de marzo de 2023 en el cantón de Alausí, provincia de Chimborazo, que provocó lesiones y pérdidas humanas entre las familias afectadas. Si bien el gobierno estatal emitió una alerta amarilla el 19 de febrero del mismo año, la ausencia de medidas preventivas oportunas como la evacuación de áreas de riesgo hizo que la gestión inmediata del riesgo no fuera suficiente (7). Incluso en el periodo posterior al desastre, las autoridades nacionales no pudieron contratar de manera rápida y eficaz para satisfacer las necesidades básicas de la población afectada, debido a la ineficacia de los mecanismos existentes y su implementación del principio de respuestas de emergencia escrito en regulaciones que resaltan la incapacidad (4).

A pesar de la amenaza, las autoridades no tomaron las medidas adecuadas y la gente huyó. En primer lugar, era necesario hacer un mejor uso de los medios de comunicación locales, regionales y nacionales para prevenir la crisis. En el fondo, parece que las instituciones estatales no pueden satisfacer las necesidades básicas de los ciudadanos de la comunidad Alausí. La falta de respuesta oportuna mediante la terminación anticipada constituye un incumplimiento de la Cláusula de Arbitraje y las disposiciones pertinentes de las secciones 4 y 5 de la Ley. Además, se ha desarrollado el marco legal para abordar estos desafíos. El precedente actual es la reforma del 9 de febrero del 2024, que contiene las normas y reglamentos de la Ley Orgánica de optimización y eficiencia en la tramitación administrativa (LOOETA). Esta reforma busca fortalecer el principio de emergencia en los procesos de contratación pública, especialmente en tiempos de emergencia, eliminando barreras administrativas que socaban la respuesta directa a las necesidades públicas (4).

El presente estudio tiene como objetivo identificar y evaluar los factores que afectan la efectividad de los procesos de contratación pública en situaciones de emergencia en el Ecuador. A través de una revisión de casos emblemáticos, como el desastre de Alausí, se busca proponer estrategias que permitan optimizar la gestión de recursos públicos y garantizar una respuesta ágil y eficiente ante futuras crisis

MATERIALES Y MÉTODOS

Enfoque de la investigación

Este trabajo de investigación se enmarca en un enfoque cualitativo, considerando que el objetivo principal es analizar la aplicación del principio de celeridad en los procesos de contratación

pública en situaciones de emergencia. Este enfoque permitió explorar la normativa, los procesos administrativos y los obstáculos que enfrentan las instituciones públicas desde una perspectiva interpretativa.

Métodos utilizados

Análítico-sintético: permite dividir las políticas y procedimientos de adquisiciones en componentes y luego sintetizarlos en hallazgos generales que se pueden aplicar a estudios de casos. Dogmático jurídico: este método debía analizar el marco jurídico, la teoría jurídica y la jurisprudencia aplicable para analizar su aplicación en situaciones específicas.

Técnicas de recolección de información

Revisión documental: Se incluyó la revisión de consultas de normativas vigentes como la LOSNCP, su Reglamento y disposiciones del SERCOP, además de estudios doctrinarios, artículos académicos y documentales relevantes.

Entrevistas semiestructuradas: Se complementó con entrevistas a cuatro especialistas en virtud de consolidar un diálogo con expertos que conforman servidores públicos del Servicio Nacional de Contratación Pública y jefes de comprar públicas de Gobiernos Autónomos Descentralizados. Las entrevistas se enfocaron en identificar las diferentes barreras normativas, administrativas y presupuestarias que enfrentan los procesos de contratación en situaciones de emergencia.

Población y muestra

Tiene una muestra de 4 involucrados, la determinación de la muestra se consideró un muestreo intencional o de conveniencia de acuerdo con su experiencia directa en procesos de emergencia. Aunque la muestra es limitada, se justificó por la necesidad de profundizar en casos específicos y obtener información cualitativa detallada. En el caso de la revisión bibliográfica se tuvo una base de datos, de fuentes confiables, como es el caso de documentos legales, normativas, textos y artículos (libros, revistas, artículos, contratación etc.) de acuerdo con el estudio de campo realizado.

Análisis de datos

Los datos recolectados fueron procesados mediante análisis temático cualitativo, se codificaron categorías importantes como barreras regulatorias, fallas administrativas y restricciones fiscales

RESULTADOS

Principio de celeridad

Los cuatro entrevistados coinciden que el principio de celeridad consiste en que los trámites administrativos deben realizarse de manera rápida, ágil y oportuna, va relacionado con la

eficiencia y evitando retardos y dilaciones; sin embargo, solo uno de los cuatro entrevistados manifiesta que dicho principio se encuentra regulado en el Art. 3 numeral 1 de la Ley Orgánica para la Optimización y Eficiencia de Trámites Administrativos, los tres restantes lo relacionan con el art. 5 y 14 del Código Orgánico Administrativo, en el Art. 3 Código Orgánico General de Procesos y el art. 169 Constitución de la República del Ecuador, normativa que no es aplicable al caso por dos razones:

1.- Trata sobre el principio de celeridad en la vía jurisdiccional, no para la vía administrativa, especial en la contratación pública.

2.- En el COA no se establece ni en el Art 5 ni el Art. 14 el principio de celeridad, por el contrario, esta refiere principio de calidad y juridicidad, que tienen otro contenido totalmente diferente. El principio de celeridad por derivación normativa que regula la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública es aplicable el contenido del art. 3 numeral 1 de la Ley Orgánica para la Optimización y Eficiencia de Trámites Administrativos, se observa un desconocimiento que puede generar una mala práctica normativa.

Contratación pública

Los cuatro entrevistados coinciden que la situación de emergencia es generada por acontecimientos graves, extraordinario y urgente no previsto como accidentes, terremotos, inundaciones, catástrofes naturales, y los que provengan de caso fortuito y fuerza mayor, señalan de forma correcta el art. 6 numeral 31 de la LOSNCP y el art. 30 del Código Civil. El primer requisito para ejecutar procesos en situación de emergencia es la declaratoria de emergencia en resolución motivada, para uno de los entrevistados indica que la resolución debe ser declarada por la máxima autoridad o su delegado, se debe de dar a conocer que la resolución de declaratoria de emergencia es atribuible únicamente a la máxima autoridad y no es delegable. Solo uno de los tres profesionales indica que uno de los requisitos es la capacidad predictiva del hecho que hace relación al acontecimiento, lo que se evidencia falta de conocimiento normativo.

Entre los obstáculos señalan la falta de presupuesto o limitado, falta de conocimiento de la normativa para procesos de emergencia y normativa rígida, deficiente elaboración de la necesidad, limitaciones en el mercado. Uno de los entrevistados señala que no existe obstáculos en la etapa preparatoria y contractual, que la dificultad es posterior con la Contraloría General del Estado porque tienen un criterio subjetivo, el entrevistado confunde los obstáculos para efectuar procesos de contratación con el control posterior que es competencia del ente de control, dos cosas diferentes.

Otro entrevistado atribuye falta de correcta descripción normativa al legislador que utilizan palabras ambiguas y vagas, pero no señala cuales son las fallas de los legisladores. Los principales obstáculos en los cuales se coincide es falta de presupuesto o limitado, falta de conocimiento normativo que no debería de existir porque los funcionarios deben estar preparados para ejercer una función o cargo público y limitaciones del mercado que puede ser por varias causas: falta de producción y producción en el exterior.

Los tiempos para ejecutar procesos en situación de emergencia los entrevistados indican que debe darse en el menor tiempo posible, los establecidos en los términos de referencia y en las especificaciones técnicas. La emergencia requiere mitigar el daño ocasionado por la naturaleza o por la mano del hombre, la aplicación de tiempos es discrecional de la administración pública, pero debe ser rápidos e inmediatos, por el principio de legalidad no pueden superar los 60 días de la emergencia y por excepción solo en obra por la dificultad en la ejecución puede superar el tiempo, pero de forma justificada.

Sobre las adquisiciones en situación de emergencia, los entrevistados señalan que se puede realizar cualquier tipo de contrataciones para adquirir bienes, servicios, obras, incluidos consultorías que tengan relación directa con el objeto por el cual se declaró la emergencia. Es importante indicar que este tipo de procedimiento no puede ser utilizado por las entidades para suplir la deficiente planificación y ejecutar procesos que no tiene relación directa con la situación de emergencia que pueden ser ejecutados por los procedimientos comunes.

Procedimiento administrativo

El incumpliendo de las normas que regulan los procedimientos de emergencia, los entrevistados indican que pueden incurrir en responsabilidades administrativas, civiles y penales. Estas responsabilidades son aplicadas por las entidades correspondientes que pueden ser la propia entidad, la Contraloría General del Estado puede determinar responsabilidades administrativas por incumplimiento normativo, cuando existe perjuicio a la entidad responsabilidad civil y cuando las actuaciones son dolosas, a través de un informe con indicios de responsabilidad penal la competencia pasa a la Fiscalía General del Estado, quien es la titular de la acción penal pública quien de encontrar los suficientes elementos de convicción dará inicio al proceso penal. Las responsabilidades tienen que observarse caso por caso de forma objetiva e imparcial (8).

La elusión de procedimientos para los entrevistados en el procedimiento de emergencia se da cuando ejecutan procesos de adquisición de bienes, servicios, obras incluidos los de consultoría que no tiene relación con la emergencia, cuando la resolución de emergencia no se encuentra motivada, no existió causa ni motivo para declararla y por el fraccionamiento de procesos. La elusión de procedimientos debidamente comprobada acarrea responsabilidad penal (9).

Fase preparatoria, precontractual, contractual o de ejecución y evaluación

Para la adquisición de bienes, servicios, obras y consultoría se requiere una serie de pasos debidamente ordenados que será explicado en un cuadro, para simplificar, así:

Tabla 1. Fases de contratación pública.

| | Fase preparatoria | Precontractual | Contractual o de Ejecución | Evaluación |
|--|--|---|--|--|
| Concepto | Fase inicial que se recaba todos los requisitos técnicos, económicos y jurídicos para ejecutar un proceso de contratación. Realizado por el órgano administrativo requirente de forma específica, clara y detalla de la necesidad de contratación. | Es el lapso comprendido entre la convocatoria del proceso y la publicación de la resolución de adjudicación en el portal de compras públicas. | Las obligaciones se formalizan en los contratos administrativos y su ejecución se rige al contenido cláusulas hasta su cumplimiento. | Etapa final que consiste en realizar el seguimiento de desempeño de los procedimientos de contratación. |
| Pasos en cada etapa de contratación | Desde la elaboración del Plan Anual de contratación o el levantamiento de la necesidad institucional, hasta la suscripción de la resolución de inicio. | Desde la publicación de la resolución de inicio en el portal hasta la adjudicación o declaratoria de desierto o cancelación. Adjudicación hasta la suscripción del contrato | Desde la suscripción del contrato hasta la suscripción del acta entre recepción definitiva o terminación del contrato | Desde la suscripción del acta entrega recepción definitiva o terminación del contrato, evaluación ex post y el seguimiento de desempeño. |
| | Certificación del PAC | Publicación de la convocatoria en el portal | Suscripción del contrato. | Inicio del procedimiento: oficio, reclamaciones, denuncias |
| | Informe de necesidad | Formulación de preguntas y respuestas. Aclaraciones | Garantías previas a la suscripción del contrato | Transparencia y participación ciudadana |
| | Estudios, diseños o proyectos | Presentación de ofertas | Subcontratación | Seguimiento del desempeño indicadores eficacia y gestión |
| | Términos de referencia y/o especificaciones técnicas | Modificación de cronograma | Reajustes de precios | |
| | Clasificador Central de Productos (CPC) | Apertura de ofertas | Contratos complementarios | |
| | Certificación presupuestaria | Convalidación de errores de forma | Prórrogas y suspensión contractual | |
| | Estudio de mercado | Evaluación de las ofertas | Multas | |

| | | |
|--|---|---|
| Determinación del presupuesto referencial | Resolución de adjudicación | Terminación del contrato: Mutuo acuerdo, terminación unilateral |
| Estudio de desagregación tecnológica en la contratación de obras | Declaratoria de procedimiento desierto, cancelación de procedimiento. | |
| Certificación de disponibilidad de fondos | | Recepción: provisional y definitiva. Recepción presunta |
| Pliegos | | Actas |
| Comisión Técnica y subcomisiones de apoyo | | Liquidación del contrato |
| Informe de pertinencia de la Contraloría General del Estado | | |
| Suscripción de Resolución de inicio | | |

Nota. La tabla conceptualiza y describe las fases de contratación pública de los procedimientos de contratación pública en el Ecuador.

Fuente: (2)

En la Tabla 1 se sintetiza las fases y etapas y el contenido de cada una de ellas de una forma simplificada y sencilla, pero se debe de aclarar que estas pueden variar de acuerdo con cada procedimiento de contratación pública que regula la ley orgánica, el reglamento y su normativa secundaria, ejemplo es el procedimiento de emergencia que será estudiado más adelante para observar cuales son los requisitos que se debe observar en esta clase de procedimiento.

Procedimientos de contratación

La LOSNCP (2) regula varios procedimientos de contratación para cumplir con el objeto de la ley que es la adquisición o arrendamiento de bienes, ejecución de obras y prestación de servicio, incluida la consultoría.

Tabla 2. Procedimientos de contratación pública.

| PROCEDIMIENTOS DINÁMICOS | PROCEDIMIENTOS DE RÉGIMEN COMÚN | PROCEDIMIENTOS DE RÉGIMEN ESPECIAL | PROCEDIMIENTOS ESPECIALES |
|-------------------------------------|---------------------------------|--|--|
| Catalogo Electrónico | Menor cuantía | Adquisición de fármacos y otros bienes estratégicos | Adquisición de bienes inmuebles |
| Catalogo dinámico inclusivo | Menor Cuantía en obras | | |
| | Cotización | Asesoría y patrocinio jurídico | Arrendamiento de bienes muebles e inmuebles |
| | Licitación | Comunicación social | Contratación integral por precio fijo |
| | Ínfima cuantía | Contrataciones con empresas públicas internacionales | Ferias inclusivas |
| Subasta inversa | | Contrataciones entre entidades públicas o sus subsidiarias | Procedimientos financiados con préstamos de organismos internacionales |
| | | Obras artísticas, científica y literaria | Procedimientos de contratación en el extranjero |
| | | Repuestos o accesorios y proveedor único | Procedimiento de contratación en situación de emergencia |
| Subasta inversa simplificada | Consultoría | Sectores estratégicos | Compra corporativa de alimentación escolar |
| | - Contratación directa | Transporte de correo interno o internacional | Adquisición de combustible para vehículos de entidades contratantes |
| | - Lista corta; y, | | |
| | - Concurso público | Contratos de instituciones financiera y de seguros del Estado | Adquisición de pasajes aéreos |
| | | Empresas públicas mercantiles, sus subsidiarias y empresas de economía mixta | |
| | | Contrataciones realizadas por el Banco Central del Ecuador | |

Nota: La tabla describe los procedimientos de contratación pública de conformidad con la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública.

Fuente: (2)

En la Tabla 2, se presenta la clasificación en cuatro procedimientos: dinámicos, régimen común, régimen especial y especiales, de estos se desprende una suma de 35 procedimientos, el procedimiento de contratación en situación de emergencia se encuentra dentro de los procedimientos especiales.

Situaciones de emergencia y su impacto en la contratación pública

LOSNCO define las emergencias como eventos extremos que requieren una respuesta inmediata y eficaz (2). Las emergencias relevantes para Ecuador incluyen desastres naturales como es el caso del terremoto de Manabí de 2016 y el deslizamiento de tierra de Alausí de 2023 y crisis institucionales como el incendio del observatorio de 2019 (10). Estos eventos resaltan la necesidad de un marco regulatorio sólido que permita que el proceso de adquisición sea flexible manteniendo la transparencia y la eficiencia.

En el caso del derrumbe de Alausí, se observó que, a pesar de la declaración del estado de emergencia, solo existían un contrato de alquiler de equipo pesado (11). Este hallazgo indica limitaciones importantes para abordar las siguientes limitaciones:

Falta de presupuesto: Las instituciones locales como el GAD en el cantón Alausí, no cuentan con los recursos financieros necesarios para completar el proceso de contratación de manera oportuna (11). Esto es especialmente cierto para los municipios con presupuestos limitados y sin flexibilidad financiera para circunstancias imprevistas.

Fallas en la etapa preparatoria: El desarrollo de conceptos y la investigación de mercado generan gastos considerables debido al personal no calificado y la complejidad administrativa (12). Estos errores comprometen la calidad y pertinencia de las contrataciones realizadas.

Desafíos en la implementación: Durante la emergencia de Alausí, solo se implementó una convención, lo que creó barreras estructurales y financieras que dificultaron la satisfacción de las necesidades de la población afectada (11).

Estas circunstancias subrayan la importancia de implementar la regla de velocidad en la contratación pública en situaciones urgentes. Además, se identificó la necesidad de capacitación específica para los funcionarios responsables de la gestión de los sistemas y procesos de financiamiento de emergencia.

Barreras identificadas

Los principales factores que impiden la implementación efectiva del principio de velocidad son:

Limitaciones: los recursos inadecuados se asocian con una menor capacidad de respuesta, lo que genera retrasos en la satisfacción de las necesidades básicas (11).

Formación inadecuada: la policía no sabe cómo responder adecuadamente a las emergencias, lo que provoca errores y retrasos (12). La falta de preparación adecuada en este campo también afecta la forma en que se interpretan y aplican las leyes actuales.

Política inflexible: aunque esta política tiene como objetivo agilizar el proceso, en la práctica, varios requisitos burocráticos han resultado en un retraso en la adopción. Esto demuestra que no existe correspondencia entre el sistema normativo y las necesidades reales en casos complejos (13).

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos revelan una comprensión parcial de la naturaleza del tiempo para el gobierno y el comercio público. Los entrevistados coincidieron en que la rapidez significaba agilidad en los trámites administrativos, sin embargo, encontraron diferencias significativas en cuanto a los criterios utilizados. Solo uno de los entrevistados identifica correctamente el Art. 3 numeral 1 de la Ley Orgánica para la Optimización y Eficiencia de Trámites Administrativos, mientras que los otros citan disposiciones legales que no se ajustan al contexto administrativo como el Art 5 y 14 del Código Orgánico Administrativo o el Art. 3 del Código Orgánico General de Procesos (14). La falta de información sobre la relevancia de estas normas puede llevar a la implementación errada del principio de celeridad, generando retrasos innecesarios en los procesos administrativos (15).

En cuanto a la contratación pública en situaciones de emergencia, los entrevistados coinciden en que dichas situaciones surgen debido a eventos imprevistos como desastres naturales o de fuerza mayor. Sin embargo, se observan importantes lagunas en la interpretación de las normas. Uno de los entrevistados menciona de manera errónea que la resolución de emergencia puede ser delegada, lo que es incorrecto ya que según la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública (LOSNCPP). La falta de consentimiento sobre la capacidad predictiva de los eventos y la confusión en la atribución de responsabilidades que dan cuenta de la duración repentina reflejan la falta de capacitación de los funcionarios públicos que aplican estas normas (16). Una correcta interpretación de las normas de emergencia es necesaria para responder con rapidez y eficacia a situaciones críticas (17).

En cuanto a los obstáculos que entrevistaron, los más frecuentes fueron la falta de recursos financieros y el desconocimiento. Estos factores son especialmente importantes en situaciones de emergencia, donde la ejecución del proceso de contratación puede retrasarse. Para (18) la falta de recursos financieros y de preparación técnica de las instituciones públicas son las principales barreras que afectan a la eficiencia del proceso de contratación de riesgo. Además, la confusión entre los obstáculos inherentes al proceso y las competencias que ejerce la Secretaría General de Estado, indica que la falta de comprensión de las diferencias entre ambos aspectos, lo puede resultar en malas prácticas y malinterpretación de las funciones de cada entidad (19).

La ejecución del tiempo en situaciones de emergencia debe ser rápida, pero siempre debe estar dentro de los límites legales establecido, ya que en tareas complejas existe un plazo de 60 días en

el que debe concluirse el proceso urgente, salvo que una evidencia excepcional prolongue este plazo. La flexibilidad administrativa en la aplicación de la discreción temporal debe estar sustentada en una justificación clara y objetiva, como lo destaca (20), quienes enfatizan que el principio de celeridad no debe contradecir la necesidad de una adecuada organización y la legitimidad del proceso.

En cuanto a las contrataciones en situaciones de emergencia, la ley permite la contratación directa de bienes, servicios y obras en el corto plazo. Sin embargo, algunas entrevistas indican que esta política puede ser objetivo de abuso para compensar errores de planificación. Esta preocupación se nutre del trabajo (21) quien muestra uno de los principales riesgos de los procedimientos de requerimientos es el abuso de la naturaleza de las necesidades ajenas que pueden dar lugar a obligaciones legales y administrativas.

El crecimiento de las contrataciones públicas se presenta de forma clara y estructurada. Sin embargo, el implementar esta expansión, especialmente en situaciones desafiantes, presenta desventajas, como la falta de preparación inicial o a la falta de personal calificado para llevar a cabo el proceso. Como sugieren (22) una de las principales barreras para la eficacia de los procesamientos de contratación pública en situaciones de emergencia es la falta de recursos humanos capacitados, lo que afecta directamente la eficacia de los procedimientos.

CONCLUSIONES

El Protocolo de Notificación de Seguridad Local (LOSNCPL) ofrece un mecanismo para reducir el número de procedimientos de emergencia, su implementación tiene limitaciones significativas, como la falta de adhesión a los principios de buena gobernanza y la falta de financiación, lo que limita la capacidad de respuesta de los gobiernos descentralizados.

La falta de capacitación y conocimientos especializados en la materia de aplicación de la ley se trata de una importante barrera para la gestión de emergencias. Esto sumado a la falta de financiación, impide una acción oportuna de procesos de contratación, como lo demuestra el caso del deslizamiento de Alausí, donde solo se ejecutó un proceso de contratación durante la crisis.

Para garantizar una respuesta eficiente en emergencias, es indispensable fortalecer la captación en gobernanza y la gestión de recursos públicos. Asimismo, es necesario desarrollar mecanismo que aseguren la disponibilidad de recursos e implementar reformas administrativas sin comprometer la transparencia o la eficacia en el proceso de contratación, ya que en el caso del Gobierno Autónomo Descentralizado de Alausí ilustra estas limitaciones, donde la falta de ejecución en la reconstrucción post-desastre en 2023 fue atribuida a restricciones presupuestarias, a pesar de contar con normativas que facilitan los procesos de adquisición llevando a cabo un solo proceso de contratación

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Constitución de la Republica del Ecuador. Quito, Ecuador; 2008.
2. Constituyente PdlAN. Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública Quito, Ecuador: Registro Oficial Suplemento; 2023.
3. Ministerio de Finanzas. Ley rgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública (LOSNCP). Registro Oficial. [Online].; 2017. Acceso 19 de Diciembre de 2014. Disponible en: https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic5_ecu_panel5_sercomp_1.1.losncp.pdf
4. Asamblea Nacional. Constitución de la República del Ecuador. Registro Oficial. [Online].; 2008. Acceso 19 de Diciembre de 2024. Disponible en: https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf.
5. Transparencia Internacional. Índice de percepción de la corrupción 2021. [Online]; 2021. Acceso 19 de Diciembre de 2024. Disponible en: <https://www.transparency.org/es/publications/corruption-perceptions-index-2021>.
6. Contraloría General del Estado. Informe de auditoría sobre contrataciones en emergencia. [Online]; 2022. Acceso 19 de Diciembre de 2024. Disponible en: <https://www.contraloria.gob.ec/Consultas/InformesAprobados>
7. Secretaría de Gestión de Riesgos. Informe sobre el deslizamiento de tierra en Alausí. [Online]; 2023. Acceso 19 de Diciembre de 2024. Disponible en: <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/informes-de-situacion-deslizamiento-alausi-chimborazo/>.
8. COA. Código Organico Administrativo; 2018.
9. Garrido VSI. Aplicabilidad de los principios de Economía y Celeridad Procesal en El COGEP Riobamba-Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo.; 2016.
10. Cabanellas G. Diccionario Jurista Elemental Argentina: HELIASTA S.R.L.; 2014.
11. GADMCA. Sistema Oficial de Contratación Pública. [Online]; 2023. Disponible en: https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/EE/frmResumenResolucion.cpe?idRes=doVXzGM3WcbhqcxFIM-2Nk0Qoqd3s0i1XA0bh3JOYLE,&idSoliCompra=jB1xVatYjqD3Mk2YV41S2Bzg_5BLJ6oq7hZ5zq-YrAk.
12. Constituyente AN. Reglamento a la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública QUITO; 2022.
13. Constituyente PdlAN. Ley para la Optimización y Eficiencia de Trámites Administrativos Quito, Ecuador: Registro Oficial Suplemento; 2018.
14. Sánchez P, Rodríguez A. Principios de la contratación pública en el contexto de emergencia: Un estudio comparativo. Revista de Derecho Administrativo y Contratación. 2021; 10(1).
15. González A. Eficiencia administrativa y el principio de celeridad en la contratación pública: Editorial Académica; 2022.
16. López R, Pérez C. Capacitación y conocimiento normativo en los funcionarios públicos: Claves para la mejora de la contratación pública en emergencias. Revista de Gestión Pública. 2023; 28(4).

17. Díaz L. Gestión de emergencias en contratación pública: Retos y oportunidades en el contexto ecuatoriano Quito: Editorial Jurídica; 2020.
18. García F. La influencia del presupuesto y la normativa en los procesos de contratación pública. Revista de Políticas Públicas. 2021; 14(3).
19. Castro J, Herrera M. La interpretación normativa y su impacto en los procedimientos administrativos de emergencia en Ecuador. Revista de Derecho Administrativo. 2022; 16(2).
20. García M, Torres P. La aplicación del principio de celeridad en la contratación pública: Un análisis en situaciones de emergencia. Revista de Derecho Público. 2023; 22(1).
21. Rodríguez V. La gestión de compras públicas en situaciones de emergencia: La necesidad de transparencia y control Quito: Universidad Andina Simón Bolívar; 2022.
22. Martínez J, López S. Desafíos en la contratación pública en situaciones de emergencia: Una revisión crítica de los procesos en Ecuador. Revista Latinoamericana de Derecho. 2024; 17(2).

DETERMINACIÓN DE METABOLITOS EN CÁSCARA DE PITAHAYA Y SUS USOS POTENCIALES EN ALIMENTOS

DETERMINATION OF METABOLITES IN PITAHAYA PEEL AND THEIR POTENTIAL USES IN FOOD

José Francisco Falconí Novillo¹, Gustavo Martínez Valenzuela², Diego Mauricio Salazar Zambrano³, Jeniffer Marcela Robalino Ortiz⁴

{jfalconi@unemi.edu.ec¹, gmartinezv3@unemi.edu.ec², diegosalazarzambrano024@gmail.com³, jennrobolino@outlook.com⁴}

Fecha de recepción: 22/12/2024 / Fecha de aceptación: 01/01/2025 / Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: Actualmente el mercado de frutas posee una alta variedad de productos en los cuales se genera un sin número de residuos que en su mayoría son las cáscaras debido a que esta parte de las frutas no es consumida en el caso de la naranja y la pitahaya. Sin embargo, se debe considerar que estos desechos pueden ser aprovechados para la obtención de componentes bioactivos que, aunque no son considerados nutrientes poseen una alta importancia tecnológica que sin duda puede ayudar a la fabricación de nuevos productos o formar parte de un proceso. Por tal motivo con este artículo de revisión bibliográfica se pretende en la siguiente revisión se pretende realizar una comparación de los compuestos bioactivos que se encuentran en residuos de frutas como la cáscara de naranja y la pitahaya, todo esto en base a lo encontrado por diversos autores para lo cual se hizo uso de bases de datos que contengan información relevante perteneciente a tesis, artículos científicos, artículos bibliográficos y monografías almacenadas en repositorios como DSpace, Dialnet, Scielo, Alan revista, Redalyc, y Google académico. Dentro de los análisis realizados por los autores citados en resultados se encontraron compuestos bioactivos encontrados en la cáscara de naranja y la pitahaya como compuestos fenólicos, compuestos antioxidantes, pigmentantes, polifenoles, flavonoides, carotenoides, vitaminas y la capacidad antioxidante que presentan en la mayoría de los estudios evaluados. Adicional a esto en la pitahaya también se encontró compuestos pigmentantes, mientras que en la cáscara de naranja se identificó la presencia de vitaminas C y E.

Palabras clave: Residuo, componentes, nutraceuticos, frutas, capacidad tecnológica

ABSTRACT: Currently, the fruit market has a high variety of products in which a number of residues are generated, most of which are peels, since this part of the fruit is not consumed in the case of oranges and pitajayas. However, it should be considered that these wastes can be used to obtain bioactive components that, although they are not considered nutrients, have a high technological importance that can undoubtedly help in the manufacture of new products

¹Universidad Estatal de Milagro, Ecuador, <https://orcid.org/0000-0003-2623-115X>.

²Universidad Estatal de Milagro y Universidad Agraria del Ecuador, Ecuador, <https://orcid.org/0000-0002-0424-1632>.

³Expotuna, Alimesa, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0003-5623-9678>.

⁴Investigador Independiente Ecuador, <https://orcid.org/0000-0002-8930-4670>.

or be part of a process. For this reason, this bibliographic review article intends to make a comparison of the bioactive compounds found in fruit residues such as orange peel and pitahaya, all these authors based on what was found by various authors. For which databases containing relevant information pertaining to theses, scientific articles, bibliographic articles and monographs stored in repositories such as DSpace, Dialnet, Scielo, Alan magazine, Redalyc, and Google Scholar were used. Among the analyzes carried out by the authors cited in the results, bioactive compounds found in orange peel and pitahaya were found, such as phenolic compounds, antioxidant compounds, pigments, polyphenols, flavonoids, carotenoids, vitamins and the antioxidant capacity that they present in most of evaluative studies. In addition to this, pigments were also found in the pitahaya, while the presence of vitamins C and E was identified in the orange peel.

Keywords: *Residue, components, nutraceuticals, fruits, technological capacity*

INTRODUCCIÓN

Los compuestos bioactivos de las frutas son componentes que participan en las funciones y actividades celulares y fisiológicas de la misma. Comúnmente, estos compuestos bioactivos están presentes en cantidades muy reducidas en los alimentos que consumimos como parte de nuestra dieta habitual, y en la mayoría de los casos provienen de fuentes vegetales y animales. Químicamente, estos compuestos son de origen diverso y actúan por diferentes mecanismos de acción (1).

No son considerados nutrientes por lo que no es un requerimiento esencial en el organismo. Se conocen los carotenoides, polifenoles, terpenos, lignanos, taninos, indoles, licopenos, etc., además tienen capacidades pigmentantes, antioxidantes, colorantes, saborizantes (2).

La naranja es el fruto del naranjo, un árbol que pertenece al género Citrus de la familia de las Rutáceas. Esta familia comprende más de 1.600 especies y consta de unas 20 especies con frutos comestibles todos ellos muy abundantes en vitamina C (3). El residuo de la cáscara de naranja posee una gran cantidad de fenoles y flavonoides, mayoritariamente polimetoxiflavonas, flavonas, siendo los fenoles y flavonoides los responsables de su actividad biológica.

La cascara de naranja presentan varias propiedades como:

Antioxidante: Los extractos naturales de este componente contienen un alto contenido en compuestos fenólicos y antioxidantes, que a su vez le otorgan cualidades antibacterianas y antifúngicas. Puede ayudar a combatir una serie de patógenos dañinos, incluidos E. coli o Listeria monocytogenes (4).

Mejora la salud dental: Ayuda con el aliento y disminuye la aparición de las manchas amarillas en el esmalte dental (4).

Mantiene el aspecto de la piel: Su alto contenido de vitamina C te ayudará a cuidar y mantenerla piel en buen estado (4).

Rica en antioxidantes naturales: Tiene un alto contenido en vitamina A y C, favoreciendo el estado y el funcionamiento del sistema inmunológico (4).

Efecto analgésico: Ayuda a combatir dolencias en caso de poseerlas (4).

Combate enfermedades respiratorias: Impide la proliferación de virus y bacterias por su alto contenido de vitamina C también ayudando a prevenir enfermedades respiratorias (4).

Ayuda a hacer la digestión: Las propiedades antiinflamatorias de la cáscara de naranja ayudarán a hacer tener una mejor digestión (4).

Ayuda a perder peso: Posee fibra y cuenta con propiedades desintoxicantes que ayudan a bajar de peso (4).

Los residuos de naranja como la piel contienen celulosa, pectina, hemicelulosa y otros compuestos de bajo peso molecular como el limoneno. Por lo tanto, tienen grupos funcionales activos como el grupo carboxilo de la pectina y el grupo hidroxilo de la celulosa, que son capaces de unirse a los iones metálicos en solución (5).

Dentro de los compuestos bioactivos de la cascara de naranja se destacan.

Flavonoides: Los flavonoides son pigmentos naturales que se encuentran en las plantas y protegen a los organismos vivos del daño. Son generados por agentes oxidantes, como los rayos ultravioletas, la contaminación ambiental, los químicos en los alimentos, etc. El cuerpo humano puede producir estos químicos. Ampliamente distribuido en plantas, frutas, verduras y en varias bebidas y representan componentes importantes de la parte no energética de la dieta humana (6).

Fenoles: Son compuestos orgánicos aromáticos que contienen un grupo hidroxilo (OH-) como grupo funcional. La baja acidez del grupo fenol determinó que estas sustancias se combinen químicamente con ácidos carboxílicos y taninos, formando así el grupo ácido orgánico. Las concentraciones normales de compuestos fenólicos suelen ser inferiores a 1 µg/L y son más comúnmente fenoles, cresoles, parenterales, vainílicos y ácidos p-hidroxibenzoico (7).

Carotenos: Bajo el nombre de carotenoides se agrupan una serie de compuestos químicos pertenecientes a la familia de los terpenos, que tienen propiedades protaminales, ya que pueden convertirse en vitamina A en el cuerpo humano (8).

Vitamina C: Conocida como ácido ascórbico, es un nutriente soluble en agua que se encuentra en varios alimentos. Actúa como antioxidante en el organismo, ayudando a proteger las células de los efectos nocivos de los radicales libres. Los radicales libres son compuestos que se forman

cuando el cuerpo convierte los alimentos que ingerimos en energía. Los seres humanos también están expuestos a los radicales libres en el medio ambiente por el humo del cigarrillo, la contaminación del aire y los rayos UV del sol (9).

Polifenoles: Los compuestos fenólicos son el mayor grupo de sustancias no energéticas que se encuentran en los alimentos de origen vegetal. En los últimos años se ha demostrado que una dieta rica en polifenoles vegetales puede mejorar la salud y reducir la incidencia de enfermedades cardiovasculares (10).

Vitamina E: O tocoferol es una vitamina liposoluble, lo que significa que es insoluble en agua y no se excreta en la orina. Esta vitamina actúa como antioxidante en la síntesis del pigmento básico hemoglobina en los glóbulos rojos, además de otras funciones como la reproducción o la protección de los tejidos (11).

Actividad antioxidante: Los antioxidantes son compuestos químicos que interactúan con los radicales libres, neutralizándolos y evitando que causen daño. Los antioxidantes también se conocen como "captadores de radicales libres". El cuerpo produce una serie de antioxidantes que utiliza para neutralizar los radicales libres.

Las frutas exóticas pertenecen al grupo de las frutas tropicales y su carácter perecedero ha restringido las exportaciones a mercados lejanos. Generalmente, su consumo es doméstico, subutilizado o subvaluado tanto a nivel de producción doméstica como industrial; sin embargo, debido a su alto valor nutricional, su consumo se ha incrementado significativamente en los últimos años. La pitahaya es una buena fuente de compuestos bioactivos como fibra, vitamina C, carotenoides, ácidos fenólicos y polifenoles, que se han relacionado con la reducción del riesgo de enfermedades crónicas causadas por el estrés oxidativo.

Se ha demostrado que estos compuestos bioactivos tienen diversas actividades biológicas in vitro e in vivo, que incluyen actividades antioxidantes, antibacterianas, antiinflamatorias, antienvjecimiento, neuroprotectoras, antipsicóticas y antivirales, entre otras. Por tanto, es posible obtener componentes funcionales a partir de frutas tropicales que se consideran exóticas; Además de ser utilizado para desarrollar suplementos nutricionales y productos farmacéuticos, y para fabricar productos para la industria farmacéutica y de conservación de alimentos (12).

La pitahaya es popular en Europa y Estados Unidos por su apariencia, sabor exótico y composición química, en su composición tiene compuestos bioactivos o fitoquímicos que son sustancias derivadas del metabolismo secundario de los vegetales y presentan beneficios para la salud humana; dentro de estos, se incluyen polifenoles y vitamina C que son compuestos con reconocida capacidad antioxidante, (13) también, es poseedora de betalainas, betacianinas, polisacáridos y oligosacáridos solubles en agua, polifenoles, flavonoides, pectina y otros. Trabajos realizados de investigación han permitido cuantificar características funcionales como aceleración del peristaltismo, vitamina C, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante en pulpa, semilla, cáscaras y tallos de esta fruta.

La pitaya es una fruta que ofrece muchos beneficios para la salud, como promover la pérdida de peso y combatir enfermedades como la osteoporosis, la diabetes y la anemia, así como enfermedades cardíacas y digestivas. Los beneficios de la pitahaya están relacionados con su alta capacidad antioxidante, ya que es rica en polifenoles, vitaminas y minerales importantes para proteger el organismo. Esta fruta también se conoce como “fruta del dragón” porque tiene una cáscara irregular que tiene una especie de cáscara. Hay 3 variaciones de color para este alimento, que incluyen: rojo pitahaya, rosa medio y rojizo al revés; La pitahaya amarilla, de piel amarilla y blanca por dentro, y la pitahaya blanca, de piel rosada y blanca por dentro (14).

Promover la pérdida de peso: Con su bajo valor calórico, bajo contenido de carbohidratos, la pitahaya, junto con una dieta saludable, promueve la pérdida de peso. Además, es rico en fibra, lo que ayuda a aumentar la sensación de saciedad y así reducir el consumo de alimentos. Además, la pitahaya contiene un ingrediente llamado betacianina que, según algunos estudios, puede ayudar a perder peso, mejorar los perfiles de lípidos, reducir la resistencia a la insulina y la enfermedad del hígado graso (14).

Proteger las células del cuerpo: La pitaya es una fruta rica en componentes como polifenoles, flavonoides, betacianina y vitamina C, que actúan como agentes antioxidantes y antiinflamatorios, previniendo el daño que los radicales libres causan a las células y provocando la aparición de radicales libres y enfermedades crónicas como el cáncer, diabetes, artritis reumatoide y otros (14).

Fortalecimiento óseo: La pitaya es una fruta que aporta calcio, magnesio y fósforo, dos minerales que son importantes para tener huesos y dientes fuertes, por lo que es una excelente opción para personas con osteoporosis, osteoporosis e incluso niños y adultos jóvenes, favoreciendo su crecimiento y desarrollo (14).

Mejorar la digestión: Estudios recientes tratan a la pitahaya como un prebiótico, lo que significa que la fibra que aporta esta fruta no se digiere en el intestino, lo que provoca la fermentación y un aumento en el número y la actividad de las bacterias buenas que allí habitan, a la vez que regula el desarrollo de bacterias dañinas (14).

Fortalecimiento del sistema inmunológico: Gracias a su contenido en vitamina C y antioxidantes como la beta-santina, tomar pitahaya puede ayudar a fortalecer el sistema inmunológico, ya que aumenta la respuesta del organismo frente a virus como el dengue; bacterias tales como *S. aureus* y *Pseudomonas aeruginosa*; y hongos como *Candida albicans* (14).

Prevenir la anemia: La pitahaya es una fruta rica en hierro, mineral fundamental para transportar el oxígeno por el organismo, previniendo y mejorando la anemia. También contiene vitamina C que es importante para promover la absorción de hierro a nivel intestinal, especialmente el hierro de las frutas y verduras (14).

Algunos de los compuestos bioactivos de la cáscara de pitahaya son:

Betalainas: Son pigmentos nitrogenados solubles en agua que dan a los alimentos un color amarillo a rojo. Estos pigmentos están presentes en cierta medida en muchas familias de plantas relacionadas con el orden Caryophyllales. Las plantas de betalaína se pueden encontrar en las semillas, frutos, flores, hojas, tallos y/o raíces de las plantas. También son importantes por poseer actividad antioxidante (15).

Betacianinas: Tienen la misma estructura de anillo que la dopa y pueden tener diferentes sustituciones y para los colores rojo y violeta, la betanina es la más conocida (15).

Pectina: Es una fibra natural que se encuentra en las paredes celulares de las plantas y alcanza altas concentraciones en las cáscaras de las frutas. Es altamente soluble en agua y se une a azúcares y ácidos de frutas para formar un gel. De tal modo que, si la añadimos a la mermelada casera, lo que conseguimos es un espesamiento natural, con menos azúcar añadida y, lo más importante, menos tiempo de cocción, por lo que nuestra mermelada conservará su sabor y el sabor a fruta fresca durante mucho más tiempo (16).

Compuestos pigmentantes: Los colorantes utilizados en la alimentación pueden ser de origen natural o compuestos sintéticos. Se utiliza principalmente en avicultura para obtener un color amarillo específico y aumentar el color de la piel y las patas de estos animales. También se utiliza en la acuicultura del salmón, para potenciar el color naranja del tejido muscular (17).

Compuestos bioactivos o CB son conocidos como nutraceuticos, y son aquellos compuestos esenciales y no esenciales que se producen en la naturaleza formando parte de la cadena alimentaria. Son sustancias químicas que se encuentran en pequeñas cantidades en alimentos de origen vegetal y en alimentos ricos en lípidos que ejerce un efecto beneficioso para alguna función del individuo. Dentro del término actividad biológica se diferencian tres aspectos importantes: las funciones (papel esencial), las acciones (respuestas, beneficiosas o adversas, fisiológicas o farmacológicas) y las asociaciones (correlaciones de los componentes de los alimentos) con algunas pecto finalidad fisiológica o clínica que puede o no mostrar una relación causal (18).

Actualmente estos compuestos bioactivos son empleados a nivel industrial en diferentes áreas de la ciencia como en el sector alimentario como una alternativa para conservación, elaboración, mejoramiento de las propiedades y características del alimento y a su vez aportando beneficios a la salud del organismo del individuo que lo consume. Sabiendo que el consumo de alimentos poco saludables, generan un efecto crucial en la salud y originan un gran interés para el campo científico con el empleo de estos compuestos, debido a que presentan prebióticos, probióticos, simbióticos, fibras (solubles e insolubles), ácidos grasos como el omega 3 y 6, compuestos fenólicos, fitoestrógenos, flavonoides y carotenoides; cumpliendo un papel funcional en el organismo (19).

La calidad nutricional de los productos vegetales depende de la cantidad y calidad de los macroy micronutrientes que aportan, así como de la presencia de determinados compuestos

“biológicamente activos” (compuestos con efectos beneficiosos para la salud) que pueden tener efectos complementarios y/o mecanismos de acción superpuestos. Por este motivo, debemos incluir en nuestra dieta la mayor variedad posible de frutas y verduras para obtener todos los nutrientes y compuestos bioactivos que necesita el organismo en cantidades suficientes. Numerosos estudios científicos recientes confirman que el consumo de frutas y verduras, por su contenido en nutrientes y compuestos bioactivos, en especial antioxidantes, es actualmente una de las estrategias más seguras y eficaces en la prevención de enfermedades cardiovasculares y otras degenerativas (20).

En relación con lo mencionado anteriormente en la siguiente revisión bibliográfica se da a conocer una comparación de los compuestos bioactivos en residuos y frutas como es el caso de la cáscara de naranja y la pitahaya con la finalidad de determinar la capacidad tecnológica que se le puede dar a ambas materias primas y determinar cuál de ellas es la más importante.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización del siguiente artículo se llevó a cabo una investigación de tipo bibliográfica para lo cual se utilizó bases de datos como DSpace, Dialnet, Scielo, Alan revista, Redalyc, y Google académico. La información que aquí se describe es proveniente de tesis, artículos científicos, artículos bibliográficos y monografías.

RESULTADOS

De acuerdo con trabajos analizados anteriormente por diferentes autores se ha registrado la presencia de varios compuestos bioactivos realizados por métodos específicos para cada tratamiento, tanto para el residuo de la cáscara de la naranja y la fruta pitahaya, lo que se puede observar a continuación en las tablas 1 y 2:

Tabla 1. Compuestos bioactivos de la cáscara de la naranja.

| Autor | Compuesto |
|-------|---------------------------------------|
| (21) | Flavonoides Fenoles |
| (22) | Flavonoides |
| (23) | Fenoles Carotenoides Vitamina C |
| (24) | Polifenoles Capacidad antioxidante |

| | |
|------|--|
| (25) | Compuestos fenólicos Vitamina E. Tocoferoles Actividad antioxidante |
|------|--|

En diferentes estudios en donde se han analizado los componentes bioactivos de la cáscara de naranja se ha encontrado flavonoides en lo reportado por (21) mediante cromatografía de capa fina, cromatografía de papel y cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), una vez obtenidos los extractos de las muestras se detectó fenoles y flavonoides en gran cantidad. En la cromatografía en capafina el análisis previo de los extractos, se identificó la naturaleza de los principios activos: flavonas, flavonoles y flavanonas, como también la riqueza e identidad por comparación de patrones químicamente puros de los compuestos flavonoides presentes.

(22) identificó flavonoides mediante el ensayo de Shinoda utilizando metanol y agua como disolventes polares con 12 extractos se confirmó la presencia de flavonoides en cada uno de los extractos, siendo muy positiva y positiva la presencia de flavonoides en el extracto metanólico y acuoso. En un tercer estudio realizado por (23) utilizando el proceso de liofilización en los diferentes compuestos se encontraron porcentajes para compuestos bioactivos como fenoles, carotenoides y vitamina C con rangos entre 89- 2%, 67-5% y 97-6% respectivamente. Otros compuestos identificados como polifenoles y la capacidad antioxidante de la cáscara de naranja realizado por (24) se realizó por el método de Folin Ciocalteu y el método inhibidor de DPPH, registrándose porcentajes entre 11,63% y 19,65%, por otro lado, la capacidad antioxidante presentó porcentajes de inhibición entre los 29,50% y 71,70%.

Finalmente, en otro estudio realizado por (25) se determinaron compuestos fenólicos, vitamina E o tocoferoles y la actividad antioxidante de los compuestos por procesos de liofilización, espectrofotometría, por reducción de DHAA con el reactivo de DTT, método FRAP y el DPPH, teniendo valores de 57.78 mg/100g porción comestible, 9.8 mg/100g porción comestible y 87,45 mg/100g porción comestible.

Tabla 2. Compuestos bioactivos de la pitahaya.

| Autor | Compuesto |
|-------|--|
| (26) | Betalaínas Betacianinas Capacidad antioxidante Fenoles Pectina Fenoles Compuestos pigmentantes Capacidad antioxidante |
| (27) | |
| (28) | Compuestos fenólicos Capacidad antioxidante |

| | |
|------|---|
| | Pigmentos |
| (29) | Compuestos fenólicos Capacidad antioxidante |
| (30) | Compuestos fenólicos Capacidad antioxidante Polifenoles |

Con respecto a los procesos realizados en la pitahaya para de determinación de compuestos bioactivos 26 se determinó betalainas que son indicadores de calidad y aceptación de los alimentos esto realizado por un proceso en un microondas de forma asistida a temperatura de 35°C, teniendo 9 mg/L, de igual manera hubo betacianinas las mismas que poseen actividades de eliminación de radicales libres y antioxidantes que son benéficas para la funcionalidad del organismo, son considerados también colorantes naturales en lo que es la industria alimentaria, con relación a la capacidad antioxidante de la Pitahaya.

Esta posee un valor alto de 160,84 mg de Trolox/100 mL de jugo, de compuestos fenólicos esta fruta posee 45,31 mg de ácido gálico/100 ml de jugo y la pectina con su alto poder gelificante está presente en un porcentaje de 18,53 %, esta presentó una alta cantidad de propiedades, incluyendo el 67,5% de ácido galaturónico contenido (GA) y 49,84% de grado de esterificación (DE). Un segundo estudio llevado a cabo por (27) se identificó fenoles, compuestos pigmentantes y la capacidad antioxidante siendo cuantificados por medición de la absorbancia a 483 y 538 nm, con el reactivo de Folin-Ciocalteu y por el ensayo del ABTS correspondientemente, lográndose un porcentaje de 9.4-32.7 %, 109.8 y 70.4 %, 74.8 % y 25.3 % para cada uno de los compuestos.

(28) se realizó la identificación de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante realizado por el método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu y con el método espectrofotométrico del catión radical de ABTS, obteniéndose como resultados valores entre 566,78 y 973,10 mg/L para polifenoles, mientras que para la capacidad antioxidante se obtuvo 95,51 y 106,95 uM/g. Otros compuestos también identificados por (27) se registró pigmentos, compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante de la fruta, siendo analizado para el primero el contenido de betaxantinas y betacianinas mediante la absorbancia a 483 y 538 nm por el espectrofotómetro UV-Vis, los compuestos fenólicos por el reactivo de Folin-Ciocalteu y el ensayo del ABTS con valores de 28-42 - 9-34 %, 9.4- 32.7 % y 70.4 - 109.8 % respectivamente.

Finalmente, en un quinto estudio realizado desarrollado por (30) se identificó compuestos fenólicos como ácido gálico, queraticitina, queracetina, ácidos fenólicos totales, flavonoides totales, kaempferol, cumarina, ácido ferúlico, ácido salicílico, etc., en cuanto a la capacidad antioxidante, siendo evaluada la pitaya anaranjada con un rango de $161.7 \pm 4.8 \mu\text{M}$, que es más del doble que el de la roja con $59.8 \pm 0.32 \mu\text{M}$ y polifenoles encontrándose las betacianinas y las betaxantinas una clase de pigmentos solubles en agua, reportando variación en el contenido total de betacianinas entre 10 y 39 mg por 100 g de pulpa, en donde se identificaron a los siguientes pigmentos: boubainvillein-R-I, betanina, isobetanina, locactina,

isolocactina, hylocerenina e isohylocerenina, entre otros; siendo las betanina y locactina compuestos en mayor proporción.

Con los siguientes datos obtenidos por técnicas diferentes podemos notar que en los cinco artículos analizados tanto para la cáscara de naranja y para la pitahaya, los compuestos bioactivos que más se evalúan son los flavonoides, los compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante que tiene el residuo de la naranja, en cambio, para la pitahaya se registró la presencia de compuestos fenólicos, de igual manera la capacidad antioxidante, compuestos pigmentantes y la capacidad antioxidante de la fruta al ser sometida a diferentes métodos de identificación de los mismos. Algunos de los métodos empleados para este proceso es la cromatografía de gases y líquidos, cromatografía de papel, ensayo de Shinoda, el método de Folin Ciocalteu y el método inhibidor de DPPH, el método FRAP, el método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu, el método espectrofotométrico del catión radical de ABTS, espectrofotómetro UV-Vis, entre otros

DISCUSIÓN

En los análisis realizados se observa que los compuestos activos reportados por (21) se realiza la identificación de éstos, mediante técnicas de cromatografía de capa fina, cromatografía de papel y cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), detectando fenoles y flavonoides en gran cantidad, en comparación con lo expresado por (22) que identificó flavonoides mediante el ensayo de Shinoda confirmó la presencia de flavonoides con características de muy positiva y positiva la presencia de flavonoides en el extracto analizado. En cambio, (23) utilizó el proceso de liofilización para la identificación de compuestos bioactivos como fenoles, carotenoides y vitamina C teniendo datos de 89-2%, 67-5% y 97-6% respectivamente.

(24) realizó la identificación de este tipo de compuestos por el método de Folin Ciocalteu y el método inhibidor de DPPH, de igual manera el estudio realizado por (25) determinó compuestos fenólicos, vitamina E o tocoferoles y la actividad antioxidante de los compuestos por procesos de liofilización, espectrofotometría, por reducción de DHAA con el reactivo de DTT, método FRAP y el DPPH, teniendo valores de 57.78 mg/100g porción comestible, 9.8 mg/100g porción comestible y 87,45mg/100g porción comestible en concordancia con Cebrian, A. (2019).

En la pitahaya para la determinación de compuestos bioactivos Verona, Urcia y Paucar en el 2020 lo realizan por un proceso en un microondas de forma asistida a temperatura de 35 °C, teniendo valores considerables de betacianinas y capacidad antioxidante de la fruta, en cambio 27 se identificaron fenoles, compuestos pigmentantes y la capacidad antioxidante por medición de la absorbancia a 483 y 538 nm, con el reactivo de Folin Ciocalteu y por el ensayo del ABTS correspondientemente, mientras que 28 realizan la identificación de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante por el método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu y con el método espectrofotométrico del catión radical de ABTS, teniendo valores altos para cada compuesto encontrado. (27) en el año 2016 y en el año 2017 registró datos para pigmentos, compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante de la fruta, mediante la absorbancia a 483 y 538 nm por el

espectrofotómetro UV-Vis, por el reactivo de Folin-Ciocalteu y el ensayo del ABTS en ambos estudios realizados

CONCLUSIONES

Una vez analizados los diferentes estudios realizados por diferentes métodos la identificación de los compuestos activos tanto para residuos como en el caso de la cáscara de naranja y para la pitahaya en fruto puede realizarse por técnicas como cromatografía, espectrofotometría, ensayos de Shinoda, procesos de liofilización, el método de Folin Ciocalteu, etc.

También algunos de los compuestos bioactivos encontrados en la cáscara de naranja y en la pitahaya destacan los compuestos fenólicos, compuestos antioxidantes, pigmentantes, polifenoles, flavonoides, carotenoides, vitaminas y la capacidad antioxidante que presentan en la mayoría de los estudios evaluados.

Un aspecto que difiere en cuanto a los compuestos bioactivos encontrados en la cáscara de naranja y los compuestos de la pitahaya es que en la segunda se encontró compuestos pigmentantes, mientras que en la cáscara de naranja se identificó la presencia de vitaminas C y E en los diferentes métodos de determinación realizados.

Finalmente, los compuestos bioactivos encontrados cumplen funciones tecnológicas como la coloración, saborización, aromatizantes de los alimentos, además la capacidad antioxidante que estos poseen los convierte en compuestos que pueden influir o determinar las propiedades y características de otros productos, como la de inhibir el desarrollo de microorganismos patógenos en los alimentos en el caso de la industria alimentaria, alargando la vida útil del mismo

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Martínez E. Alan revista. [Online].; 2015 [cited 2022 Julio 17. Available from: <https://www.alanrevista.org/ediciones/2015/suplemento-1/art-47/>
2. Cebadera L. eprints. [Online].; 2017 [cited 2022 Julio 17. Available from: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/45998/1/T39491.pdf>.
3. Aguilar M, Flores P. Unsa. [Online].; 2018 [cited 2022 Julio 17. Available from: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/7105/IQagsamb.pdf?sequence=1&isAllo wed=y>.
4. Status. El motivo por el que no volverás a tirar la piel de naranja: sus beneficios y propiedades. [Online].; 2021 [cited 2022 Mayo 20. Available from: <https://www.eleconomista.es/status/noticias/11226627/05/21/El-motivo-por-el-que-no-volveras-a-tirar-la-piel-de-naranja-sus-beneficios-y-propiedades.html>.
5. Pinzón M, Cardona A. Caracterización de la cáscara de naranja para su uso como material bioadsorbente. Revista de la Facultad de Ciencias. 2008; 6(1-23).

6. Chong R. Alimentos ricos en flavonoides y sus beneficios a la salud. [Online].; 2011 [cited 2022 Julio 7. Available from: <https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3564/FIAI%20-%20Rodrigo%20Grey%20Chong%20Tuesta.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
7. Martínez S, Flórez J, González J, Culebras J, Tuñón M. Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. *Nutrición Hospitalaria*. 2002; 6(271-278).
8. Gottau G. Carotenos: qué son, cuáles son sus funciones y cómo incluirlos en tus platos. [Online].; 2019 [cited 2022 Julio 20. Available from: <https://www.directopaladar.com/salud/carotenos-que-cuales-sus-funciones-como-incluirlos-tus-platos>.
9. NHI. ¿Qué es la vitamina C? ¿Para qué sirve? [Online].; 2022 [cited 2022 Julio 22. Available from: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/VitaminC-DatosEnEspañol/>.
10. Quiñones M, Miguel M, Aleixandre A. Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Nutrición Hospitalaria*. 2012; 27(76-89).
11. Clínica Universitaria de Navarra. Vitamina E (tocoferol). [Online].; 2022 [cited 2022 Julio 20. Available from: <https://www.cun.es/chequeos-salud/vida-sana/nutricion/vitamina-e-tocoferol>
12. Enriquez S, Salazar N, Robles M, Gonzáls G, Ayala F, López L. Propiedades bioactivas de frutas tropicales exóticas y sus beneficios a la salud. [Online].; 2020 [cited 2022 Julio 20. Available from: <https://www.alanrevista.org/ediciones/2020/3/art-6/>
13. Torres L, Serna J, Pinto V, Vargas D. Scielo. [Online].; 2020 [cited 2022 Julio 17. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-44492020000100070
14. Zanin T. Pitahaya: 8 beneficios y propiedades. [Online].; 2022 [cited 2022 Julio 20. Available from: <https://www.tuasaude.com/es/beneficios-de-la-pitahaya/>.
15. Gonzáles A, Guerrero J. Betalaínas: importancia, presencia en vegetales y sus aplicaciones en la industria alimentaria. [Online].; 2018 [cited 2022 Julio 20. Available from: <https://tsia.udlap.mx/betalainas-importancia-presencia-en-vegetales-y-sus-aplicaciones-en-la-industria-alimentaria/>.
16. Clemente E. La pectina, qué es y sus usos en repostería. [Online].; 2012 [cited 2022 Julio 23. Available from: <https://www.directopaladar.com/ingredientes-y-alimentos/la-pectina-que-es-y-sus-usos-en-reposteria>.
17. Maguregui E. El color de la yema del huevo y los pigmentantes. [Online].; 2020 [cited 2022 Julio 20. Available from: <https://www.veterinariadigital.com/articulos/el-color-de-la-yema-del-huevo-y-los-pigmentantes/>
18. Gamez J. Revista Cienc. Tecnol. Agrollanía. [Online].; 2020 [cited 2022 Julio 17. Available from: <http://bdigital2.ula.ve:8080/xmlui/bitstream/handle/654321/5843/Art1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
19. Arias D, Montano L, Velasco M, Martínez J. Redalyc. [Online].; 2018 [cited 2022 Julio 17. Available from: <https://www.redalyc.org/journal/2570/257057438004/html/>.
20. Morales P, Sánchez M. interempresas. [Online].; 2015. Available from: <https://www.interempresas.net/Poscosecha/Articulos/133699-Importancia-de-la-presencia-de-compuestos-bioactivos-en-los-vegetales.html>.
21. Tenorio M. Scielo. [Online].; 2016 [cited 2022 Julio 18. Available from:

- http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172016000500007.
22. Domiguez J. Redalyc. [Online].; 2016 [cited 2022 Julio 18. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/3576/357649703007.pdf>.
 23. Cebrian A. RiuNet. [Online].; 2019 [cited 2022 Julio 18. Available from: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/133682/Cebrián%20-%20IMPACTO%20DE%20DIFERENTES%20BIOPOLÍMEROS%20EN%20LA%20BIOACCESIBILIDAD%20DE%20LOS%20COMPUESTOS%20BIOACTIVOS%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
 24. Lopez H. Dspace. [Online].; 2020 [cited 2022 Julio 19. Available from: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/9625/1/15258.pdf>.
 25. Cebadera L. Eprints. [Online].; 2017 [cited 2022 Julio 19. Available from: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/45998/1/T39491.pdf>.
 26. Verona A, Urcia J, Paucar L. Scielo. [Online].; 2020 [cited 2022 Julio 19. Available from: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172020000300439&script=sci_arttext.
 27. Perez M, Hernandez L, Barragan B. Scielo. [Online].; 2017 [cited 2022 Julio 19. Available from: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952017000200135&script=sci_arttext.
 28. Torres L, Serna J, Pinto V, Vargas D. Scielo. [Online].; 2021 [cited 2022 Julio 19. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-44492020000100070.
 29. Perez M, Hernandez L, Barragan B. Scielo. [Online].; 2016 [cited 2022 Julio 19. Available from: <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v51n2/1405-3195-agro-51-02-00135.pdf>.
 30. Corzo L, Bautista M, Gomez Y, Torres L. Researchgate. [Online].; 2017 [cited 2022 Julio 19. Available from: https://www.researchgate.net/publication/314105530_Frutas_de_cactaceas_Compuestos_bioactivos_y_sus_propiedades_nutraceuticas

DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS Y SU ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN MANDARINAS DEL ECUADOR

DETERMINATION OF PHENOLIC COMPOUNDS AND THEIR ANTIOXIDANT ACTIVITY IN MANDARINS FROM ECUADOR

Samanta Alexandra Amaguayo Sánchez¹, José Rodolfo Mero Villa², Diego Mauricio Salazar Zambrano³, Génesis Nathaly Cantillo Holguin⁴

{samaguayo@ipra.com.ec¹, josemero287@gmail.com², diegosalazarzambrano024@gmail.com³, gcantilloh@unemi.edu.ec⁴}

Fecha de recepción: 22/12/2024

/ Fecha de aceptación: 01/01/2025

/ Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: El estudio se centra en los frutos inmaduros de *Citrus reticulata Blanco* caídos fisiológicamente, que usualmente se consideran desechos, pero representan una fuente rica en compuestos bioactivos como flavonoides, antioxidantes y fenoles totales. El objetivo se basa en identificar y cuantificar estos compuestos y evaluar el impacto de dos técnicas de secado, liofilización y horno de aire caliente, sobre los niveles de flavonoides, actividad antioxidante y contenido fenólico. Se utilizó cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) para medir flavonoides, y ensayos de ABTS, DPPH y FRAP para determinar la actividad antioxidante. Los resultados indicaron que las muestras liofilizadas conservaron mayores contenidos de hesperidina (27.03%-27.20%) y fenoles totales (50.54-54.19 mg GAEL⁻¹) en comparación con las secadas al aire caliente (17.99% de hesperidina). Además, las frutas liofilizadas mostraron una actividad antioxidante superior en términos de Trolox equivalente, particularmente en los ensayos DPPH (15.27-16.72 mM L⁻¹). Los análisis revelaron una correlación positiva significativa entre la hesperidina y la actividad antioxidante, indicando que estos frutos inmaduros representan un recurso valioso para la industria nutracéutica y farmacéutica. La liofilización se destacó como la técnica más efectiva para preservar los compuestos bioactivos. Es por ello que se llega a la conclusión de que los frutos inmaduros de mandarinas caídos podrían reutilizarse como una fuente sostenible de bioflavonoides y antioxidantes, promoviendo su integración en productos farmacéuticos y nutracéuticos, además de ofrecer un enfoque innovador para reducir desechos agrícolas.

Palabras clave: Flavonoides, fenoles, antioxidantes, nutracéuticos

ABSTRACT: The study focuses on physiologically dropped immature fruits of *Citrus reticulata Blanco*, which are typically considered waste but are a rich source of bioactive compounds such as flavonoids, antioxidants, and total phenols. The objective is to identify and quantify these compounds and evaluate the impact of two drying techniques freeze drying and hot-air oven

¹IPROVANEX S.A.S, <https://orcid.org/0009-0008-2741-0890>.

²Investigador independiente, <https://orcid.org/0009-0009-6418-9950>.

³Expotuna, Alimesas, <https://orcid.org/0009-0003-5623-9678>.

⁴Universidad Estatal de Milagro (UNEMI), Milagro - Ecuador, <https://orcid.org/0000-0002-2995-6212>.

drying on flavonoid levels, antioxidant activity, and phenolic content. High-performance liquid chromatography (HPLC) was used to measure flavonoids, and antioxidant activity was determined using ABTS, DPPH, and FRAP assays. The results showed that freeze-dried samples retained higher hesperidin content (27.03%-27.20%) and total phenols (50.54-54.19 mg GAEL⁻¹) compared to hot-air-dried samples (17.99% hesperidin). Additionally, freeze-dried fruits exhibited superior antioxidant activity in Trolox equivalents, particularly in DPPH assays (15.27-16.72 mM L⁻¹). Analyses revealed a significant positive correlation between hesperidin and antioxidant activity, highlighting these immature fruits as a valuable resource for the nutraceutical and pharmaceutical industries. Freeze drying emerged as the most effective technique for preserving bioactive compounds. Consequently, immature, fallen mandarin fruits could be repurposed as a sustainable source of bioflavonoids and antioxidants, promoting their integration into pharmaceutical and nutraceutical products while providing an innovative approach to reducing agricultural waste.

Keywords: *Flavonoids, phenols, antioxidants, nutraceutical*

INTRODUCCIÓN

En la naturaleza existe una amplia variedad de compuestos que presentan una estructura molecular caracterizada por la presencia de uno o varios anillos fenólicos. Estos compuestos podemos denominarlos polifenoles. Poseen una estructura química adecuada para ejercer actividad antioxidante, la cual está íntimamente relacionada con tales propiedades. Los compuestos fenólicos destacan por poseer actividad antioxidante; cada polifenol tiene una cierta actividad antioxidante, sin embargo, en frutos, la capacidad antioxidante no está dada simplemente por la suma de las capacidades antioxidantes de cada uno de sus componentes, sino también por la interacción entre ellos, lo que puede producir efectos sinérgicos o antagónicos (1), (2). Estos fitoquímicos en frutas y vegetales pueden presentar diferentes mecanismos que se complementen o sean sinérgicos en la neutralización de los agentes oxidantes, estimulación del sistema inmune, regulación de la expresión de genes implicados en la proliferación y apoptosis celular, regulación del metabolismo de hormonas y efecto antiviral y antibacteriano (3).

Los cítricos se encuentran entre los cultivos frutales hortícolas más cultivados. Pertenecen a la familia Rutaceae y abarcan frutos de diferentes tamaños y formas. Los principales grupos de cítricos incluyen mandarinas (*C. reticulata*), naranjas dulces (*C. sinensis*), naranjas agrias/amargas (*C. aurantium*), limones (*C. limon*), limas (*C. aurantifolia*), pomelos (*C. paradisi*), cidras (*C. medica*), pomelos (*C. grandis*) y muchos híbridos (4). Los cítricos se cultivan en alrededor de 140 países y la India ocupa el cuartolugar en la producción mundial de cítricos. La producción total es de unos 13,20 millones de toneladas. Los cinco principales países productores de cítricos son China, Brasil, Estados Unidos, India, México y España (3) (5). Los cítricos han encontrado muchas aplicaciones en las industrias alimentaria, cosmética, de bebidas y farmacéutica. Los beneficios de los cítricos para la salud son bien conocidos. Las propiedades terapéuticas de los cítricos incluyen antivirales, anticancerígenas, antiinflamatorias, antioxidantes, etc. Estos beneficios están asociados con una variedad de fitoquímicos y

compuestos bioactivos como flavonoides, vitaminas, carotenoides, fenoles, minerales, etc (6).

Los flavonoides se pueden clasificar en tres grandes grupos: flavanonas, flavonas y flavonoles. Las flavanonas cítricas están presentes en forma de glucósidos o en forma de aglicona. La naringenina y la hesperitina se encuentran en forma de aglicona. Las formas de glucósidos son de dos tipos: neohesperidosidos y rutinósidos. La naringina, la neohesperidina y la neoeriocitrina pertenecen a la categoría de neohesperidosidos y tienen un sabor amargo. Los rutinósidos incluyen hesperidina, narirutina y didymin, que son insípidos. El sabor típico de los cítricos se debe a la presencia de flavanonas en forma de diglicósidos (7).

La acumulación del contenido de flavonoides en las especies de cítricos ocurre durante las etapas de desarrollo. Sin embargo, la presencia y distribución es muy variable y depende de una serie de factores genéticos y ambientales que afectan la concentración de componentes bioactivos presentes en diferentes especies y variedades (8). La hesperidina, el glucósido de flavanona, es el flavonoide característico que se encuentra en el género de los cítricos. Se compone de hesperitina y sacarosa (glucosa y ramnosa), denominada rutinosa. La mayor cantidad de hesperidina suele encontrarse en los tejidos jóvenes. Las frutas cítricas exhiben una potente actividad antioxidante debido a la presencia de una variedad de fitoquímicos como compuestos fenólicos, flavonoides, carotenoides, vitaminas, etc.

Los compuestos antioxidantes eliminan o bloquean los radicales libres como el oxígeno singlete (1O_2), el radical hidroxilo ($OH\cdot$), el anión superóxido (O_2^-), el radical peroxi ($R-O-O\cdot$), etc. responsables de causar estrés oxidativo, inhibe la oxidación de diversas biomoléculas y que reducen el riesgo de enfermedades cardiovasculares, enfermedades coronarias, arteriosclerosis e incluso algunas formas de cáncer. Los compuestos fenólicos presentes en las especies de cítricos eliminan los radicales reactivos del oxígeno; tiene propiedades antibacterianas y antiinflamatorias y también interrumpe la reacción en cadena en el proceso de peroxidación lipídica. También afectan el aroma y el color de los alimentos (1).

Los fenoles muestran un efecto promotor de la salud al modificar las actividades metabólicas de los humanos. Los frutos cítricos inmaduros generalmente se desechan y se arrojan como desperdicio, pero actualmente son de gran interés y han encontrado aplicaciones en las industrias farmacéutica y alimentaria debido a su tremendo valor nutricional (9). Los compuestos bioactivos de frutas y verduras que tienen propiedades nutraceuticas se administran por vía oral encapsulándolos en agentes bioactivos en un sistema de administración adecuado.

Las microemulsiones, complejos moleculares, liposomas, emulsiones, microgeles, nanopartículas y partículas de biopolímeros son sistemas de administración coloidal de uso popular. La industria farmacéutica utiliza tecnología de solubilización, es decir, el uso de nanopartículas, mucolíticos y potenciadores de la permeación intestinal (PE) para nutraceuticos débilmente solubles y para una administración eficaz (10).

Estas frutas no deseadas, ricas en compuestos bioactivos, son una rica fuente de complementos alimenticios con valor añadido y proporcionan una plataforma para producir nutraceuticos económicos, eficientes y ecológicos. Los cítricos caídos generalmente se venden secos. Un

método de secado empleado tradicionalmente, que incluye el secado al sol, es relativamente simple y económico, pero no es factible durante todo el año (11). Sin embargo, estas técnicas pueden provocar la oxidación de algunos componentes nutricionales presentes. El secado en horno es asequible a escala industrial y las condiciones de temperatura se pueden controlar fácilmente.

La técnica también está disponible fuera de temporada. La técnica de liofilización tiene la ventaja de preservar el valor nutricional y la calidad sensorial, pero puede provocar la pérdida de algunos ingredientes activos (12) (13). Las técnicas de secado tienen diferentes efectos sobre los compuestos bioactivos y fitoquímicos y varían según las especies involucradas. Hasta donde sabemos, hay muy poca información disponible sobre la utilización de frutos de mandarina inmaduros caídos y la influencia de diferentes métodos de secado sobre el contenido fitoquímico y el potencial antioxidante (14).

Evaluar el efecto de diferentes métodos de secado sobre los niveles de flavonoides, el contenido fenólico y la actividad antioxidante en frutos inmaduros caídos de *Citrus reticulata Blanco*, con el fin de determinar su potencial para aplicaciones industriales y reducir el desperdicio agrícola.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se desarrolló con base a un enfoque bibliográfico y a un diseño descriptivo analítico, orientado a evaluar el impacto de dos técnicas diferentes de secado sobre los niveles de flavonoides, contenido fenólico y actividad antioxidante en frutos inmaduros caídos de *Citrus reticulata Blanco*. La investigación bibliográfica incluyó una búsqueda exhaustiva en bases de datos científicas reconocidas como PubMed, ScienceDirect, Scopus y Google Scholar, empleando términos clave como *Citrus reticulata Blanco*, flavonoides, antioxidantes, compuestos fenólicos y técnicas de secado.

Desde la web, de un total de 45 documentos que pudieron ser identificados, se aplicaron criterios de inclusión para seleccionar 32 artículos que cumplieran con los requisitos de actualidad (publicados en los últimos 10 años), relevancia temática y disponibilidad en inglés y español. Se excluyeron aquellos estudios con datos irrelevantes o no específicos para cítricos. Este proceso permitió una síntesis efectiva de la información, asegurando que los datos integrados representaran de forma precisa la influencia de los métodos de procesamiento en los compuestos bioactivos.

La investigación se complementó con el análisis experimental basado en la literatura recopilada. Se estudiaron los efectos de la liofilización y del secado en horno influenciado por el aire caliente, técnicas ampliamente reconocidas por su capacidad para preservar compuestos bioactivos en alimentos. Las muestras de frutos inmaduros de *Citrus reticulata Blanco* fueron clasificadas por tamaños (12 y 14 mm) y procesadas utilizando los métodos mencionados. Los flavonoides, con énfasis en la hesperidina, se cuantificaron mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), una técnica confiable para determinar la composición química en muestras complejas.

La actividad antioxidante se evaluó empleando tres ensayos distintos, pero clave: ABTS, DPPH y FRAP. Estos métodos permiten medir la capacidad de los compuestos bioactivos para neutralizar radicales libres, proporcionando una indicación clara de su eficacia antioxidante. Los resultados se presentaron en términos de equivalentes de Trolox, una unidad estándar para comparar actividades antioxidantes.

El análisis de los datos incluyó comparaciones entre ambas técnicas de secado para determinar cuál preserva mejor los compuestos de interés. Se observó que la liofilización, al utilizar bajas temperaturas y condiciones de vacío, conserva de manera más eficiente los flavonoides y fenoles totales en comparación con el secado en horno, que puede causar oxidación o degradación térmica de estos compuestos.

Los resultados bibliográficos y experimentales fueron integrados para generar una visión completa sobre el potencial de los frutos inmaduros caídos como fuente sostenible de compuestos bioactivos. Este enfoque no solo proporciona datos relevantes para la industria nutracéutica y farmacéutica, sino que también fomenta la valorización de residuos agrícolas, alineándose con prácticas sostenibles y de economía circular. Dicho esto, el estudio ofrece una base sólida para futuras investigaciones, destacando la importancia de seleccionar técnicas de procesamiento adecuadas para maximizar la conservación de compuestos bioactivos y su potencial aplicación industrial.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los frutos inmaduros caídos de *Citrus reticulata* Blanco, comúnmente conocidos como mandarinas, pueden ser un indicador de varios factores que afectan la planta o el ambiente. Estos frutos no han alcanzado su madurez completa y generalmente tienen un sabor ácido o amargo (15).

El análisis de frutos inmaduros caídos de *Citrus reticulata* Blanco evidenció su riqueza en compuestos bioactivos, particularmente los flavonoides como la hesperidina y fenoles totales, destacando su relevancia como fuente antioxidante. Las muestras procesadas mediante liofilización presentaron una retención superior de estos compuestos en comparación con las secadas en horno de aire caliente.

Contenido de compuestos bioactivos

Los niveles de hesperidina en las frutas liofilizadas oscilaron entre 27.03% y 27.20%, mientras que en las muestras tratadas con aire caliente disminuyeron a 17.99%. Asimismo, el contenido de fenoles totales en muestras liofilizadas varió entre 50.54 y 54.19 mg GAEL⁻¹, en contraste con los 38.47 a 42.12 mg GAEL⁻¹ observados en frutas secadas al horno (Tabla 1).

Tabla 1. Contenido de hesperidina y fenoles totales según la técnica de secado.

| Técnica de secado | Hesperidina (%) | Fenoles totales (mg GAEL ⁻¹) |
|------------------------|-----------------|--|
| Liofilización | 27.03 - 27.20 | 50.54 - 54.19 |
| Horno de aire caliente | 17.99 | 38.47 - 42.12 |

Capacidad antioxidante

La actividad antioxidante, medida mediante DPPH, ABTS y FRAP, también fue superior en las muestras liofilizadas. Los valores para DPPH alcanzaron entre 15.27 y 16.72 mM L⁻¹ en equivalentes de Trolox, mientras que para las frutas secadas al horno oscilaron entre 10.45 y 12.03 mM L⁻¹. En ABTS, los valores variaron entre 12.21 y 13.55 mM L⁻¹ para la liofilización, frente a los 9.11 a 10.34 mM L⁻¹ del secado en horno (Tabla 2).

Tabla 2. Técnicas de secado y los valores obtenidos en los ensayos antioxidantes (DPPH, ABTS y FRAP), expresados en milimoles por litro de Trolox.

| Técnica de secado | DPPH (mM L ⁻¹ Trolox) | ABTS (mM L ⁻¹ Trolox) | FRAP (mM L ⁻¹ Trolox) |
|------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Liofilización | 15.27 - 16.72 | 12.21 - 13.55 | 7.31 - 9.07 |
| Horno de aire caliente | 10.45 - 12.03 | 9.11 - 10.34 | 5.42 - 6.58 |

La liofilización se destacó como la técnica más efectiva para conservar los compuestos bioactivos debido a sus condiciones de bajas temperaturas y vacío, que minimizan la oxidación y degradación térmica de los compuestos bioactivos (16), (17). Esto refuerza su aplicabilidad para preservar la funcionalidad antioxidante de los frutos inmaduros, alineándose con hallazgos similares en cítricos como *Citrus grandis* y *Citrus sinensis* (17), (12).

En cambio, el secado en horno, aunque más económico y factible a escala industrial, mostró una reducción significativa en los niveles de antioxidantes debido a la exposición prolongada al calor (16), (12).

Estos resultados no solo demuestran el potencial de los residuos agrícolas como fuentes sostenibles de compuestos bioactivos, sino que también respaldan su integración en la industria nutracéutica y farmacéutica. Además, se fomenta la valorización de desechos agrícolas, contribuyendo a una economía circular y sostenible (16), (12).

DISCUSIÓN

Los resultados sobre los frutos inmaduros caídos de *Citrus reticulata* Blanco, en relación con las técnicas de secado y su contenido de compuestos bioactivos y actividad antioxidante, puede enfocarse en varios puntos clave. El análisis reveló que la liofilización fue la técnica más efectiva para conservar los flavonoides y los fenoles totales, lo que concuerda con estudios previos sobre

el impacto de diferentes métodos de secado en frutas y vegetales (18). La liofilización, al mantener temperaturas bajas y un ambiente de vacío, previene la degradación térmica y la oxidación de los compuestos bioactivos, resultando en una mayor retención de estos compuestos (18), (19).

Comparativamente, el secado por horno de aire caliente mostró una disminución significativa en la retención de antioxidantes. Este hallazgo está respaldado por investigaciones previas que indican que el calor excesivo, aplicado por tiempos prolongados como en el secado en horno, puede descomponer compuestos sensibles al calor como los flavonoides y fenoles (20), (21). Los flavonoides, como la hesperidina, se conservan mejor bajo condiciones de baja temperatura, lo que refuerza la importancia de elegir la técnica de secado adecuada para maximizar los beneficios de los compuestos bioactivos (22).

En cuanto a la actividad antioxidante medida por DPPH, ABTS y FRAP, los resultados obtenidos también favorecen la liofilización. Los valores de DPPH y ABTS fueron considerablemente más altos en las muestras liofilizadas, lo que sugiere que la capacidad antioxidante se preserva mejor bajo estas condiciones. Esto está en línea con estudios sobre otros productos vegetales, como el huacatay (*Tagetes minuta*), en los cuales la liofilización mostró una mayor retención de actividad antioxidante en comparación con el secado por túnel o atomización (23), (19).

Además, el secado por horno, aunque más económico y fácil de aplicar a escala industrial, no ofrece la misma protección frente a la pérdida de compuestos antioxidantes. Esto puede tener implicaciones significativas en la industria de alimentos y nutracéutica, donde la conservación de propiedades funcionales es esencial para asegurar la eficacia de los productos finales. La elección del método de secado no solo depende de la eficiencia económica, sino también de la capacidad para preservar los beneficios bioactivos de los alimentos procesados (20), (21).

Este análisis también pone de manifiesto el potencial de los frutos inmaduros de *Citrus reticulata Blanco* como fuente de compuestos bioactivos, apoyando su uso en aplicaciones nutracéuticas o farmacéuticas. La valorización de estos residuos agrícolas podría contribuir significativamente a la economía circular y sostenible, promoviendo el uso de desechos como recursos valiosos (22), (19). La industria alimentaria podría beneficiarse de métodos que maximicen la conservación de estos compuestos, proporcionando productos con propiedades antioxidantes superiores (23).

En conclusión, la liofilización se destaca como el método de secado más eficiente para preservar la calidad bioactiva de los frutos inmaduros de *Citrus reticulata Blanco*. Sin embargo, su implementación puede requerir mayores costos, lo que plantea un desafío en términos de escalabilidad y accesibilidad. A pesar de esto, sus ventajas en la preservación de los beneficios funcionales hacen que sea una opción viable para aplicaciones específicas en la industria de alimentos y suplementos (24), (25).

CONCLUSIONES

La liofilización es la técnica de secado más eficaz para preservar los compuestos bioactivos en los frutos inmaduros de *Citrus reticulata* Blanco, como los flavonoides (especialmente la hesperidina) y los fenoles totales, en comparación con el secado por horno de aire caliente. La liofilización, al aplicar bajas temperaturas y vacío, evita la degradación térmica de los compuestos, lo que asegura una mayor conservación de sus propiedades antioxidantes, como se observa en los ensayos DPPH, ABTS y FRAP.

Los frutos inmaduros de mandarinas caídos tienen un gran potencial como fuente sostenible de bioactivos, particularmente flavonoides y antioxidantes, lo que los hace valiosos para la industria nutracéutica y farmacéutica. La correlación positiva entre la presencia de hesperidina y la actividad antioxidante refuerza su aplicación en productos de salud, especialmente en la prevención de enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo.

La reutilización de los frutos inmaduros caídos representa una oportunidad significativa para reducir los desechos agrícolas y promover una economía circular. Este enfoque no solo contribuye a la sostenibilidad mediante el aprovechamiento de subproductos agrícolas, sino que también ofrece una fuente alternativa y económica de compuestos bioactivos para diversas industrias, reduciendo la necesidad de recursos adicionales y mejorando la eficiencia en la producción de suplementos funcionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alejandro, M.; X. Jaramillo; S. Ojeda; O. Malagón & J. Ramírez. (2013) Actividad antioxidante y antihiper glucemiante de la especie medicinal *Oreocallis grandiflora* (Lam.) R. Br., al sur del Ecuador. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas* 12(1): 59-68.
2. Herrero M, Cifuentes A, Ibañez E. Subcritical water extraction of bioactive compounds. *Trends in Food Science & Technology*. 2010;21(11):678-686. doi:10.1016/j.tifs.2010.09.004
3. Moreno, E. (2014). Contenido total de fenoles y actividad antioxidante de pulpa de seis frutas Tropicales. Departamento de Química. Universidad Nacional de Colombia.
4. Inocente, C., et al. (2014). Compuestos fenólicos, actividad antioxidante y fotoprotectora in vitro de una crema gel elaborada con extracto estabilizado de tumbo serrano (*Passiflora mollissima* HBK).
5. Sadeghpour M, et al. Recovery of bioactive compounds from citrus fruits and by-products using advanced extraction methods. *Journal of Food Science and Technology*. 2022;59(3):1060-1075. doi:10.1007/s11483-021-01742-4
6. Granado, S. (2010). Estudios de los mecanismos de acción molecular de polifenoles de la dieta en cultivos celulares y animales de experimentación. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. España.
7. Kooti W, Farahmand F, Asadi-Samani M, et al. The medicinal properties of citrus species and their applications in food industry. *Food & Bioproducts Processing*. 2016;98:53-61.

doi:10.1016/j.fbp.2015.10.008.

8. Alejandro, M.; X. Jaramillo; S. Ojeda; O. Malagón & J. Ramírez. (2013) Actividad antioxidante y antihiper glucemiante de la especie medicinal *Oreocallis grandiflora* (Lam.) R. Br., al sur del Ecuador. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas* 12(1): 59-68.
9. Rufián-Henares JA, Morales FJ. Bioactive compounds in citrus by-products and their applications. *Food Research International*. 2017;99:120-135. doi:10.1016/j.foodres.2017.07.019
10. MERCANET (Consejo Nacional de Producción, CR). (2004). Villalobos, H. Calidad Agrícola: Buenas Prácticas para el Manejo de Productos Agrícolas.
11. DICTA (Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, HN). 2004. Guerrero, JA; Fajardo, M. Información de Producción sobre Frutas y Vegetales Varios. Tegucigalpa, HN.
12. López P, Salazar O, Jiménez M, et al. Evaluación del impacto del secado térmico sobre los fenoles y la actividad antioxidante de frutas de *Citrus*. *Food Res Int*. 2019;127:108645.
13. Gurjar M, Kumar S, Mendke S. Quantification of flavonoids, phenols and antioxidant potential from dropped citrus *reticulata* Blanco fruits influenced by drying techniques. *Molecules*. 2021;26(14):4159. doi:10.3390/molecules26144159
14. Boñón C, Vejarano R, Salas F. Effect of tunnel drying, freeze-drying and spray-drying on antioxidant activity and phenolic compounds of huacatay. *Proceedings of the LACCEI International Multi-conference for Engineering, Education and Technology*. 2020. Available from: <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.223>
15. Pérez A, Rodríguez G, García L, et al. Comparación de métodos de secado para la conservación de flavonoides en frutas de cítricos. *J Agric Food Chem*. 2020;68(7):1832-1840.
16. González R, Martínez L, García C, et al. Efecto de la liofilización en los compuestos antioxidantes de los cítricos. *J Food Sci Technol*. 2021;58(9):3456-3464.
17. Pérez A, Rodríguez G, García L, et al. Comparación de métodos de secado para la conservación de flavonoides en frutas de cítricos. *J Agric Food Chem*. 2020;68(7):1832-1840.
18. Villalobos, H. Calidad Agrícola: (2004). Enfermedades transmitidas en los alimentos, Riesgos químicos, Agua: un riesgo de contaminación microbiológica en frutas y hortalizas.
19. Zoraida M, Martínez M, García S, et al. Comparative effect of drying methods on antioxidant properties of citrus. *Food Chem*. 2018;239:1226-1235.
20. Pérez A, Rodríguez G, García L, et al. Comparación de métodos de secado para la conservación de flavonoides en frutas de cítricos. *J Agric Food Chem*. 2020;68(7):1832-1840.
21. González R, Martínez L, García C, et al. Efecto de la liofilización en los compuestos antioxidantes de los cítricos. *J Food Sci Technol*. 2021;58(9):3456-3464.
22. López P, Salazar O, Jiménez M, et al. Evaluación del impacto del secado térmico sobre los fenoles y la actividad antioxidante de frutas de *Citrus*. *Food Res Int*. 2019;127:108645.
23. González R, Martínez L, García C, et al. Efecto de la liofilización en los compuestos antioxidantes de los cítricos. *J Food Sci Technol*. 2021;58(9):3456-3464.
24. Pérez A, Rodríguez G, García L, et al. Comparación de métodos de secado para la conservación de flavonoides en frutas de cítricos. *J Agric Food Chem*. 2020;68(7):1832-1840.

25. Figueira ME, Antunes M, Rocha J. Citrus by-products: Valuable source of bioactive compounds for food applications. *Antioxidants*. 2023;12(1):38. doi:10.3390/antiox12010038

POTENCIAL ANTIMICROBIANO DEL AJO: ALTERNATIVA NATURAL EN AGROINDUSTRIA FRENTE A ANTIMICROBIANOS TRADICIONALES

ANTIMICROBIAL POTENTIAL OF GARLIC: NATURAL ALTERNATIVE IN AGROINDUSTRY AGAINST TRADITIONAL ANTIMICROBIALS

David Isaías Romero Morocho¹, Elian David Ortega Checa², María Auxiliadora Cárdenas Tenorio³, Karen Lizbeth Lojan Salazar⁴

{vide.rom.barce@gmail.com¹, elianortega.03@gmail.com², mariacardenast.23@gmail.com³, karenlojan10@gmail.com⁴}

Fecha de recepción: 22/12/2024

/ Fecha de aceptación: 01/01/2025

/ Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: La creciente preocupación por la resistencia antimicrobiana y los efectos secundarios de los compuestos sintéticos ha impulsado la búsqueda de alternativas naturales. El ajo (*Allium sativum*) es conocido por sus propiedades antimicrobianas y antioxidantes, lo que lo convierte en un candidato potencial para su uso en la agroindustria. El avance en la ciencia alimentaria ha generado interés en productos naturales que garanticen la seguridad alimentaria. El ajo se destaca por sus compuestos azufrados, especialmente la alicina, que poseen propiedades antimicrobianas y antioxidantes. Su uso podría ser una alternativa viable a los conservantes sintéticos. Por lo que surge la necesidad de evaluar las propiedades antimicrobianas del ajo y su potencial uso en la agroindustria como sustituto de los antimicrobianos tradicionales. Basándose en una revisión de literatura utilizando bases de datos como ScienceDirect, PubMed, Google Académico, Redalyc y Scielo. Se seleccionaron artículos publicados entre 2018 y 2024, enfocados en las propiedades antimicrobianas del ajo y su aplicación en la agroindustria. Se analizaron 21 documentos relevantes demostrando que el ajo ha demostrado ser efectivo contra patógenos como *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. Su uso en productos cárnicos y lácteos reduce significativamente la carga microbiana sin alterar las propiedades organolépticas. Además, el aceite esencial de ajo puede utilizarse como fumigante natural en granos almacenados, evitando el crecimiento de hongos y la producción de micotoxinas. Por lo cual el ajo tiene un amplio potencial en la agroindustria, mejorando la seguridad y calidad de los alimentos de manera sostenible. Se recomienda continuar investigando las dosis óptimas y métodos de aplicación para maximizar sus beneficios.

Palabras clave: Ajo, antimicrobianos naturales, agroindustria, conservante natural

¹Investigador Independiente, <https://orcid.org/0009-0008-8658-6044>.

²Investigador Independiente, <https://orcid.org/0009-0002-4512-1706>.

³Investigador Independiente, <https://orcid.org/0009-0005-8125-3695>.

⁴Investigador Independiente, <https://orcid.org/0009-0005-1265-9552>.

ABSTRACT: Growing concern about antimicrobial resistance and the side effects of synthetic compounds has driven the search for natural alternatives. Garlic (*Allium sativum*) is known for its antimicrobial and antioxidant properties, making it a potential candidate for use in the agro-industry. Advances in food science have generated interest in natural products that ensure food safety. Garlic stands out for its sulfur compounds, especially allicin, which have antimicrobial and antioxidant properties. Its use could be a viable alternative to synthetic preservatives. Therefore, there is a need to evaluate the antimicrobial properties of garlic and its potential use in the agro-industry as a substitute for traditional antimicrobials. Based on a literature review using databases such as ScienceDirect, PubMed, Google Scholar, Redalyc, and Scielo. Articles published between 2018 and 2024 were selected, focusing on the antimicrobial properties of garlic and its application in the agro-industry. A total of 21 relevant documents were analyzed, demonstrating that garlic has proven to be effective against pathogens such as *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. Its use in meat and dairy products significantly reduces microbial load without altering organoleptic properties. Additionally, garlic essential oil can be used as a natural fumigant in stored grains, preventing the growth of fungi and mycotoxin production. Therefore, garlic has broad potential in the agro-industry, improving food safety and quality sustainably. It is recommended to continue researching optimal doses and application methods to maximize its benefits.

Keywords: *garlic, natural antimicrobials, agribusiness, natural preservative*

INTRODUCCIÓN

El avance de la ciencia de los alimentos y la nutrición, junto con la introducción de formulaciones diversas e innovadoras, ha captado el interés de los consumidores en elegir alimentos saludables y funcionales sin aditivos ilegales, garantizar la seguridad alimentaria es un principio fundamental en la producción de alimentos, ya que impacta directamente en la salud del consumidor. Por lo tanto, las autoridades de seguridad alimentaria deben supervisar rigurosamente las medidas de seguridad alimentaria.

Los antimicrobianos naturales que se obtienen ya sea de plantas, hongos, algas y productos animales recientemente han generado un mayor interés, ya que una de las ventajas de estas alternativas naturales es su ayuda para abordar los cada vez más notorios problemas de resistencia antimicrobiana y a su vez reducen los efectos secundarios que se asocian a los compuestos sintéticos tradicionales (1).

Si bien este interés por los antimicrobianos naturales es reciente (2) nos resalta y señalan que, desde la antigüedad ha existido la curiosidad por incluir plantas aromáticas como fuente natural de antioxidante en los alimentos, por su beneficio a la salud o como método preventivo a enfermedades. Por esto se ha llevado a cabo estudios sobre la efectividad de estos productos naturales como aditivos, dentro de estos productos se encuentra el ajo, ya que ha demostrado contener compuestos bioactivos con propiedades antimicrobianas y antioxidantes, razones por las cuales se le considera alimento funcional, en su estado fresco el ajo posee varios

componentes, especialmente es alto en compuestos azufrados por lo tanto su factibilidad en sus uso como conservante alimenticio, al inhibir el crecimiento de microorganismos y evitar la formación de radicales libres (3).

El ajo y sus propiedades antimicrobianas

El ajo de nombre científico *Allium sativum*, es una planta procedente de Asia Central actualmente cultivada en todo el mundo, formada de muchas raíces superficiales, tiene hojas que envuelven a la base del tallo. Lo que se consume es la cabeza o bulbo de ajo, el mismo que está cubierto por muchas hojas. Cada bulbo puede llegar a contener entre seis y quince dientes. Dentro de sus principales características se encuentra su peculiar olor, mismo que es generado cuando el ajo es cortado, mordido, macerado o cocido, debido a la unión de dos sustancias: la aliína y la alinasa, para generar la alicina. La aliína es una molécula inodora que se presenta en muy baja concentración, pero cuando se pone en contacto con la alinasa se produce alicina, la cual es la que contribuye en gran medida al olor del ajo, además de esta sustancia también intervienen otros compuestos como el disulfuro de dipropilo y el disulfuro de dialilo, los cuales forman parte de los principales componentes bioactivos del ajo, pero no son los únicos además contiene aminoácidos, minerales y vitaminas (4).

También (5) en su investigación nos menciona que el ajo es una planta comúnmente utilizada como agente saborizante y condimento en los alimentos. El ajo (*Allium sativum*) pertenece a la familia de las liliáceas, junto con la cebolla, el puerro y el tulipán. Es probablemente el alimento con potencial antimicrobiano más consumido. Las propiedades medicinales del ajo han sido estudiadas desde hace siglos. Sin embargo, no fue hasta los años cuarenta que apareció evidencia científica de sus propiedades antimicrobianas: Cavallito y Bailey, en 1994, fueron los primeros en aislar el componente antimicrobiano del ajo a partir de bulbos frescos, utilizando destilación por arrastre con vapor. Identificaron al compuesto obtenido como alicina o ácido dialiltiosulfónico.

Este compuesto se describe como un aceite altamente aromático e incoloro, responsable del olor característico del ajo y la cebolla. En concentraciones de 1:85,000 en pruebas de laboratorio, la alicina se muestra como un bactericida de amplio espectro para microorganismos Gram positivos y Gram negativos, en los tejidos frescos de ajo se encuentra la aliína (S-alil-L-cisteína-S-óxido), que mediante hidrólisis se convierte en alicina, piruvato y amonio. El mecanismo de la actividad antimicrobiana del ajo se basa en la inhibición de la actividad de enzimas como la fosfatasa alcalina, invertasa, ureasa y papaína, así como de enzimas sulfhídricas. La alicina inhibe la actividad de las enzimas sulfhídricas debido a la presencia de grupos químicos S-O-S.

Se ha observado que algunos extractos de ajo son capaces de inhibir el crecimiento de algunas bacterias, hongos y hasta tener propiedades antivirales. Como se ha mencionado las propiedades del ajo se han identificado y relacionado con la alicina del ajo como el agente activo de este resultado. Dentro de cómo actúa el ajo para el efecto antimicrobiano (6) detalla que el mecanismo por el cual el extracto de ajo actúa es alterando el perfil lipídico de las membranas celulares esto porque se considera que la alicina tiene actividad antimicrobiana al modificar la

biosíntesis de los lípidos y la síntesis del RNA de los microorganismos, reduciendo su perfil lipídico. Este compuesto activo reacciona rápidamente con grupos tiol libres, por lo que se cree que el principal mecanismo antimicrobiano se produce a través de la interacción de la alicina con enzimas que contienen grupostiol, como proteasas y alcohol deshidrogenasas.

Cabe recalcar que el ajo se lo puede utilizar en diferentes presentaciones o productos como lo son el aceite esencial de ajo, ajo fresco, jugo de ajo, extracto de ajo y ajo deshidratado tal como nos indica la investigación de (7).

Los chinos y egipcios ya lo utilizaban: alimentaban con ajo a los esclavos que construían las pirámides ya que pensaban que les aportaba energía, además de utilizarlo en el proceso de momificación y como moneda. El ajo se recomienda para tratar infecciones, tumores, parásitos gastrointestinales, enfermedades cardiovasculares, dolores de cabeza y mordeduras. Dentro del género *Allium*, como lo recalcan los anteriores autores citados el ajo es el que contiene la mayor concentración de compuestos azufrados, lo que le confiere una actividad antimicrobiana muy potente. Los glucósidos y aminoácidos, en especial la arginina, también tienen un impacto.

significativo en la actividad antimicrobiana, al igual que el selenio, germanio, telurio y trazas de otros minerales. El ajo posee un contenido de agua de alrededor del 65%, y la mayor parte del peso seco está compuesto por fructooligosacáridos, seguidos de compuestos de azufre, proteínas, fibra y aminoácidos libres. La alicina inhibe a más de 300 bacterias, tanto Gram positivas como Gram negativas, tales como *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus sphaericus*, *Bacillus polymyxa*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhi* y *Salmonella paratyphi*. La concentración mínima inhibitoria (CMI) es la menor concentración de antibiótico capaz de inhibir el crecimiento de 10^5 bacterias en 1 mL de medio de cultivo, tras 18 a 24 horas de incubación. Debido a que el ajo mostró resultados positivos en la inhibición bacteriana, se calculan las cantidades necesarias para obtener un efecto inhibitorio sobre las bacterias (6).

Potencial uso de las propiedades antimicrobianas del ajo en la agroindustria

Dentro de la agroindustria el uso del ajo se emplea principalmente en su apartado alimentario que es donde se requiere el uso de los conservantes que va desde la producción de la materia prima ya sea para garantizar que la misma sea segura para el consumidor y sea menos propensa a alteraciones biológicas, o también el incumplimiento del tiempo de retiro de antibióticos en caso de la materia prima animal o mal uso de fungicidas, bactericidas, viricidas en el caso de las materias primas vegetales.

También a nivel producción y almacenamiento se usan antimicrobianos como aditivos en formulaciones de un sinnúmero de alimentos dentro de los cuales en la mayoría estos antimicrobianos son de origen químico. Mediante investigaciones y proyectos en los cuales se evalúan las propiedades conservantes y antimicrobianas del ajo en los diferentes eslabones de la cadena de producción agroindustrial específicamente en su apartado alimentario se ha evaluado por ejemplo el proyecto realizado por (8) en el que se analiza el efecto del extracto de

ajo en el control de los tres principales agentes infecciosos de la mastitis bovina en el que se usan varias concentraciones de extracto de ajo para evaluar su efectividad antibiótica contra las principales cepas que provocan la infección que si bien este es un problema relacionado con la zootecnia, dentro de la agroindustria tiene una gran importancia ya que la mastitis bovina representa un problema de calidad de las materias primas de la industria láctea.

O en la investigación de (9) en la que se emplea extracto de ajo para evaluar la inhibición *in vitro* de *Vibrio parahaemolyticus* mismo que es causante de la necrosis aguda del hepatopáncreas enfermedad que representa grandes pérdidas en la industria camaronera mundial y así evitar o disminuir la utilización de metabisulfitos que genera resistencia microbiana, de igual manera esta investigación es de mucha importancia para la agroindustria dentro del área camaronera, actualmente en Ecuador este sector ha tomado una marcada relevancia y si existe una manera de mejorarla se la tomará en cuenta.

Asimismo, se encuentran otros ejemplos como los de (10) y (11) que se centran en el efecto del extracto y aceite esencial de ajo como agentes conservante en carne de hamburguesa vacuna misma que es un producto de la industria cárnica que también representa una área de conocimiento de la agroindustria, o la investigación de (12) que evalúa el uso de aceite esencial de ajo en la bioconservación de carne de cuy, carne poco común en la industria cárnica, en el estudio de (13) también realizaron las propiedades antimicrobianas del extracto de cebolla y ajo en carnes de res y pollo.

Dentro del área vegetal de la agroindustria también encontramos aplicaciones del ajo como antimicrobiano como lo indica (14) donde se evalúa el uso de aceite esencial de ajo como agente fungicida y antimicótico en maíz almacenado, buscando así dar solución a una gran problemática presente en la industria de los cereales estudiada de igual manera por la agroindustria; así mismo un estudio del 2024 (15) evaluó el cambio de las comunidades microbianas y perfiles de metabolitos al usar diferentes tipos de ajo como ingrediente en la fermentación de kimchi, la adición de ajo afectó directamente el perfil de sabor del kimchi.

El uso del ajo se extiende incluso a la industria de la alimentación animal que también presenta problemas con el uso e inclusión de antibióticos como promotores del crecimiento en los piensos para rumiantes lo que puede llevar a la resistencia bacteriana y a la presencia de residuos de antibióticos en los productos derivados de estos animales. Por lo tanto, existe una gran preocupación pública por los residuos de antibióticos en los productos de rumiantes y la amenaza que representan para la salud humana. Como consecuencia, la incorporación de plantas y sus derivados en los alimentos para rumiantes, como una alternativa a los antibióticos, ha ganado considerable atención en los últimos tiempos.

El ajo y sus derivados, ricos en compuestos organosulfurados, han sido ampliamente utilizados como aditivos naturales en la producción animal. La revisión recoge conocimientos recientes sobre la adición de productos de ajo (en polvo, piel, aceite, hojas y extractos) en las dietas de rumiantes. Evaluando los productos de ajo en términos de su composición química, compuestos bioactivos y sus efectos sobre el ecosistema ruminal, el estado antioxidante, la respuesta inmunitaria, las infecciones parasitarias, el rendimiento del crecimiento y la calidad de los

productos de rumiantes. Con el objetivo de promover el crecimiento y la salud de los rumiantes, reducir las emisiones de metano y mejorar la calidad de los productos derivados. Los extractos de ajo tienen el potencial de controlar las infecciones parasitarias disminuyendo el recuento de huevos en las heces. El ajo en polvo, el aceite y la alicina pueden reducir las emisiones de metano de los rumiantes. Los compuestos del ajo pueden inhibir la síntesis de lípidos de membrana de las arqueas, influyendo así en la población de arqueas metanogénicas y reduciendo las emisiones de metano.

Algunos productos de ajo también pueden aumentar la ganancia diaria promedio (piel de ajo, extracto acuoso y hoja) y mejorar la eficiencia de conversión alimenticia (piel y hoja de ajo) en rumiantes. El ensilaje de tallos de ajo para alimentar a ovejas puede mejorar el valor nutricional del cordero al incrementar las concentraciones de ácidos linoleico y linolénico, así como de aminoácidos esenciales. Las ovejas alimentadas con dietas que contienen ajo en polvo o aceite pueden producir leche con mayores concentraciones de ácidos linoleicos conjugados y ácidos grasos n-3, lo cual es beneficioso para la salud de los consumidores debido al reconocido impacto positivo de los ácidos grasos poliinsaturados n-3 y los ácidos linoleicos conjugados en la salud cardiovascular humana, mejorando la agregación plaquetaria, la vasodilatación y la tendencia trombótica (16).

Dentro de la industria aceitera se encuentran estudios como el de (17) cuyo objetivo fue describir la calidad de los aceites de oliva Empeltre aromatizados con romero y ajo en diferentes concentraciones y métodos (maceración y coprocesamiento durante la malaxación). De igual manera dentro de la producción agrícola en el desarrollo de biopesticidas investigaciones como la realizada por (18) indica que se ha descubierto recientemente que los extractos acuosos de ajo (AGE) y el disulfuro de dialilo (DADS), un aleloquímico del ajo, tienen propiedades bioactivas que pueden estimular el crecimiento y desarrollo de las plantas, así como modificar la fisiología relacionada con la defensa. Planteándose como objetivo realizar un bioensayo para investigar estos compuestos como posibles bioestimulantes para la defensa contra *Verticillium dahliae* en plántulas de berenjena.

Una vez dada una visión sobre el tema, el presente artículo surge para buscar, recopilar y organizar toda la información posible mediante la búsqueda exhaustiva de literatura actualizada que documente tanto las propiedades antimicrobianas del ajo y el potencial uso que este tiene y puede llegar a tener para sustituir a los antimicrobianos tradicionales que se usan en la agroindustria y así ofrecer una alternativa biológica y saludable dentro de algunas de las distintas áreas que componen la agroindustria.

MATERIALES Y MÉTODOS

El despliegue y enfoque metodológico mediante el cual se va a desarrollar este artículo encuadra en el enfoque de investigación cualitativa iniciando desde el mismo instante en que se introduce y plantea la temática a desarrollarse, ya que desde esa instancia se da inicio a la filtración y registro de las referencias documentales, constanding de diferentes orígenes y niveles, que permitan construir las argumentaciones e exégesis tomando como eje central las

propiedades antimicrobianas del ajo (*Allium sativum*) y su potencial uso en la agroindustria como sustituto de antimicrobianos tradicionales.

El estudio comprendió algunos pasos o fases, que se incorporan o complementan. En una búsqueda de indagación inicial se identificaron documentos publicados en bases de datos digitales, de carácter multi y transdisciplinarios como son ScienceDirect, PubMed, Google Académico, Redalyc y Scielo, además de algunos repositorios de universidades en Latinoamérica y otras partes del mundo. La búsqueda documental en los diferentes motores de búsqueda se realizó, partiendo de la búsqueda mediante palabras claves, como: ajo; antimicrobiano; agroindustria; conservantes naturales; antibióticos; propiedades del ajo; industria alimentaria. Ya realizada la búsqueda inicial, se procedió a seleccionar la documentación más adecuada enfocando los criterios de “pertinencia temática” y “actualidad”.

Estos criterios indican que se tomaron aquellos productos intelectuales, ya sean artículos, tesis, investigaciones académicas, que se ubican, temporalmente entre el 2018 y el 2024 (eventualmente, se incluyeron una del 2017 y uno del 2011 hasta el momento) y; los textos que tocando directamente los temas expresados en palabras claves. El proceso de selección de estudios se desarrolló en tres etapas: identificación, cribado y elegibilidad. En la etapa de identificación, se recopiló un conjunto inicial de artículos a partir de las búsquedas en las bases de datos mencionadas. Luego, se realizó un cribado de títulos y resúmenes para determinar la relevancia de los estudios con respecto a los objetivos de la revisión. En la etapa de elegibilidad, se llevó a cabo una revisión completa de los textos completos de los artículos seleccionados para confirmar su pertinencia y calidad metodológica.

Los resultados se presentaron de manera descriptiva, organizados en secciones temáticas que abordan los objetivos principales de la revisión. Se realizó una comparación crítica de los hallazgos y se discutieron las implicaciones prácticas y teóricas de los mismos. De manera general, sin hacer una separación por base de datos o los criterios de escogimiento se analizaron 23 documentos, entre artículos científicos como investigaciones académicas, varios generados en inglés, pero la gran mayoría en español, mismo análisis se observa en el citado general del artículo y las referencias que se detallan al final. Para finalizar esta sección de la metodología en la que se basó la realización de este artículo, se presenta en la tabla 1, un resumen de la cantidad de documentos encontrados por base de datos, así como la cantidad seleccionada por los criterios ya señalados.

Tabla 1. Cantidad de documentos ubicados y seleccionados.

| | |
|-----------------------|--|
| Bases de datos | <ul style="list-style-type: none">● Google Académico● Redalyc● Scielo● PubMed |
|-----------------------|--|

| | |
|---|--|
| Palabras claves | <ul style="list-style-type: none"> ● ajo ● antimicrobiano ● agroindustria ● conservantes naturales ● propiedades del ajo ● industria alimentaria ● antibióticos |
| Criterios de selección | <ul style="list-style-type: none"> ● pertinencia temática ● actualidad |
| Cantidad de Documentos encontrados en total | 32 |
| Cantidad de documentos seleccionados según criterios de búsqueda y enfoque de la investigación | 21 |

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de esta investigación se han desarrollado a lo largo de la misma, en esta sección se presenta un compendio considerando, considerando la paráfrasis general de la literatura. Como se introdujo en la información previa el ajo (*Allium sativum*) por sus tantas propiedades es el más estudiado principalmente en el área farmacéutica. Destacando sus componentes azulfurados donde el principal de ellos es el sulfóxido de alilo, la alicina cuya característica es antibiótica idónea para la inhibición del desarrollo de gérmenes patógenos sobre todo en agentes como *E. coli* y *Staphylococcus aureus* como lo resalta (19).

Por lo que se han desarrollado un sinnúmero de estudios e investigaciones para analizar estas propiedades y comprobar su uso para inhibir el crecimiento microbiano y así llegar a sustituir a los antimicrobianos tradicionales. Dentro de los principales usos en la industria resalta el estudio en la industria cárnica ya que es una de las más afectadas por actividad microbiana principalmente de las bacteria patógenos como *Salmonella spp.*, *Escherichia coli enterotoxigénica*, *Listeria monocytogenes* y *Yersinia enterocolitica* y las más viables para el uso de ajo como antimicrobiano por la naturaleza misma de los alimentos estudios dónde se usaron extractos de ajo como el de (1) evalúa su efecto con extractos acuosos de ajo fresco y ajo negro en carne, cuyos resultados son interesantes ya que solamente el extracto de ajo fresco

presentó actividad antimicrobiana en las bacterias ensayadas en el estudio dentro de las que resaltan *E. coli*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enteritidis*, *Lactobacillus sakei* y *Carnobacterium divergens* mientras que el extracto de ajo negro no presentó inhibición bacteriana, otro resultado importante obtenido en el estudio es que se investigó con bacterias ácido lácticas que producen colores y sabores anómalos en los productos cárnicos a las cuales también inhibió el extracto de ajo fresco.

Resultados que se corroboran con lo realizado por (6) donde estudió con extractos de ajo elefante y ajo negro, pero solamente en la bacteria *E. coli* y obtuvo inhibición por parte del extracto del ajo elefante, pero igualmente el extracto del ajo negro no presentó inhibición sobre la bacteria. En la revisión de extracto de ajo al 10% realizado por (7) también se observó una inhibición sobre la *E. coli* y *Salmonella entérica*. Pero en estudios como el de (13) donde se evalúa igualmente el efecto antimicrobiano de extracto de ajo y también de cebolla en carne de res y pollo, muestra que el extracto de ajo si presentó actividades inhibitorias y bactericidas en algunos organismos patógenos como *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella typhimurium* más sin embargo no en la *E. coli* lo que nos da a entender que la actividad inhibitoria va a depender mucho del método de extracción usado y la concentración utilizada.

Otra forma de uso como antimicrobiano en la industria cárnica del ajo son los aceites esenciales y las investigaciones como la de (3) que usó un aceite con una concentración de 2,5% en carnes para hamburguesas y se determinó que después de 8 días de almacenamiento en refrigeración si bien no se inhibió el crecimiento y desarrollo de mesófilos si lo ralentizó, esto se debe a que durante la extracción del aceite esencial se puede perder algunas propiedades antimicrobianas.

En la investigación realizada por (10) estudió el crecimiento microbiano en hamburguesas de carne vacuna refrigerada añadida un combinado de aceite esencial de orégano y de ajo mismo que si presentó un efecto antimicrobiano en una concentración de 8% incluso hasta para bacterias psicrófilas, por lo que incluso se aumenta el tiempo de vida útil en 3 días. En el estudio de la actividad antimicrobiana de aceite esencial de romero y ajo en carne de hamburguesa que realizó (11) mostró que todas las muestras en las que se adicionó el aceite esencial de romero y de ajo presentaron actividad antimicrobiana en donde se evaluaron las bacterias: *S. aureus*, *Salmonella spp*, *Pseudomonas spp* y *Brochothrix thermosphacta*.

Otra combinación de los mismos aceites esenciales, pero en carne de cuy realizada por (12) donde se usó aceite esencial de ajo en concentraciones de 0.3% a 1% obtuvo una actividad antimicrobiana de mesófilos aerobios reducida específicamente en las concentraciones que van de 0.7% a 1%, inhibición de *S. aureus* a concentraciones de 0.3% y 1% para *E. coli* se observó una disminución de la carga bacteriana. Sin embargo, el estudio demostró que pasadas 72 horas el aceite esencial de ajo no puede detener el aumento de la concentración microbiana.

DISCUSIÓN: En el estudio de (20) donde se usó un aceite esencial con ajo con un rendimiento (concentración) de 0.25% a un nivel de 4% en carne de res empacada al vacío y almacenada en refrigeración evitó el crecimiento de *S. aureus* desde el día 1 hasta el día 5, igualmente se evidenció ausencia de crecimiento de *L. monocytogenes*.

En otro ámbito de la Agroindustria se encuentran usos en la industria de frutas y hortalizas dónde principalmente se encuentra el uso en varias hortalizas y sus productos como los que menciona en donde se usa la liberación controlada de aceite esencial de ajo encapsulado para proteger tomates frescos troceados, donde el aceite redujo el crecimiento microbiano, lo que prolonga su vida útil hasta cinco semanas.

Así también en el estudio dónde se evalúa el efecto de ajo pretratado en la fermentación de kimchi donde se obtuvo una reducción de *Trichocoleus caatingensis*, pero un aumento de los niveles de *L. sakei* en la segunda semana de fermentación, la abundancia relativa de *Leuconostoc mesenteroides* aumentó a partir de la semana 1 y alcanzó el >20% durante el período de fermentación tardía (en la semana 6). La dominancia inicial de *Leuconostoc spp.* en kimchi pretratado con ajo fue baja y aumentó lentamente en las últimas etapas de la fermentación. Las bacterias dominantes por tipo de kimchi también se observaron abundantemente en las comunidades microbianas de la col kimchi y el ajo, que son las materias primas del kimchi.

Dentro del ámbito de conservación en el caso de la investigación de (14) que evaluó el aceite esencial de ajo como agente antifúngico y antimicotoxinas en el maíz almacenado obteniendo resultados positivos en la eficacia antifúngica que posee el aceite esencial de ajo ya que en concentraciones de 1000 $\mu\text{L/L}$ fue capaz de disminuir el crecimiento de todas las especies en los granos de maíz almacenados, pero 100 $\mu\text{L/L}$ también presentaron un efecto significativo contra *A. parasiticus* y *F. verticillioides*, demostrando que las dosis intermedias del aceite pueden ser utilizadas en estudios posteriores. Lo que demuestra que se puede utilizar como un agente fumigante natural para evitar el crecimiento de hongos, y la consiguiente producción de micotoxinas, y el deterioro en los granos de maíz.

Sin embargo, no fue capaz de reducir directamente las micotoxinas en los cereales y puede que no mitigue el efecto de estas toxinas en la salud animal si se utiliza como aditivo para piensos. También se ha evaluado su uso en quesos como el que desarrolló (21) donde se observó que el extracto de ajo si tiene actividad inhibitoria para *Salmonella typhi* con una concentración de 3.12 $\mu\text{g/mL}$, pero para *S. aureus* y *E. coli* la mejor fue la concentración de 25 $\mu\text{g/mL}$ para las dos bacterias, en lo que menciona (7) en el uso de extracto de ajo en el queso fresco para el inoculado a 4°C.

Para los días de estudio hubo crecimiento de *Listeria monocytogenes* lo cual confirma la supervivencia de la bacteria, para el inoculado con adición de ajo para los 7 días de estudio se obtuvo una reducción considerable a través del tiempo y no se evidenció en las características organolépticas del queso trazas del extracto del ajo. Los resultados y discusiones de las investigaciones indican que el ajo y sus productos poseen un uso potencial en la agroindustria ya que en la mayoría de las fuentes se presentaron resultados positivos frente a la mayoría de patógenos y microorganismos que afectan los productos agroindustriales.

CONCLUSIONES

El ajo (*Allium sativum*) ha demostrado ser una poderosa herramienta antimicrobiana en la agroindustria. Diversos estudios han corroborado que los compuestos bioactivos presentes en el ajo, especialmente los compuestos azufrados como la alicina, poseen capacidades significativas para inhibir el crecimiento de bacterias patógenas. Investigaciones específicas han mostrado que el ajo puede inhibir eficazmente el desarrollo de patógenos como *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. Además, su uso en productos cárnicos y lácteos ha resultado en una considerable reducción de bacterias nocivas sin alterar las propiedades organolépticas de los productos, lo que sugiere que el ajo puede ser una alternativa viable a los conservantes sintéticos en la industria alimentaria.

El ajo no solo es efectivo contra bacterias patógenas, sino que también muestra potencial como agente conservante natural en la conservación de frutas y hortalizas. El uso de extractos de ajo en la conservación de estos alimentos ha demostrado reducir significativamente la carga microbiana, prolongando la vida útil y manteniendo la calidad del producto. Por ejemplo, estudios han demostrado que el aceite esencial de ajo puede ser utilizado como un fumigante natural para evitar el crecimiento de hongos y la producción de micotoxinas en granos almacenados. Esto no solo mejora la seguridad alimentaria, sino que también contribuye a la sostenibilidad al reducir la necesidad de pesticidas y conservantes sintéticos.

Las investigaciones revisadas sugieren que el ajo y sus derivados tienen un amplio rango de aplicaciones potenciales en la agroindustria. La implementación de extractos de ajo en la agroindustria no solo podría mejorar la seguridad y calidad de los alimentos, sino también ofrecer una alternativa más sostenible y ecológica frente a los conservantes tradicionales. Así, se abre un campo de investigación prometedor que podría transformar las prácticas de conservación de alimentos en el futuro. Estas conclusiones, basadas en un análisis exhaustivo de la literatura disponible, resaltan el valor del ajo como un componente clave en la mejora de la seguridad alimentaria y la sostenibilidad en la agroindustria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sierra C. Estudio del efecto inhibitor de extractos de *Allium sativum* en bacterias patógenas y alterantes de la carne. [Online].; 2022. Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/61252/TFG-M-N3101.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
2. García KB, Sanguino BAQ, Arévalo YES, Carrascal ODC, Galvis JGG. Aceite con extracto de orégano (*Origanum vulgare*) y ajo (*Allium sativum* L.) como agentes conservantes orgánicos en hamburguesa. [Online].; 2022. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Jhon-Guerrero-Galvis-2/publication/362293647_Aceite_con_extracto_de_oregano_Origanum_vulgare_y_ajo_Allium_sativum_L_como_agentes_conservantes_orgánicos_en_hamburguesa/links/62e191564246456b55eef030/Aceite-con-extracto-

3. Jiménez L. Extracción por ultrasonido de compuestos bioactivos de ajo (*Allium sativum*) para su aplicación como antioxidante natural en carne para hamburguesa. [Online].; 2023. Disponible en: <https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000837726/3/0837726.pdf>.
4. Herrera A. El ajo y los hongos, una relación fatal. [Online].; 2021. Disponible en: https://gaceta.cch.unam.mx/sites/default/files/revistas/2022-05/consciencia5_ok.pdf#page=58.
5. Rodríguez E. USO DE AGENTES ANTIMICROBIANOS NATURALES EN LA CONSERVACIÓN DE FRUTAS Y HORTALIZAS. [Online].; 2011. Disponible en: https://www.uaim.edu.mx/webraximhai/Ej-19articulosPDF/14-USO%20DE%20AGENTES%20ANTIMICROBIANOS%20%20NATURALES%20EN%20LA%20%20CONSERVACION_Elvia%20Rguez.pdf.
6. Alpizar V. ESTUDIO COMPARATIVO In vitro DE LA INHIBICIÓN BACTERIANA DEL AJO ELEFANTE (*Allium ampeloprasum* complex) Y AJO NEGRO (*Allium sativum*) SOBRE *Escherichia coli* ATCC® 25922". [Online].; 2020. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/109930/TESIS%20FINAL%20VANIA%20110320%20RCT%20COMPLETA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
7. Garzon J. USO DEL AJO Y/O SUS COMPUESTOS ACTIVOS COMO AGENTE ANTIMICROBIANO EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS. [Online].; 2018. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/21491/81754429.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
8. Chumbe P. EFECTO DEL EXTRACTO DE AJO (*Allium sativum*) EN EL CONTROL DE LOS TRES PRINCIPALES AGENTES INFECCIOSOS DE LA MASTITIS BOVINA. [Online].; 2020. Disponible en: <https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/2284/Chumbe%20Valqui%20Wuilder%20Pablo.pdf?sequence=4&isAllowed=y>.
9. Bohórquez N, Lamilla R. Inhibición in vitro del crecimiento de *Vibrio parahaemolyticus* mediante el uso de extracto de ajo y aceite esencial de orégano. [Online].; 2024. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/60854/1/T-76904%20BOHORQUEZ-LAMILLA.pdf>.
10. Castillo M. EFECTO COMBINADO DEL ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO Y EXTRACTO DE AJO, EN LA CONSERVACIÓN DE HAMBURGUESAS DE CARNE VACUNA REFRIGERADA. [Online].; 2017. Disponible en: https://tesisenfermeria.bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/8750/tesis-brom.-castillo-mara-paula-2017.pdf.
11. Olivas P. ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y ANTIMICROBIANA DE OLEORRESINA DE CHIPOTLE (*Capsicum annuum*) Y ACEITES ESENCIALES DE ROMERO (*Rosmarinus officinalis*) Y AJO (*Allium sativum*) EN CARNE DE HAMBURGUESA. [Online].; 2020. Disponible en: <http://repositorio.uach.mx/312/1/Tesis.pdf>.
12. Andree J. Actividad antimicrobiana mediante tratamiento combinado de aceite esencial de romero (*Rosmarinus officinalis* L.), ajo (*Allium sativum*) y ácido láctico para la bioconservación de carne de cuy (*Cavia porcellus*). [Online].; 2019. Disponible en: https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/2448/T030_44522797

- _T%20%20%20PORTAL%20ARBIETO%20JOSE%20MARKO%20ANDREE.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
13. Mutiat B, Olalekan S, Oyeyimka S. Antimicrobial properties of onion and garlic extracts in beef and chicken. [Online].; 2023. Disponible en: <https://pdf.sciencedirectassets.com/780605/1-s2.0-S2772753X23X00021/1-s2.0-S2772753X23003404/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEHgaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIQDFE2EZIK7ISlpqzpPkKJyr4pfSmJb8C9u41WiJ90fCAIgb05NKWrswlwvY1Je25k2L1ILOe3%2Fnd73yiCT%2BEgZ>.
 14. Karla P, Alberto G, Bittencourt F. Garlic essential oil as an antifungal and anti- mycotoxin agent in stored corn. [Online].; 2021. Disponible en: <https://pdf.sciencedirectassets.com/272383/1-s2.0-S0023643821X00084/1-s2.0-S0023643821007532/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEHkaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIEjsFuyLUy0D9MyWufgzTYIVNJQDoc3RJ24ZvD8r7XKQAIeAnhZJTfGhge61ZtbhMEJgs1DCx0OYJMhXnZ0nsY2qYI8q>.
 15. Yun-Jeong , Y-J C, J-Y L, M-J K, J-Y C, J-H Y, et al. Changes in bacterial composition and metabolite profiles during kimchi fermentation with different garlic varieties. [Online].; 2024. Disponible en: <https://pdf.sciencedirectassets.com/313379/1-s2.0-S2405844023X00152/1-s2.0-S2405844024003141/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEHkaCXVzLWVhc3QtMSJGMEQCIBSEe9N9KR1m3wYxTc9H4IYN1cnpSjVOJt%2B6p7BXTB9oAiAaKO59puAm3rWThLJy6WtMzxDijZ2skirDCU2N9oeYuS>.
 16. Ding H, Ao C, Zhang X. Potential use of garlic products in ruminant feeding: A review. [Online].; 2023. Disponible en: <https://pdf.sciencedirectassets.com/312440/1-s2.0-S2405654523X00031/1-s2.0-S2405654523000847/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEHgaCXVzLWVhc3QtMSJIMEYCIQCicXVeo%2F3jV0BiSBabQRglJcSI7S%2ByQWal%2F3jhg62xmQlhAJOEDRV3trOoEmNZqmLgWxC8Od1wYIJrD7Zfe>.
 17. Avenosa M, Sanchez A. Increasing the stability of Empeltre olive oils by aromatization with rosemary (*Rosmarinus officinalis*) and garlic (*Allium sativum*). [Online].; 2021. Disponible en: <https://pdf.sciencedirectassets.com/282117/1-s2.0-S1878450X21X00029/1-s2.0-S1878450X21000329/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEHkaCXVzLWVhc3QtMSJGMEQCIA0W8OQmodmKYKSUvtdW3cMvv7ewvQ2yDSRYT0eziCXvAiA0I9M%2FSyH5WSoyHS5FCobMUHv0z9CnaLNVWHKh0fs2wC>.
 18. Ali M, Ahmad H, Hayat S, MI G, Amin B, Atif M, et al. Application of garlic allelochemicals improves growth and induces defense responses in eggplant (*Solanum melongena*) against *Verticillium dahliae*. [Online].; 2021. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147651321002438>.
 19. Monroy E. ELABORACIÓN DE UNA BIOPELÍCULA ACTIVA COMESTIBLE CON CAPACIDAD ANTIMICROBIANA QUE AUMENTE LA VIDA DE ANAQUEL EN PESCADO FRESCO A PARTIR DE COLÁGENO. [Online].; 2019. Disponible en: [http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/104910/tesis%20%20DIEGO%](http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/104910/tesis%20%20DIEGO%20)

20ERNESTO%28sin%20datos%20sensibles%29.pdf?sequence=3&isAllowed=y.

20. Carhuallanqui A. Evaluación del efecto combinado bactericida del aceite esencial del ajo (*Allium sativum*) y orégano (*Origanum vulgare*) sobre *Listeria monocytogenes* ATCC) y *Staphylococcus aureus* (ATCC) en carne de res empacada al vacío y almacenada en refrigeración (4°C). [Online].; 2020. Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/bf8547b2-209b-416a-a299-dfcec487e623/content>.
21. Velázquez C. Efecto de la adición de nanopartículas de óxido de hierro funcionalizadas con extracto de ajo sobre la vida de anaquel de un queso panela.[Online].; 2023. Disponible en: <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/jspui/bitstream/231104/3417/1/ATD70.pdf>.

CARACTERIZACIÓN DE LOS COMPUESTOS BIOACTIVOS EN EL MUCÍLAGO DE CACAO Y SUS USOS

CHARACTERIZATION OF BIOACTIVE COMPOUNDS IN COCOA MUCILAGE AND THEIR USES

Stuard Nelson Montoya Vizuite¹, Jaime Andres Camino Valdez², Luis Alberto Toala Murillo³, Remilton Augustín Ramírez Reyes⁴, Frella Soraya García Larreta⁵

{stuamontoya@gmail.com¹, jcamino_87@hotmail.es², luis.toalam@ug.edu.ec³, remilton.ramirez@ug.edu.ec⁴, soraya.garcia@ug.edu.ec⁵}

Fecha de recepción: 26/12/2024 /

Fecha de aceptación: 26/12/2024 /

Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: El cacao (*Theobroma cacao*) es ampliamente valorado por sus propiedades nutricionales, físicas y químicas, siendo esencial en diversas industrias. Este estudio revisa la pulpa de cacao, un subproducto a menudo desechado, pero rico en componentes nutritivos y bioactivos. La pulpa de cacao contiene principalmente agua (82-87%), azúcares (10-15%), ácidos cítricos (1-3%) y pectina (1-1.5%), con variaciones según el cultivo y la madurez del fruto. Investigaciones recientes destacan la potencialidad de la pulpa de cacao para diversos usos debido a su contenido en polifenoles, antioxidantes y compuestos bioactivos como catequinas, epicatequinas y procianidinas. Los estudios indican que estos compuestos poseen capacidades antioxidantes, inactivan radicales libres y podrían prevenir enfermedades degenerativas, cáncer y cardiovasculares. La metodología de esta revisión se basa en una exhaustiva búsqueda bibliográfica en bases de datos reconocidas, cubriendo literatura desde 2012 hasta la actualidad. La evidencia recopilada confirma que la pulpa de cacao es un recurso valioso no solo por su contenido nutritivo, sino también por su potencial uso en la industria alimentaria y farmacéutica. Se concluye que, dada la riqueza en compuestos bioactivos del mucílago de cacao, es imperativo seguir investigando su viabilidad y aplicaciones industriales, promoviendo así un uso sostenible de este subproducto agrícola.

Palabras clave: *Cacao, Theobroma cacao, Pulpa de cacao, Mucílago de cacao, Subproducto del cacao, Composición de la pulpa de cacao*

ABSTRACT: Cacao (*Theobroma cacao*) is globally valued for its nutritional, physical, and chemical properties, playing a crucial role in various industries. This study reviews the often discarded cacao pulp, which is rich in nutrients and bioactive compounds. Cacao pulp primarily contains water (82-87%), sugars (10-15%), citric acids (1-3%), and pectin (1-1.5%), with variations depending on cultivation and fruit maturity. Recent research highlights the potential

¹Universidad de Guayaquil, Guayaquil-Ecuador, <https://orcid.org/0000-0002-8760-6296>.

²Universidad de Guayaquil, Guayaquil-Ecuador, <https://orcid.org/0000-0002-7699-2670>.

³Universidad de Guayaquil, Guayaquil-Ecuador, <https://orcid.org/0009-0003-5014-4985>.

⁴Universidad de Guayaquil, Guayaquil-Ecuador, <https://orcid.org/0000-0003-3944-6539>.

⁵Universidad de Guayaquil, Guayaquil-Ecuador, <https://orcid.org/0000-0002-5893-5939>.

of cacao pulp due to its polyphenols, antioxidants, and bioactive compounds such as catechins, epicatechins, and procyanidins. These compounds exhibit antioxidant properties, inactivate free radicals, and may prevent degenerative diseases, cancer, and cardiovascular conditions. The methodology of this review is based on an exhaustive bibliographic search in recognized databases, covering literature from 2012 to the present. The collected evidence confirms that cacao pulp is a valuable resource not only for its nutritional content but also for its potential applications in the food and pharmaceutical industries. It is concluded that given the richness of bioactive compounds in cacao mucilage, further research is imperative to investigate its viability and industrial applications, promoting sustainable use of this agricultural byproduct.

Keywords: *Cacao, Theobroma cacao, Cacao Pulp, Cacao mucilage, Cacao by-product, Composition of cacao pulp*

INTRODUCCIÓN

El cacao es reconocido mundialmente por sus excelentes propiedades nutricionales, físicas y químicas, que lo hacen útil en diversas industrias. El nombre científico del cacao, *Theobroma cacao*, proviene del griego y significa árbol de cacao o cacaotero (1). El fruto del cacao se distingue por su forma de baya ovoide, con una longitud de aproximadamente 30 cm, un diámetro de 10 cm y un peso que oscila entre 200 y 1000 gramos. Dentro del fruto, se encuentran entre 20 y 40 semillas, cada una cubierta por una pulpa mucilaginoso, lo que da al cacao fresco o recién extraído el nombre de cacao en baba (2).

La pulpa de cacao, una capa mucilaginoso blanca y dulce que rodea las semillas del fruto, a menudo es vista como un subproducto de la industria del cacao, sin recibir el reconocimiento adecuado a pesar de sus numerosas propiedades beneficiosas. Este material contiene diversos componentes físicos, químicos, enzimáticos y nutricionales que no se encuentran en muchas otras materias primas utilizadas en la industria alimentaria (3). La composición de la pulpa varía según el tipo de cultivo, el grado de madurez y la región de cultivo, pero generalmente está compuesta por agua (82-87%), azúcares (10-15%), ácidos cítricos (1-3%) y pectina (1-1.5%).

A pesar de ser considerado un residuo postcosecha del procesamiento del grano de cacao, la pulpa de cacao, después de la fermentación, se desecha como un líquido (4). Sin embargo, investigaciones como la de (5) sobre la variedad CNN-51 han demostrado que el mucílago de cacao es un recurso valioso y saludable para la alimentación diaria, con una composición de humedad del 77,34%, cenizas 2,91%, 0,36% de extracto etéreo, 5,41% de proteína, 8,22% de fibra, 62,95% de azúcares totales y 11,98% de azúcares reductores.

El interés en los subproductos agrícolas, como los de frutas y hortalizas, ha aumentado debido a sus implicaciones ambientales. Por ello, los científicos sugieren su uso como ingredientes alimenticios o en otras aplicaciones, añadiéndoles valor. En esta línea, es crucial investigar parámetros que permitan determinar la viabilidad de su uso. El objetivo fue cuantificar los

polifenoles totales y la capacidad antioxidante en la piel, cáscara, pulpa y semilla de la mazorca de cacao (6). Los antioxidantes naturales presentes en estos compuestos pueden inactivar los radicales libres del proceso de oxidación del organismo, previniendo enfermedades degenerativas, varios tipos de cáncer y enfermedades cardiovasculares (7).

El propósito de este artículo de revisión es analizar la actividad de los compuestos bioactivos del mucílago de cacao, considerando sus diferentes características y beneficios. Se busca recopilar la evidencia científica disponible y examinar resultados confiables.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología empleada en esta revisión se basó en una búsqueda exhaustiva de la literatura existente, incluyendo artículos, libros y tesis que han sido publicadas desde 2012 hasta el presente. Este proceso meticuloso de recopilación de información se llevó a cabo con el objetivo de garantizar la inclusión de todas las investigaciones relevantes y actualizadas sobre el tema en cuestión.

Para llevar a cabo esta revisión exhaustiva, se utilizaron una variedad de motores de búsqueda y bases de datos reconocidos en el ámbito académico y científico. Entre estos, se incluyeron Scopus, Web of Science, SciELO, PubMed, Google Académico y ResearchGate. Estas plataformas fueron seleccionadas debido a su amplia cobertura y la alta calidad de las fuentes que indexan. Cada una de estas bases de datos ofrece acceso a una vasta cantidad de publicaciones científicas, lo que permite a los investigadores obtener una visión comprensiva y detallada del estado actual del conocimiento en su campo de estudio.

La búsqueda bibliográfica se realizó de manera sistemática y organizada. Inicialmente, se establecieron una serie de términos de búsqueda específicos para garantizar la relevancia y precisión de los resultados obtenidos. Entre estos términos se incluyeron "compuestos bioactivos cacao" y "mucílago de cacao bioactivo," así como otros términos clave como "catequina," "epicatequina," y "procianidinas mucílago cacao." Estos términos fueron seleccionados debido a su pertinencia y frecuencia en la literatura relacionada con el cacao y sus subproductos.

La estrategia de búsqueda se implementó tanto de manera individual como colectiva. En la búsqueda individual, cada término fue utilizado por separado para identificar artículos y fuentes que trataran específicamente sobre ese aspecto particular del tema. En la búsqueda colectiva, se combinaron varios términos para obtener resultados más amplios y variados, lo que permitió una cobertura más completa de la literatura disponible. Esta combinación de enfoques aseguró que no se pasara por alto ninguna fuente relevante y que se incluyeran todas las perspectivas posibles sobre el tema.

El proceso de selección de fuentes fue riguroso y cuidadoso. Se revisaron los resúmenes y, cuando fue necesario, el texto completo de los artículos, para determinar su relevancia y calidad.

Solo se incluyeron en la revisión aquellos estudios que cumplieran con criterios específicos de validez científica y pertinencia al tema de los compuestos bioactivos del cacao y su mucílago. Este enfoque garantizó que la revisión se basara en evidencia sólida y confiable.

Además de la búsqueda en bases de datos, se consultaron otras fuentes como bibliotecas universitarias y repositorios institucionales, donde se pudieron encontrar tesis y disertaciones que no siempre están disponibles en bases de datos comerciales. Estas fuentes adicionales enriquecieron la revisión al incluir investigaciones originales y estudios detallados que a menudo proporcionan datos y perspectivas únicas.

En resumen, la metodología de esta revisión se caracterizó por su exhaustividad y rigor. Al utilizar una amplia variedad de motores de búsqueda y bases de datos, y al aplicar una estrategia de búsqueda tanto individual como colectiva con términos específicos, se logró compilar una colección comprensiva de la literatura relevante sobre los compuestos bioactivos del cacao y su mucílago. Este enfoque meticuloso asegura que la revisión esté basada en la mejor evidencia disponible, proporcionando una base sólida para futuras investigaciones y aplicaciones en la industria alimentaria y otros campos relacionados.

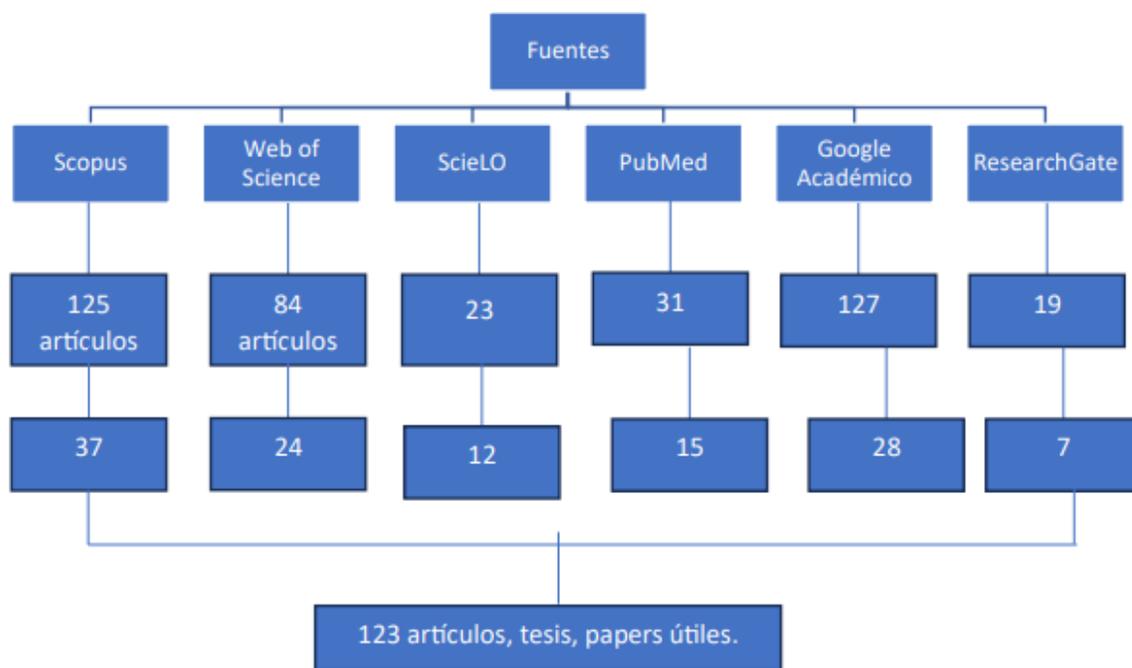


Figura 1. Selección de los documentos a utilizar.

RESULTADOS

Entre compuestos bioactivos del mucílago de cacao se obtuvo:

La revisión de la literatura ha confirmado que la pulpa de cacao es rica en azúcares y minerales,

con ausencia de alcaloides y sustancias tóxicas. Esta riqueza en azúcares y minerales otorga al mucílago de cacao un notable potencial como medio de cultivo para microorganismos industriales. El cacao destaca como una fuente natural significativa de compuestos fenólicos, superando incluso al té y al vino tinto. Este aspecto ha suscitado un interés creciente en la investigación de sus fitoquímicos y su potencial de utilización.

Los estudios han indicado que, a pesar de sus beneficios, la pulpa de cacao contiene niveles bajos de algunas vitaminas. La vitamina C y niacina están presentes en concentraciones relativamente más altas, mientras que otras vitaminas como la vitamina E, vitamina B12, betacaroteno y vitamina D están en niveles muy bajos, a menudo por debajo del límite de detección.

Catequina

Las catequinas, descritas como flavonoides tipo 2-fenilbenzopirano, tienen una estructura química específica que incluye dos anillos aromáticos conectados por un heterociclo oxigenado. La investigación ha revelado que las catequinas son sólidas blancas a temperatura ambiente y son solubles en solventes polares. Los análisis cromatográficos realizados han confirmado la presencia de catequina en el cacao, y su cantidad varía según el método de extracción utilizado. Los estudios han mostrado que el cacao contiene catequina en concentraciones significativas, y su presencia es fundamental para las características sensoriales del cacao, incluyendo su aroma y sabor.

Epicatequina

El análisis cromatográfico ha demostrado que la epicatequina está presente en el mucílago de cacao, con picos detectados a tiempos de retención de 22,88 min para el cacao CCN-51 y 22,2 min para el cacao Nacional. La epicatequina es el componente fenólico de mayor concentración en el cacao CCN-51, con una concentración de 6,69 mg/L. Los estudios también han indicado variaciones en el contenido de epicatequina dependiendo de la variedad de cacao y las condiciones ambientales. Los resultados sugieren que el cacao CCN-51 tiene una concentración variable de epicatequina, influenciada por factores como la región de cultivo y las condiciones de fermentación.

Procianidina

El cacao y sus subproductos tienen un alto contenido de polifenoles, especialmente flavanoles y procianidinas. Los estudios han identificado que los dímeros de procianidina, como la B2, son abundantes en el cacao y están asociados con una coloración pardo-oxidante del mucílago. La identificación y cuantificación de procianidinas, utilizando cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), han mostrado que el cacao CCN-51 de la provincia del Guayas presenta una alta concentración de procianidina B1, B2 y C1. Estos resultados sugieren una influencia significativa del entorno en la concentración de estos polifenoles, afectando así las propiedades funcionales y sensoriales del cacao.

DISCUSIÓN:

Entre compuestos bioactivos del mucílago de cacao

Según la investigación de (8), la pulpa de cacao es rica en azúcares y minerales, sin contener alcaloides ni otras sustancias tóxicas, lo cual coincide con los hallazgos de (9). El mucílago de cacao, debido a su contenido de azúcares y minerales, muestra un gran potencial para ser utilizado como un medio de cultivo para microorganismos de interés en la industria.

El cacao representa una de las mayores fuentes naturales de compuestos fenólicos en comparación con el té y el vino tinto, lo que ha llamado a más estudios para comprender su uso óptimo. Muchos estudios han informado sobre los posibles efectos beneficiosos de estos fitoquímicos (10). De acuerdo con el estudio de la FDA, los productos de pulpa de cacao contienen niveles bajos de vitaminas. La vitamina C es la que se encuentra en mayor concentración, seguida por la niacina.

Sin embargo, varias vitaminas se encontraron en cantidades muy por debajo del límite de detección, incluyendo la vitamina E (alfa, beta, delta, gamma individuales o la suma de todos los tocoferoles) con menos de 0,5 mg por cada 100 g de producto, vitamina B12 con menos de 5 µg por cada 100 g, betacaroteno con menos de 5 µg por cada 100 g y vitamina D con menos de 0,25 µg por cada 100 g.

Catequina

Según la investigación de (11), las catequinas son compuestos fenólicos clasificados como "flavonoides del tipo 2-fenilbenzopirano". Tienen una estructura carbonada C6-C3-C6, es decir, dos anillos aromáticos conectados por un heterociclo oxigenado de tres átomos de carbono, y también se denominan "flavan-3-oles" debido al grado de oxidación de su estructura. Las catequinas tienen dos carbonos quirales (C2, C3), por lo que producen un fenómeno de rotación óptica que, dependiendo de los sustituyentes que las componen, da lugar a cuatro formas ópticamente activas (dos racémicas).

Las catequinas se describen como sólidos blancos a las siguientes temperaturas: temperatura ambiente, peso molecular relativamente alto (> 250 g/mol), alto punto de fusión, fácilmente soluble en solventes polares. En la investigación realizada por (12) en el análisis cromatográfico en la detección de la catequina específicamente fue realizada a una longitud de onda de 210 nm. En el análisis de catequinas por CE se evaluaron diferentes condiciones, a saber: composición de la solución buffer, pH de esta solución, voltaje y temperatura.

Basado en el criterio de los autores (13), al determinar las características funcionales químicas del cacao, se cuantificó la catequina por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC). Cada valor obtenido es muy relevante para poder resaltar las características que hacen especial al cacao. El gran consumo mundial de productos derivados del cacao, tomando en cuenta aspectos sensoriales como su aroma y sabor, es atribuido al contenido de compuestos fenólicos, entre los cuales se destaca la catequina, específicamente por su efecto antioxidante. Además, según un estudio realizado por (14), se confirmó mediante el método de adición de estándar que el

compuesto adyacente al pico representado en la gráfica correspondiente a la cafeína era catequina con una mayor concentración.

Epicatequina

Según un estudio realizado por (15), se obtuvieron resultados sobre las epicatequinas mediante el uso de cromatogramas en donde se compararon los tiempos de retención de las muestras de mucílago de cacao. Se identificó que el mucílago de cacao de tipo CCN-51 presenta picos cromatográficos de compuestos fenólicos como la epicatequina a los 22,88 min. Por otro lado, según el cromatograma en el mucílago de cacao Nacional, se observaron picos cromatográficos de epicatequina a los 22,2 min, observando así que casi no hay mucha diferencia entre los tiempos de retención de los dos tipos de variedades de cacao. La epicatequina es el componente fenólico de mayor concentración en cacao CCN-51 con 6,69 mg/L.

Al comparar los resultados obtenidos por (16), se indica que mediante el uso de un cromatograma partiendo de una muestra de la variedad de cacao CCN-51, se identificó la presencia de epicatequina cuando el pico cromatográfico de tiempo de retención fue de 23,12 min. El contenido de epicatequina en muestras de cacao CCN-51 varía entre 2 y 16 mg/g, posiblemente debido a las condiciones ambientales ya que las muestras fueron tomadas de diferentes provincias del Ecuador, como Los Ríos, Guayas y Manabí.

(17) menciona que, de los diferentes tipos de genotipos, el ICS 60 es el que destaca en comparación con la especie CCN-51, presentando mayor contenido de fenoles, taninos, antocianinas y epicatequinas en su estado inmaduro. Esto lo corrobora (9), al identificar y cuantificar 16 compuestos fenólicos en los extractos de subproductos de cacao obtenidos por calentamiento óhmico (OH) y con el proceso convencional (CH) en condiciones optimizadas por HPLC, mencionando que su contenido y concentración fenólica suelen estar influenciados por la variedad de cacao, el grado de madurez, el procesamiento y el almacenamiento.

Para la extracción asistida por microondas (MAE), se puede considerar una alternativa a diferenciarse las técnicas de extracción convencionales, ya que mostró mayores rendimientos de extracción. Las condiciones óptimas de la extracción asistida por microondas (MAE) se determinaron como 5 min, pH 12, 97°C y S/L 0,04 g/mL, demostrando así un mejor resultado que la extracción con solvente convencional. Se obtuvieron compuestos bioactivos en subproductos de cacao a un pH 12, como proteínas (580,0 mg BSA/g), polisacáridos (370,4 mg Glu/g) y polifenoles (35,9 mg GAE/g).

Esto difiere con el estudio realizado por (18), que indica que la extracción por solventes fue la que arrojó el mayor contenido de epicatequina (97,45 mg/g), visualizando así que esta técnica ayuda a la extracción de un alto contenido de compuestos bioactivos, lo que puede deberse a los granos de cacao sin fermentar con los que se obtuvieron estos resultados.

De acuerdo a (19), mediante el método sólido-líquido de extracción supercrítica, la variación del rendimiento y contenido de flavan-3-oles (epicatequina) en frutos del clon CCN-51 en función del tiempo de contacto entre la cáscara de cacao y la mezcla de solventes CO₂-sc + etanol (matriz-FSC) presentó un aumento durante los primeros 2400 s. No se presentaron diferencias

significativas ($p < 0,05$) en sus valores de concentración, evidenciando que la transferencia de flavan-3-oles hacia la fase fluida es constante entre los 3600 y 14400 s, obteniéndose un contenido de flavan-3-oles promedio de 9,40 (+0,73) mg EEP/g EL (mg de epicatequina por gde extracto liofilizado) a través de este método de extracción supercrítica.

Procianidina

El cacao y sus subproductos, según (20), presentan un alto contenido de polifenoles, entre los que se caracterizan los flavonoides. Dentro de esta clasificación se encuentran los, flavanoles, formados por especies monoméricas como la (+)-catequina y sus formas oligoméricas como el dímero procianidina B2. Esto concuerda con lo mencionado por (21), ya que, formadas por oligómeros de catequina, son una clase de polifenoles presentes en abundancia en alimentos como el cacao, manzanas, semillas de uva y vino tinto.

(21) mencionan que el porcentaje de sustancias fenólicas va del 5 al 10% y las procianidinas brindan una oxidación de color parduzco al mucílago. Los dímeros mayoritarios son las procianidinas B2 a B6, existiendo numerosos esteroisómeros posibles, lo que dificulta su identificación y separación. Además, los autores mencionan la capacidad captadora de especies reactivas de oxígeno y nitrógeno, además de ser capaces de modular la función inmune y la activación de plaquetas.

La cuantificación e identificación de los polifenoles, entre los que se encuentran las procianidinas B1, B2 y C1, se realiza mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC). Se identificó que la muestra de mucílago de cacao (CCN-51) de la provincia del Guayas presentó mayor concentración de procianidina B1, B2 y C1, lo que determina que existe un efecto directo del ambiente en relación con la concentración

CONCLUSIONES

El mucílago de cacao, a menudo considerado un subproducto, revela un valor significativo debido a su riqueza en azúcares y minerales, sin la presencia de sustancias tóxicas. Este material tiene un potencial considerable para aplicaciones industriales, incluyendo su uso como medio de cultivo para microorganismos. El cacao, reconocido por su alto contenido de compuestos fenólicos como catequinas, epicatequinas y procianidinas, ofrece beneficios antioxidantes y contribuye a sus propiedades sensoriales.

La concentración de epicatequina y otros compuestos fenólicos varía según la variedad de cacao y las condiciones de cultivo, indicando la necesidad de optimizar estos factores para mejorar el contenido de compuestos bioactivos. Los métodos de extracción, como la extracción asistida por microondas (MAE) y la extracción por solventes, muestran diferencias en rendimiento y concentración de compuestos, lo que sugiere la importancia de elegir el método adecuado para maximizar el valor de los subproductos.

En conclusión, el mucílago de cacao tiene un gran potencial para ser utilizado en diversas aplicaciones, siempre que se optimicen las condiciones de procesamiento y extracción. Esto no solo mejorará la sostenibilidad en la industria del cacao, sino que también aumentará el valor agregado de sus subproductos

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rodríguez, A. (2013). Estudio de tres métodos para la obtención de pulpa de mesocarpio del cacao (*Theobroma cacao* variedad CCN-51). Disponible En <Http://Dspace.Udla.Edu.Ec/Bitstream/33000/710/1/UDLA-EC-TIAG-013-11.Pdf> .
2. Bravo, N., & Mingo, F. (2011). Valoración de tres métodos de fermentación y secado paramejorar la calidad y rentabilidad del cacao fino de aroma (*Theobroma cacao* L.) en la parroquia Panguitzadel Cantón Centinela del Cóndor, provincia de Zamora Chinchipe. Universidad Nacional de Loja, 244.
3. Ayala, D. V. (2020). Mucilago del cacao biomasa residual: Perspectiva como materia prima en la industria de alimentos. Trabajo de Grado Pregrado. Universidad de Pamplona – Facultad de Ingenieras y Arquitectura. Obtenido de <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/4782>
4. Endraiyani, V., Ludescher, R. D., & Karwe, r. M. (2016). Total Phenolics and Antioxidant Capacity of Cocoa Pulp: Processing and Storage Study†. *Journal of Food Processing and Preservation*. doi:<https://doi.org/10.1111/jfpp.13029>
5. Rodas, M. G. (febrero de 2021). Actividad antioxidante de la harina de mucílago de cacao (*Theobroma cacao*) para su aplicación en la agroindustria. *Revista Observatorio de la Economía Latinamericana*, 19(2), 107-123. Obtenido de <https://www.eumed.net/es/revistas/economia-latinoamericana/oel-febrero21/harinamucilago-cacao>
6. Acosta Otálvaro, E. V. (2021). Obtención de un extracto de cacao y café con alto contenido de compuestos bioactivos [Universidad Politécnica de Cartagena]. <https://doi.org/10.31428/10317/10317>
7. Sangronis, E., Soto, M., Valero Y, & Buscema I. (2014). Cascarilla de cacao venezolano comomateria prima de infusiones. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 64(2), 123 - 130. Retrieved2022, from <Http://Saber.Ucv.Ve>.
8. Soares, T. F., & Oliveira, M. B. P. P. (2022). Cocoa By-Products: Characterization of Bioactive Compounds and Beneficial Health Effects. *Molecules*, 27(5). <https://doi.org/10.3390/MOLECULES27051625>
9. Sánchez, M., Laca, A., Laca, A., & Díaz, M. (2023). Cocoa Bean Shell: A By-Product with High Potential for Nutritional and Biotechnological Applications. *Antioxidants* 2023, Vol. 12, Page 1028,12(5), 1028. <https://doi.org/10.3390/ANTIOX12051028>
10. Cortez, D., Quispe-Sanchez, L., Mestanza, M., Oliva-Cruz, M., Yoplac, I., Torres, C., &Chavez, S. G. (2023). Changes in bioactive compounds during fermentation of cocoa (*Theobroma cacao*)harvested in Amazonas-Peru. *Current Research in Food Science*, 6, 100494. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2023.100494>
11. Quispe, L. J. (2013). TEOBROMINA, CAFEÍNA Y CATEQUINAS, EN GRANOS DE. Obtenido de <https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/294/FIA210.pdf?sequenc>

- e=1&is Allowed=y
12. Chungara, M., Ortiz S, J., & Ibieta, G. (Abril de 2019). Theobromine, catechin, total antioxidant capacity and total phenolic content in representative samples of. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-54602019000100004
 13. Quintero, J. A. (2012). https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/1621/1/GilQuinteroJorgeAndres_2012_%20EstabilidadActividadAntioxidante.pdf.
 14. Silva, E. N., Ramos, D. d., Menezes, L. M., Souza, A. O., Lannes, S. C., & Silva, M. v. (2014). Nutritional
 15. Yépez, J. (2017). Caracterización del contenido de polifenoles: catequina, epicatequina y procianidinas b1, b2 y c1; en cacao ccn-51 de las principales zonas productoras del ecuador. Universidad central del ecuador
 16. Lozano, M. (2020). Utilización de los subproductos del beneficio del cacao: una revisión. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
 17. Acosta Otálvaro, E. V. (2021). Obtención de un extracto de cacao y café con alto contenido de compuestos bioactivos [Universidad Politécnica de Cartagena]. <https://doi.org/10.31428/10317/10317>
 18. Pérez, Luisa, & Pulido, N. (2014). Determinación experimental y modelamiento de los perfiles de extracción supercrítica para la obtención de compuestos bioactivos a partir de cascara de cacao (clon ccn-51). Universidad Industrial De Santander.
 19. Lujano, E., Manganiello, L., Contento, A., & Rios, Á. (2019). Identificación y cuantificación de (+) - Catequinas y Procianidinas en cacao procedente de Ocumare de la Costa, Venezuela. *INGENIERÍA UC*, Vol. 26, Núm. 2, Pp. 192-201, 2019.
 20. Torres, J. (2022). Procianidinas B: están en el chocolate o las manzanas y estos son sus beneficios para la salud. *Infolusus*.
 21. Villamar, Á., & Ortega, T. (2015). Cacao ¿Alimento y medicamento? *Farmacia Profesional*, 19, 68–73.

EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA PAPAINA EN LA CALIDAD SENSORIAL DE CARNE DE RES

EVALUATION OF THE IMPACT OF PAPAIN ON THE SENSORY QUALITY OF BEEF

Andrea Cristina Cortez Espinoza¹, Elvis Gabriel Jaramillo Ortega², Jeniffer Marcela Robalino Ortiz³

{acortez@uteq.edu.ec¹, elvizjaramillo@gmail.com², jennrobolino@outlook.com³}

Fecha de recepción: 02/12/2024 / Fecha de aceptación: 04/01/2025 / Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: La papaya (*Carica papaya*) es una fruta tropical que contiene la enzima papaína, la cual ha demostrado tener propiedades ablandadoras de la carne. Este compuesto ha despertado interés por su uso como ablandador de carne en la industria alimentaria debido a su importancia nutricional para la carne de vacuno. Este artículo de revisión se centra en el uso de la papaína como ablandador de carne y estudia sus efectos sobre la calidad de la carne. Varios estudios científicos y observaciones han demostrado que la papaína ha demostrado ser eficaz para reducir el peso de la carne y aumentar la grasa de la carne y la masa muscular. Además, los estudios han demostrado que la administración tópica, ya sea como adobo o como aplicación, no es adecuada por razones sensoriales como el sabor y la textura de la apariencia física, lo que requiere la aceptación del consumidor. Por lo tanto, la papaína exhibe un alto grado de resistencia a la tracción y mejora las propiedades adhesivas de varios biomateriales. Se ha descubierto que su uso tiene un gran potencial para mejorar la calidad de la carne sin comprometer las propiedades de la misma.

Palabras clave: *Papaína, carne ovina, ternez, características organolépticas*

ABSTRACT: Papaya (*Carica papaya*) is a tropical fruit that contains the enzyme papain, which has been shown to have meat tenderizing properties. This compound has sparked interest for use as a meat tenderizer in the food industry due to its nutritional importance for beef. This review article focuses on the use of papain as a meat tenderizer and studies its effects on meat quality. Several scientific studies and observations have shown that papain has proven effective in reducing meat weight and increasing meat fat and muscle mass. Furthermore, studies have shown that topical administration, either as a marinade or as an application, is not suitable for sensory reasons such as taste and texture of physical appearance, which requires consumer acceptance. Therefore, papain exhibits a high degree of tensile strength and improves the

¹Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0008-3241-6824>.

²Investigador Independiente, <https://orcid.org/0009-0002-8133-9331>.

³Investigador Independiente, <https://orcid.org/0000-0002-8930-4670>.

adhesive properties of various biomaterials. Its use has been found to have great potential to improve meat quality without compromising meat properties.

Keywords: *papain, sheep meat, tenderness, organoleptic characteristics*

INTRODUCCIÓN

La carne bovina es un alimento importante en la dieta de la población a nivel mundial, ya que aporta proteínas de alta calidad, vitaminas y minerales esenciales. (1) Sin embargo, uno de los principales desafíos en la industria cárnica es lograr una adecuada ternura de la carne, ya que este atributo sensorial es fundamental para la aceptación y satisfacción del consumidor. La ternura de la carne está influenciada por diversos factores, entre ellos la edad, el sexo, la raza y el manejo pre y post sacrificio del animal (2).

En la producción de carne interesa que la desaparición natural de la fase de rigor mortis sea lo más temprana posible dando paso a la siguiente fase denominada maduración, debido a que se desarrollan las características organolépticas (3). Tradicionalmente, se han utilizado diferentes técnicas para mejorar la ternura de la carne, como el envejecimiento, lamarinación, la cocción a baja temperatura y el uso de enzimas.

(4) La papaína procedente del fruto verde de la papaya se utiliza en la industria alimentaria como ablandador de carne, debido que muestra una gran actividad proteolítica hacia proteínas, péptidos, ésteres de aminoácidos y amidas esto la hace aplicable en algunos campos como en la medicina e industria alimentaria. (5), la papaína, una cisteína proteasa de 212 aminoácidos, tiene una fuerte capacidad proteolítica, hidrolizando un tablero de proteínas en pequeños péptidos y aminoácidos. (6), la papaína se usa para ablandar la proteína de la carne, especialmente de miofibrillas y tejido conectivo.

Es muy útil al soportar el calor, y es por esto por lo que su efecto ablandador se mantiene durante las primeras etapas de cocción (7) que además ha demostrado una actividad enzimática de amplio espectro en el rango de pH 5-8 y a una temperatura de 65°C, su actividad enzimática disminuye, hasta desnaturalizar a más de 85°C, (8) posee una alta termoestabilidad, 70% de actividad enzimática a 70°C, propiedad que la hace interesante como proteasa de alto espectro. Según (9) la utilización de papaína en porcentajes mayores a 20% tiene resultados favorables sobre el ablandamiento de la carne. Además, esta extracción puede durar un mínimo de seis meses en refrigeración y a una temperatura de 6°C.

Las enzimas están involucradas en diversos aspectos de la producción de alimentos. Se pueden agregar a un proceso, pero también pueden ser elaboradas por microorganismos presentes en fermentaciones, lo que da como resultado un alimento con características de composición y sensoriales deseables para su aceptación por el consumidor. (5) Las enzimas pueden actuar de mejor manera se sugiere mantenerlas en reposo por un periodo específico de tiempo, en este caso 6, 8 y 10 horas. Tiempos en que según otras investigaciones están dentro de los parámetros normales para tener un efecto ablandador eficaz (7)

Como agente ablandador de carne la papaína es capaz de hidrolizar casi cualquier proteína presente en el tejido muscular, así como en los tendones y ligamentos, lo que la convierte en un potente suavizante de la carne (5) El objetivo es realizar una revisión bibliográfica sobre el uso de la papaína como ablandador cárnico y su impacto en las características organolépticas de la carne bovina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se presenta a continuación una revisión teórica basada en la recopilación de información de artículos científicos secciones de libros, revistas, páginas web de diferentes comunidades científicas, extraídos de bibliotecas científicas electrónicas como: Scopus, ELSEVIER, Wiley, Scielo, Latindex, Redalyc y Dspace de universidades, en donde se analizará un análisis de los diferentes estudios en donde se evalúan el efecto de la papaína como ablandamiento de la carne bovina, se sintetizó y organizó la información de manera coherente y estructurada. La información relevante sobre el uso de la papaína como ablandador cárnico y su efecto en las características organolépticas de la carne bovina.

RESULTADOS

Concentración enzimática en hojas, corteza y látex de la papaya

Tabla 1. Unidades de papaína/mg presentes en las muestras de estudio.

| | Unidades/mg papaína(Promedio) |
|--------------------------|-------------------------------|
| Hoja Verde | 21.4 |
| Hoja Píntona | 1.5 |
| Hoja Madura | 0.7 |
| Látex de Fruta Verde | 3.5 |
| Corteza de Fruta Píntona | 2.1 |
| Corteza de Fruta Madura | 0.5 |

Fuente: (11)

Los resultados presentados en la Tabla 1, indican que la mayor concentración enzimática está en la hoja del fruto verde, seguido de los valores que reportan el látex del fruto verde. La menor concentración enzimática se reporta en la corteza de la fruta madura. La concentración enzimática elevada en las hojas puede ser debido a que además de la papaína, existen otro tipo de enzimas que podrían estar interactuando en el proceso de verificación de la papaína (11).

Los resultados indicaron que la aplicación de la papaína produjo una disminución significativa de la dureza de la carne, mejorando su textura y palatabilidad (13).

Efecto del pH en la actividad enzimática

(17) La papaína es fácilmente desnaturalizable, y se mantiene estable en un rango de pH entre 3,0 y 9,0. El pH óptimo de la reacción de catalizada de la papaína en Carica papaya fue 7.4.

Efecto de la papaína en el ablandamiento de la carne bovina

Diversos estudios han demostrado la eficacia de la papaína en el ablandamiento de la carne bovina. Un trabajo realizado por (18) evaluó el efecto de diferentes concentraciones de papaína (0.5%, 1% y 2%) en filetes de lomo de res. Los resultados indicaron que el uso de papaína logró reducir significativamente la dureza de la carne en comparación con el grupo control. Específicamente, la concentración de 2% de papaína fue la más efectiva, logrando disminuir la fuerza de corte en un 35% en comparación con las muestras sin tratamiento.

Como agente ablandador

Según (21) usaron el tratamiento de enzimas de papaína para ablandar carne comparando con el uso de la bromelina, proteasa de jengibre fresco. Los resultados demostraron una mayor capacidad de la papaína para mejorar la sensibilidad en la carne, observada en los cambios de textura. Según (22) se filtró el extracto y se concentró para ser aplicado sobre trozos de carne bovina corte postadurante 60s. Los resultados se logran como efecto el ablandamiento de la carne, lo que se verificó mediante el análisis de perfil de textura, TPA durante 0min, 5min y 10min.

Efecto de la papaína en las características organolépticas de la carne bovina

Además del efecto ablandador, es importante considerar el impacto que puede tener el uso de la papaína en las características organolépticas de la carne, como el color, el olor, el sabor y la textura. En cuanto al color, diversos estudios no han encontrado diferencias significativas entre las muestras tratadas con papaína y los controles.

En el estudio realizado por Naveena et al, reportaron que los parámetros de color (L^* , a^* y b^*) no se vieron afectados por la aplicación de papaína en carne de búfalo. Resultados similares fueron obtenidos por Gómez-Guillén et al, en filetes de lomo de res.

Según (24) en la Tabla 2, los resultados del proceso de análisis sensorial, los que se realizaron por medio de estadísticas no paramétricas con 10 jueces (catadores) por tratamiento. La muestra A corresponde a aquella que contiene papaína liofilizada, mientras que la muestra B corresponde a la muestra sin papaína liofilizada. Se observa que, al identificar el sabor, la muestra A gustó más a los jueces en comparación con la muestra B. Con respecto a la textura 6

de 10 jueces definieron a la muestra A como muy suave, en tanto que 2 jueces calificaron a la muestra B como dura.

En la aceptabilidad para la muestra A, 5 jueces la califican como buena, mientras que para la muestra B, 3 jueces la califican como poco desagradable. Con relación al color, todos los jueces califican a la muestra A entre bueno y muy bueno, mientras que para la muestra B, 4 jueces la califican como ni agradable ni desagradable.

Tabla 2. Resultados del análisis sensorial.

| Características | Alternativas | Muestra A | Muestra B |
|-----------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | | (con papaína liofilizada) | (sin papaína liofilizada) |
| Sabor | Muy desagradable | 0 | 0 |
| | Desagradable | 0 | 1 |
| | Ni agrada ni desagrada | 2 | 5 |
| | Bueno | 5 | 4 |
| | Muy bueno | 3 | 0 |
| | Total | 10 | 10 |
| Textura | Muy dura | 0 | 0 |
| | Dura | 0 | 2 |
| | Ni suave ni dura | 1 | 4 |
| | Suave | 3 | 4 |
| | Muy suave | 6 | 0 |
| | Total | 10 | 10 |
| Aceptabilidad | Muy desagradable | 0 | 0 |
| | Poco desagradable | 0 | 3 |
| | Ni agrada ni desagrada | 1 | 3 |
| | Bueno | 5 | 3 |
| | Muy bueno | 4 | 1 |

| | | | |
|-------|------------------------|----|----|
| | Total | 10 | 10 |
| Color | Desagradable mucho | 0 | 0 |
| | Desagradable | 0 | 0 |
| | Ni agrada ni desagrada | 0 | 4 |
| | Bueno | 5 | 6 |
| | Muy bueno | 5 | 0 |
| | Total | 10 | 10 |

(25), demostró cuando se elaboraron chuletas de cerdo ahumadas con la aplicación de papaína los resultados fueron positivos según las normas INEN 1217 de calidad se determinó que las propiedades organolépticas de los tratamientos conservan los atributos sensoriales como color, sabor, aroma, suavidad y apariencia general es muy apreciado por el consumidor.

DISCUSIÓN

Según el estudio realizado por (12) la papaína obtenida de la papaya (*Carica papaya* L.) "se usa ampliamente como ablandador de carnes, ya que tiene la capacidad de romper los enlaces peptídicos de las proteínas de la carne". (13) realizó también una investigación donde la papaína extraída de la cáscara de la papaya (*Carica papaya* L.) mediante el uso de microondas demostró ser efectiva en el ablandamiento de carne bovina.

Según (14), quienes analizaron el grado de actividad enzimática de papaína de diferentes variedades de papaya obtuvieron que *V. chachapoyensis* tuvo el promedio significativo más alto de actividad enzimática (240,97 Upe), seguido de *V. pubescens* (195,80 Upe) y *V. heilbornii* (112,45 Upe)". La papaína es una de las técnicas enzimáticas utilizadas para el ablandamiento de la carne, "reacciona y corta las proteínas de la carne, ablandándola de forma efectiva" (15), esto ya que es capaz de "hidrolizar las proteínas musculares, incluyendo el colágeno, lo que resulta en una carne más tierna" (16).

El ablandamiento de la carne Estos hallazgos son consistentes con los reportados por (19), quienes estudiaron el efecto de la papaína (0.5%, 1% y 1.5%) en la terneza de la carne de búfalo. Los investigadores encontraron que la aplicación de papaína mejoró significativamente la terneza de la carne, siendo la concentración de 1.5% la más efectiva, logrando una reducción del 42% en la fuerza de corte.

La acción ablandadora de la papaína se debe a su capacidad para degradar las proteínas estructurales de la carne, como el colágeno y la actomiosina. Estudios histológicos han demostrado que la papaína causa cambios en la morfología de las fibras musculares, generando un debilitamiento de la estructura de la carne Esto conlleva a una mayor terneza y jugosidad,

mejorando así la calidad comestible de la carne (20). Según (23) menciona que se emplean enzimas ablandadoras de origen vegetal, y la más utilizada es la papaya, que degrada diversas proteínas tisulares como el glucogeno, la elastina y miofibrillas. El látex de la papaya verde (Carica Papaya) es el que se emplea con mayor frecuencia en los ablandadores artificiales.

Con respecto al olor y sabor, la evidencia científica sugiere que el uso de papaína tampoco altera estos atributos sensoriales. Estudios de evaluación sensorial han demostrado que los panelistas no percibieron diferencias significativas en el olor y sabor entre las muestras tratadas con papaína y las no tratadas (18), (20).

CONCLUSIONES

Mediante revisión bibliográfica, se puede concluir que el uso de la papaína como ablandador cárnico puede ser efectivo para mejorar la terneza de la carne bovina. Varios estudiantes han demostrado que la aplicación de papaína ya sea por inyección, marinado o recubrimiento de la carne, ayuda a degradar las proteínas de tejido conectivo y hace que la carne sea más suave y fácil de masticar.

El uso de papaína también afecta las características organolépticas de la carne, como el color, el olor y el sabor. Algunas investigaciones han reportado que concentraciones elevadas de papaína pueden generar cambios indeseables en estos atributos sensoriales. Por lo tanto, es importante encontrar el equilibrio adecuado entre la dosis de papaína aplicada y el efecto deseado sobre la terneza, sin comprometer demasiado otras propiedades de calidad de la carne.

Finalmente se comprobó que la actividad enzimática del liofilizado de papaína mediante un panel de degustación. La carne con papaína liofilizada obtuvo valoraciones altamente positivas y superior en sabor, textura, aceptabilidad y color, en comparación con la valoración de la carne sometida a ablandador comercial.

DECLARACIÓN DE INTERÉS (OPCIONAL)

Los autores declaran en la presente investigación fueron avalados por aquellos ya realizados en otros trabajos anteriores, con esta fruta lechosa lo que significa que son confiables para este tipo de trabajo con el tema de uso de la papaína como ablandador cárnico y su efecto en las características organolépticas en carne bovina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Moreno M. "Evaluación de las propiedades del toronche (*vasconcellea stipulata*) como ablandador de carnes d. res". [Online].; 2019. Available from: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/11823/1/84T00634.pdf>.
2. Peluffo M, Monteiro M. Terneza: una característica que tener en cuenta. Vacunos de Carne.

Plan Agropecuario.

3. Callan Ochoa P, Carrera Guevara. “Elaboración de un aditivo natural mediante la extracción de enzimas del kiwi. verde (actinidia deliciosa) y de piña hawaiana (ananascomosus) por el método de precipitación alcohólica, para elablandamiento de carne de res”. [Online].; 2022. Available from: <https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/4841/1/Tesis%20Erika%20%26%20Valeria.pdf>.
4. Gutiérrez , Velásquez. “determinación del efecto de la maduración de la lechosa (carica papaya l.) Sobre la concentración de papaína.”. [Online].; 2021 [cited 2024 julio 20. Available from: https://www.academia.edu/8930695/Determinaci%C3%B3n_del_efecto_de_la_maduraci%C3%B3n_de_la_lechosa_carica_papaya_l_sobre_la_concentraci%C3%B3n_de_papa%C3%ADna.
5. Cornejo D. Comparación de los métodos de purificación de la papaína, utilizadas en diferentes industrias. [Online].; 2023 [cited 2024 julio. Available from: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/7ceac957-ff1a-4fa8-8f69-53cb6ce9cb86/content>.
6. Anjos M, Silva A, Pascoli I, Graton Mikcha J, Peralta R. Antibacterial activity of papain and bromelain on. *Alicyclobacillus* spp. [Online].; 2015. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168160515301409?via%3Dihub>.
7. Rodriguez L, Zambrano. Evaluación del tiempo y porcentaje de dos extractos enzimáticos naturales “bromelina y papaína” como ablandadores de músculo vacuno. [Online].; 2021 [cited 2024 julio 17. Available from: <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1554/1/TTAI21D.pdf>.
8. Revetti F. Evaluación de los métodos de extracción de la papaína presente en la semilla de la lechosa “carica. papaya l.”. [Online].; 2016. Available from: <http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/13577/1/TEG%20II%20Guerra-Revetti.pdf>.
9. Marrasquin R. Efecto de la adición de una mezcla de Bromelina y Papaína sobre ciertas características físico. químicas de la carne vacuna. [Online].; 2016 [cited 2024 julio 15. Available from: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/5407/1/T-UCSG-PRE-TEC-CIA-2.pdf>.
10. Botinestean C, Hossain M, Mullen AM, Kerry J. The influence of the interaction of sous-vide cooking time and 0 papain concentration on tenderness and technological characteristics of meat products. [Online].; 2021. Available. from: [https://pdf.sciencedirectassets.com/271230/1-s2.0-S0309174021X00046/1-s2.0-S030917402100067X/am.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEjL%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIEPI6c%2B2DQeb45s7g%2F%2FrvdXayL0oNP%2BveKn6KWByTXw2AiEA56T9Ha](https://pdf.sciencedirectassets.com/271230/1-s2.0-S0309174021X00046/1-s2.0-S030917402100067X/am.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEjL%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIEPI6c%2B2DQeb45s7g%2F%2FrvdXayL0oNP%2BveKn6KWByTXw2AiEA56T9Ha).

11. Mera S, Barba D. Evaluación de la concentración enzimática en hojas, corteza y látex de la papaya y su efecto1 ablandador en carne bovina. Scielo. 2021 Junio; I(1).
12. Llerena M. Estudio sobre la extracción y extracción de la papaína de la papaya (Carica Papaya). [Online].; 2016. 2 Available from: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3368/1/P102%20Ref.3031.pdf>.
13. Gil M, Mejía V, Millán LdJ, Benavides Y. Papaína extraída a partir de la cáscara de la papayuela perteneciente a3 la especie (Carica papaya L.), por medio de microondas con aplicación en el ablandamiento de la carne bovina. Journal ofEngineering and Tecnology. 2014; 1(2): p. 1-6.
14. Rivera B, Oliva C, Flores T. Extracción y purificación de papaína obtenida a partir de tres especies nativas del4 género Vasconcellea. Scielo Perú. 2023; 25(2): p. 2-5.
15. Totosaus A. Métodos de ablandamiento de la carne y su efecto sobre la textura. Nacameh. 2022; 16(2): p. 68.5
16. Jiménez I. Enzimas vegetales proteasas, aplicadas para el ablandamiento de carne (bromelina, ficina, y papaína).6 [Online].; 2019. Available from: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/415/60974s.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
17. Rivera-Botonares R, Oliva-Cruz M, Tineo Flores D. Extraction and purification of papain obtained from three7 native species of the genus Vasconcellea. [Online].; 2023. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12889-023-15191-z>.
18. Gómez-Guillén M, Montero P, Sáyago Ayerdi S. Effect of papain treatment on the quality and shelf life of beef8 loin steaks stored under modified atmosphere packaging. Meat Science. Meat Science. 2019; 147: p. 68-73.
19. Naveena BM, Kiran M, Talukder S, Gokhale S, Reddy KS. Effect of papain on quality and shelf life of buffalo9 meat. Meat Science. 2021; 171.
20. Huang T, Tu ZC, Shangguan X, Wang H,ZL, Hajjhashemi S. Effects of papain treatment on the physicochemical,0 structural and functional properties of myofibrillar proteins from grass carp (Ctenopharyngodon idella) muscle.. Food Chemistry. 2018; 245: p. 1-8.
21. Sullivan G, Calkins C. Application of exogenous enzymes to beef muscle of high and low-connective tissue.1 [Online].; 2010. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030917401000121X?via%3Dihub>.
22. Gil Garzón A, Bedoya Mejía V, Jesús Millán L, Benavides Paz. Papaína extraída a partir de la cáscara de la2 papayuela perteneciente a la especie (Carica papaya L.), por medio de microondas con aplicación en el . ablandamientode la carne bovina. [Online].; 2012. Available from: <http://revistas.unilasallista.edu.co/index.php/jet/article/view/200/408>.
23. Flores J. ACTIVIDAD PROTEOLÍTICA DE LA PAPAÍNA EXTRAÍDA DE LA PAPAYA (Carica papaya)VARIEDAD COMÚN EN EL ABLANDAMIENTO DE LA CARNE DE SAJINO (Tayassu tajacu).[Online].; 2018. Available from: <https://revistas.uss.edu.pe/index.php/tzh/article/view/952/804>.

24. Ponce S, Barba D. Evaluación de la concentración enzimática en hojas, corteza y látex de la papaya y su efecto4 ablandador en carne bovina. [Online].;2018[cited 2024 julio 20. Available from: <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/rns/v1n1/2631-2654-rns-1-01-00072.pdf>.
25. Muñoz J, Zambrano, Párraga R, Verduga. Uso de papaína y bromelina y su efecto en las características5 organolépticas y bromatológicas de chuletas de cerdo ahumadas. [Online].; 2019. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7149190>.

POLÍTICAS NACIONALES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN LAS UNIVERSIDADES DE ECUADOR

NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY POLICIES IN THE UNIVERSITIES OF ECUADOR

Andrea Alejandra Orbe Riofrio¹, Carlos Israel Villacrés Hernández², Josseline Verónica Zaruma López³, Maria Fernanda Yaulema Rodríguez⁴

{andrearbd@hotmail.es¹, israel_villacres@outlook.com², josselinez@hotmail.com³, fernandayaulema@gmail.com⁴}

Fecha de recepción: 20/12/2024

/ Fecha de aceptación: 01/01/2025

/ Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: Las políticas nacionales de ciencia y tecnología constituyen elementos clave para aumentar la competitividad de un país en el contexto global contemporáneo. En el caso de Ecuador, las universidades emergen como actores fundamentales en la promoción de un acceso justo y equitativo a una educación de calidad, siendo indispensables para el desarrollo competitivo de la nación. Sin embargo, la falta de inversión y las ineficiencias administrativas han limitado drásticamente la capacidad de estas instituciones para cumplir con su misión. El problema de investigación nace debido a los desafíos que Ecuador enfrenta en la implementación efectiva de políticas nacionales de ciencia y tecnología en las universidades, lo que ha restringido el desarrollo de competencias tecnológicas y de investigación en los estudiantes, limitando su capacidad para contribuir al progreso sostenible del país. El objetivo es analizar la efectividad de las políticas nacionales de ciencia y tecnología en las universidades ecuatorianas, evaluando su impacto en la formación de profesionales competentes y en el desarrollo integral del país. La metodología se basa en un enfoque mixto, que combina elementos cualitativos y cuantitativos a través de datos bibliográficos de artículos científicos y literatura académica relevante. Los resultados revelaron que, si bien se han realizado esfuerzos por clasificar y priorizar estratégicamente los campos de estudio para la asignación de recursos, la realidad muestra una preocupante escasez presupuestaria que obliga al país a seleccionar y privilegiar ciertos sectores para la implementación de centros de investigación. Esto ha generado una inquietante disparidad en los avances tecnológicos, limitando las oportunidades de los jóvenes. En conclusión, Ecuador necesita fortalecer significativamente su inversión en educación superior y en la generación de nuevo conocimiento científico, a fin de cerrar la brecha tecnológica y posicionarse como un actor competitivo a escala global, por ende, una implementación efectiva de políticas nacionales de ciencia y tecnología en las universidades es fundamental para formar profesionales capacitados y contribuir al desarrollo sostenible del país.

¹Investigador Independiente, <https://orcid.org/0009-0000-1958-5529>.

²Investigador independiente, Procurador Síndico del Honorable Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Chimborazo, <https://orcid.org/0000-0002-1099-1624>.

³Investigador Independiente, <https://orcid.org/0009-0004-9985-9276>.

⁴Investigador Independiente, <https://orcid.org/0009-0006-0104-4488>.

Palabras clave: Ciencia, tecnología, mundo digitalizado, competitividad, formación profesional

ABSTRACT: National science and technology policies are key elements for increasing a country's competitiveness in the contemporary global context. In the case of Ecuador, universities emerge as fundamental actors in the promotion of fair and equitable access to quality education, being indispensable for the competitive development of the nation. However, lack of investment and administrative inefficiencies have drastically limited the capacity of these institutions to fulfill their mission. The research problem arises due to the challenges that Ecuador faces in the effective implementation of national science and technology policies in universities, which has restricted the development of technological and research competencies in students, limiting their ability to contribute to the sustainable progress of the country. The objective is to analyze the effectiveness of national science and technology policies in Ecuadorian universities, evaluating their impact on the training of competent professionals and on the integral development of the country. The methodology is based on a mixed approach, combining qualitative and quantitative elements through bibliographic data from scientific articles and relevant academic literature. The results revealed that, although efforts have been made to strategically classify and prioritize fields of study for the allocation of resources, the reality shows a worrisome budgetary shortage that forces the country to select and privilege certain sectors for the implementation of research centers. This has generated a disturbing disparity in technological advances, limiting opportunities for young people. In conclusion, Ecuador needs to significantly strengthen its investment in higher education and in the generation of new scientific knowledge, in order to close the technological gap and position itself as a competitive player on a global scale, therefore, an effective implementation of national science and technology policies in universities is essential to train skilled professionals and contribute to the sustainable development of the country.

Keywords: Science, technology, digitalized world, competitiveness, professional training

INTRODUCCIÓN

Las políticas nacionales de ciencia y tecnología constituyen elementos clave que, cuando se ejecutan de manera adecuada, pueden aumentar significativamente la competitividad de un país en el contexto global contemporáneo. En este marco, la priorización de la inversión en educación se presenta como un componente esencial para el desarrollo sostenible y equitativo. En un mundo caracterizado por cambios constantes y una evolución tecnológica acelerada, donde el conocimiento y la innovación se han convertido en los motores primordiales del progreso, la educación superior juega un papel decisivo en la formación de individuos capacitados para liderar el desarrollo ético y sostenible de los recursos de una nación (1).

En el caso de Ecuador, las universidades emergen como actores fundamentales en la lucha por la equidad social y económica, así como en la promoción de un acceso justo y equitativo a una vida digna. Sin embargo, las ineficiencias administrativas y la escasez de inversión han limitado drásticamente la capacidad de estas instituciones para cumplir con su misión, dejando a un

número considerable de jóvenes sin las oportunidades necesarias para integrarse en el ámbito de la investigación y la innovación (2).

A lo largo de la última década, Ecuador ha enfrentado una serie de desafíos económicos que han impactado de manera significativa su capacidad para atraer inversiones, lo que, a su vez, ha repercutido negativamente en el desarrollo educativo, ya que, el país se encuentra sumido en una situación de deuda que ha restringido su potencial para implementar políticas efectivas en ciencia y tecnología (2).

A pesar de estos obstáculos, se han formulado nuevas propuestas de políticas públicas que buscan reorientar el enfoque hacia la educación superior, reconociendo que esta es indispensable para el desarrollo competitivo de la nación. Sin embargo, es evidente que estas políticas aún carecen del respaldo necesario y no reflejan la importancia que la ciencia y la tecnología deberían ocupar en la agenda de inversión del país.

Por ello, la incorporación de nuevas tecnologías en el ámbito educativo ha provocado una auténtica revolución en la manera de enseñar y aprender. Herramientas como computadoras y dispositivos móviles han facilitado un acceso sin precedentes al conocimiento, transformando radicalmente el modelo educativo tradicional, mismas que no solo ofrecen oportunidades para mejorar la calidad educativa, sino que también fomentan la participación y el compromiso de los estudiantes en su propio proceso de aprendizaje. No obstante, el verdadero desafío radica en la capacidad de las instituciones educativas para integrar de manera efectiva estas herramientas en sus currículos, lo que exige un compromiso tanto a nivel institucional como gubernamental (3).

Es fundamental que los objetivos educativos se alineen con el desarrollo de competencias que respondan a las crecientes demandas del mercado laboral contemporáneo. Este enfoque implica una revisión crítica de las políticas educativas existentes para garantizar que estas promuevan la formación de profesionales con habilidades en áreas tecnológicas emergentes, tales como la programación, la robótica y la impresión 3D. La creciente complejidad del entorno tecnológico plantea un desafío adicional: la necesidad de reexaminar nuestras prácticas pedagógicas para incorporar estas habilidades, preparando así a los jóvenes para liderar en un entorno globalizado y digitalizado (4).

En este contexto, la formulación de políticas nacionales de ciencia y tecnología se presenta como una estrategia esencial para abordar las deficiencias actuales en la educación superior de Ecuador.

Estas políticas deben garantizar no solo el acceso a una educación de calidad, sino también crear un entorno donde los jóvenes desarrollen las competencias necesarias para competir en un mercado laboral cada vez más exigente. La falta de inversión en infraestructura y equipamiento en las universidades limita el potencial de los estudiantes, quienes enfrentan diversas barreras económicas que restringen su acceso a una formación educativa de calidad (5).

Por lo tanto, esta investigación se propone llevar a cabo un análisis exhaustivo de la efectividad de las políticas nacionales de ciencia y tecnología en las universidades ecuatorianas, evaluando su impacto en la formación de profesionales competentes y en el desarrollo integral del país.

Se plantea la hipótesis de que una inversión adecuada en educación, junto con la implementación de políticas estratégicas que fomenten la innovación y la investigación, puede transformar de manera significativa el panorama educativo en Ecuador, permitiendo a los jóvenes convertirse en líderes en sus respectivos campos y contribuir de manera sustancial al desarrollo sostenible de la nación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Método de investigación

La presente investigación se fundamenta en un enfoque metodológico de carácter mixto, que combina elementos tanto cualitativos como cuantitativos. Esta metodología ha sido seleccionada con el objetivo de facilitar una comprensión más integral y profunda del fenómeno en estudio, ya que se busca no solo cuantificar los datos relevantes relacionados con las políticas nacionales de ciencia y tecnología en las universidades de Ecuador, sino también explorar y analizar los contextos, significados y las dinámicas que rodean estas políticas en el ámbito educativo y social.

Población

La población objetivo de este estudio abarca un conjunto significativo de actores que desempeñan roles fundamentales en el sistema educativo ecuatoriano. Esto incluye a académicos, estudiantes, y administradores de instituciones de educación superior. Además, se llevó a cabo una exhaustiva revisión bibliográfica en la que se consultaron bases de datos de prestigio, como SCOPUS y LATINDEX, que ofrecen acceso a artículos científicos y literatura académica pertinente que aborda de manera directa el tema de las políticas nacionales de ciencia y tecnología. Este enfoque garantiza que la información recopilada sea contemporánea, relevante y de alta calidad para el análisis en cuestión.

Entorno

Se desarrolla dentro del contexto educativo ecuatoriano, abarcando universidades que se encuentran ubicadas en diversas provincias del país. Sin embargo, con el fin de proteger la confidencialidad y la integridad de las instituciones involucradas en el estudio, se ha decidido utilizar nombres y descripciones genéricas, lo que también contribuye a garantizar la objetividad del análisis.

Criterios de inclusión

Se incluirán académicos, estudiantes y administradores de universidades ecuatorianas que estén actualmente involucrados en procesos de enseñanza, investigación o gestión institucional. Esto

asegura que las voces de quienes realmente están inmersos en el sistema educativo sean representadas.

Se considerarán únicamente aquellos estudios, artículos y documentos que hayan sido publicados en los últimos diez años, garantizando así que la información sea actual y pertinente.

Se seleccionarán solo aquellos estudios que aborden directamente las políticas nacionales de ciencia y tecnología en el contexto de la educación superior, asegurando que el enfoque del análisis sea claro y específico.

Criterios de exclusión

Se excluirán aquellos individuos que no estén activamente involucrados en el sistema educativo ecuatoriano, como exalumnos o profesionales que no participen en la educación o investigación en la actualidad.

Se descartarán trabajos que no hayan sido sometidos a un proceso de revisión por pares, ya que estos pueden carecer del rigor científico necesario para una investigación académica.

Se excluirán documentos y estudios que no aborden específicamente el tema de las políticas de ciencia y tecnología en las universidades, tales como aquellos que se centran en otras áreas de la educación sin relación directa con la ciencia y la tecnología.

Mediciones

Para la recopilación de datos, se emplearon una variedad de instrumentos de medición evidenciadas en bibliografías donde revelan encuestas estructuradas dirigidas a una muestra representativa de estudiantes y docentes, complementadas con entrevistas semiestructuradas a administradores de universidades.

Este enfoque metodológico integral no solo busca captar la complejidad del fenómeno en estudio, sino que también facilita la identificación de patrones y tendencias que pueden contribuir a la formulación de recomendaciones sólidas para el fortalecimiento de las políticas nacionales de ciencia y tecnología en las universidades de Ecuador.

A través de la combinación de enfoques cualitativos y cuantitativos, se persigue ofrecer una visión holística que refleje tanto las experiencias individuales de los participantes como los datos estadísticos relevantes, permitiendo así un análisis más robusto y fundamentado de la situación actual y futura del sistema educativo en el país.

RESULTADOS

El presente análisis permitirá identificar tanto los avances tecnológicos logrados en la implementación de políticas como el papel fundamental que juegan las universidades en la formación de profesionales capaces de contribuir al desarrollo sostenible y a la innovación en un contexto global cada vez más competitivo.

Clasificación de las políticas de ciencia y tecnología en Ecuador

Ejes clasificatorios

En el estudio de (6) se menciona que Ecuador ha emprendido un esfuerzo por clasificar de manera sistemática los campos de estudio en los que se destinará la inversión presupuestaria, buscando optimizar la asignación de recursos en el sector educativo y de investigación.

Si bien es cierto que, a nivel nacional, todos los centros tecnológicos, universidades y departamentos de investigación deberían recibir un trato equitativo, la realidad revela una notable falta de recursos que obliga al país a seleccionar ciertos sectores para la implementación de centros de investigación.

Esta situación ha creado una disparidad en los avances tecnológicos y ha cerrado las puertas a muchos jóvenes que aspiran a integrarse en el selecto grupo de investigadores nacionales ecuatorianos. Sin embargo, el Ecuador, a través de sus representantes en todos los poderes del Estado, está trabajando para abordar estas desventajas.

Se están modificando los instrumentos de política de acuerdo con objetivos y finalidades generales, tales como la generación de nuevo conocimiento científico básico y aplicado, la producción de nuevos bienes y servicios de alto valor agregado, y la formación de recursos humanos en ciencia y tecnología, entre otros aspectos esenciales (6).

Categorías de inversión

Dentro del marco de las políticas de inversión en infraestructura y equipamiento de laboratorios de investigación (7), se ha considerado oportuno dividir los fondos presupuestarios en categorías específicas. Esta categorización busca garantizar una mejor calidad de aprendizaje y preparación en institutos técnicos, universidades, centros de investigación y departamentos de orientación tecnológica.

De esta manera, se intenta fortalecer el campo de estudio e investigación. Los instrumentos se clasifican según categorías de análisis intermedio, teniendo en cuenta el tipo de instrumento y los objetivos específicos a los que apuntan. Por ejemplo, dentro del eje temático “Generación de nuevo conocimiento científico básico y aplicado”, se identifican diversas categorías de instrumentos, como los fondos destinados a la promoción de la investigación científica y tecnológica, así como los incentivos ofrecidos a los docentes para fomentar la investigación (7).

Descripción acorde a las necesidades

Las políticas de ciencia y tecnología en Ecuador aún representan un caso de estudio que necesita un desarrollo minucioso, ya que, existen sectores que carecen de las medidas básicas necesarias para proporcionar una educación de calidad y competitiva, así como centros que, a nivel nacional, son considerados de los más equipados para la investigación científica. Esta disparidad en la inversión presupuestaria en tecnología en Ecuador se describe a través de 14 categorías estandarizadas. Estas categorías abarcan aspectos como los objetivos generales del plan o política

en el que se inserta el instrumento, los objetivos específicos, el tipo de enfoque (sectorial u horizontal), los beneficiarios del instrumento, el método de adjudicación y selección de beneficiarios, así como el origen de los recursos financieros, entre otros elementos cruciales (8).

Por ende, este contexto presenta irregularidades en las políticas de un Ecuador que aspira a ser justo y democrático, ya que la realidad que enfrenta el país es marcada por una administración deficiente desde su cúpula, con una orientación errónea y resulta en la exclusión de los sectores que más lo necesitan.

En particular, el sector rural se ve altamente afectado, ya que los centros de formación primaria carecen del equipamiento adecuado para un aprendizaje efectivo, y mucho menos cuentan con una infraestructura desarrollada que fomente la creación de investigadores desde una edad temprana. Esta falta de recursos limita la capacidad de formar jóvenes capaces de abordar problemas y contribuir a la visión de un Ecuador que aspire a ocupar un lugar destacado en el ranking mundial de avances tecnológicos (9).

Además, la dependencia de la mano de obra extranjera en la producción de bienes que son intrínsecamente ecuatorianos se acentúa, a pesar de que la materia prima proviene de nuestros propios recursos naturales. Esta desventaja, derivada de la falta de herramientas innovadoras y de un enfoque adecuado hacia la inversión en ciencia y tecnología, obliga a Ecuador a depender de intermediarios extranjeros en su economía, lo que limita su desarrollo y autonomía.

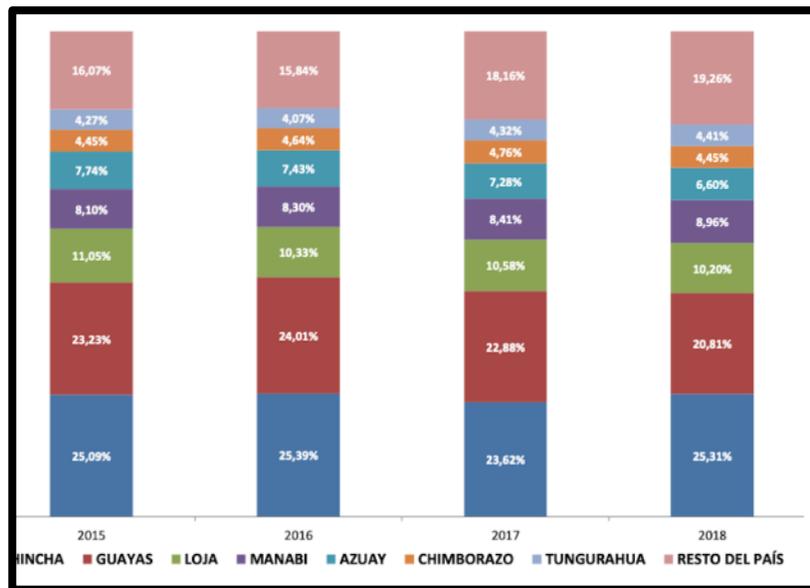


Figura 1. División presupuestaria en las universidades públicas de Ecuador por provincias.

Fuente: (9)

Sin embargo, en Ecuador se ha buscado que las universidades, se conviertan en el centro de grandes proyectos que aporten al crecimiento, tanto social como tecnológicos, en ámbito

territorial de inicio con esa recta competitiva, lo cual ha involucrado las nanotecnologías que son una variedad de técnicas que permiten manipular la materia a escala atómica y molecular.

Esta particularidad permite vastas modificaciones en la funcionalidad de los productos, y ha hecho que se considere a las nanotecnologías como la próxima revolución industrial. Se trata de una Revolución Tecnológica reciente, que se ha querido involucrar en su totalidad en Ecuador, pero la falta presupuestaria, solo inclina a que ciertos sectores inicien dichos procesos de innovación que de igual manera no son competitivos a escala americana o mundial, ya que los avances tecnológicos en nuestro país se han cerrado por la falta de una economía que respalde dichos trabajos de investigación e innovación (10).

Oferta y demanda académica en políticas de innovación y tecnología en Ecuador.

Políticas y leyes gubernamentales de la SENESCYT

En Ecuador, se han producido cambios significativos en relación con la oferta y demanda de carreras universitarias a nivel nacional. Sin embargo, persiste una desventaja notable que limita el acceso a una educación inclusiva y equitativa para todos los sectores sociales, etnias y culturas que coexisten en el país. Esta situación se refleja en el hecho de que millones de jóvenes ecuatorianos ven frustrados sus sueños de acceder a la educación superior, debido a la exclusión que enfrentan al no poder obtener un cupo en las carreras más demandadas, como lo señala la información proporcionada por la SENESCYT (11).

Estas carreras incluyen las relacionadas con la salud pública, tales como medicina y enfermería, así como las vinculadas al ámbito judicial, como la abogacía y la legislación, por ende, este escenario plantea un gran reto para el país para garantizar una educación accesible para todos, que al mismo tiempo sea competitiva, innovadora y que integre los principios tecnológicos necesarios para preparar a los futuros profesionales ecuatorianos, no solo para cumplir sus aspiraciones personales, sino también para incursionar en el ámbito investigativo y en áreas que les brinden oportunidades de empleo tanto en el territorio nacional como en el extranjero, al obtener una educación de calidad.

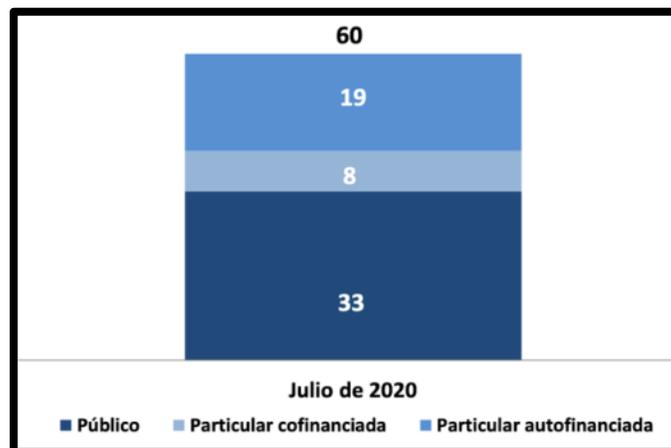


Figura 2. Número de escuelas politécnicas y universidades.

Fuente: (11)

A pesar de estos desafíos, el gobierno ecuatoriano ha realizado esfuerzos significativos para ampliar el acceso a la educación superior gratuita, enfocándose en departamentos que permitan que miles de estudiantes, que aún no han conseguido un cupo, puedan acceder a esta oportunidad.

Desde 2008 hasta la actualidad, se ha observado un incremento sostenido en la inversión en recursos humanos a través de programas de becas para formación en el extranjero, así como el programa “Prometeo”, que incluye planes de inversión en universidades y escuelas politécnicas, junto con la construcción de cuatro nuevas universidades en áreas estratégicas. Adicionalmente, se ha destinado financiamiento a proyectos y programas de investigación, lo que refleja un compromiso con el avance de la educación y la investigación en el país (12).

Simultáneamente, se ha planteado el objetivo de recuperar el rol director del Estado en la educación superior, mediante la implementación de iniciativas de evaluación y acreditación de las Instituciones de Educación Superior (IES), mismas que han culminado en el cierre de quince instituciones debido a la falta de calidad en sus programas (12). Estas funciones son requeridas a las IES del sistema para acreditar su calidad, estableciendo así puntos de encuentro vinculados a un nuevo modelo universitario enfocado en la investigación.

La investigación, a su vez, se ve influenciada por una lógica instrumental orientada hacia objetivos de desarrollo económico y social, que adquieren características específicas en el marco del Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación, lo que les otorga un papel fundamental en la articulación de las reformas y nuevas normativas en el ámbito educativo (14).

También, es importante destacar que, desde la implementación de las políticas de ciencia y tecnología en Ecuador, ha habido una evolución constante, aunque no desenfrenada, en la búsqueda de talentos estudiantiles mediante intercambios y becas educativas. Se ha fomentado la colaboración con países desarrollados y potencias mundiales, con el objetivo de aportar el conocimiento de estudiantes que se destacan en diversas ramas de estudio en las universidades nacionales (14).

En este sentido, Ecuador está promoviendo un enfoque de marketing educativo, donde los concursos innovadores y tecnológicos entre universidades ecuatorianas han permitido que la presencia de estos centros de formación sea cada vez más reconocida internacionalmente.

Esto se traduce en una creciente disposición de países extranjeros para colaborar en la línea de investigación, hacia la creación de un nuevo modelo de aprendizaje que integre tecnologías avanzadas y que sea accesible para todos los jóvenes que buscan contribuir en campos como las ciencias exactas, nanotecnología, procesos de curación mediante tecnología e inteligencia artificial, entre otras disciplinas. Este enfoque ha comenzado a atraer inversiones de países extranjeros para mejorar y equipar los centros de investigación y educación superior a nivel territorial, tanto en universidades como en escuelas politécnicas.

Indicadores socioeconómicos

Inversión en la competitividad de la educación superior

Ecuador, a nivel territorial, ha demostrado ser uno de los países más competitivos en el ámbito de universidades y escuelas politécnicas. A pesar de enfrentar desafíos significativos debido a infraestructuras no completamente adecuadas para análisis científicos y a una limitada asignación presupuestaria, el país ha logrado mantener un estándar de excelencia en su educación superior.

Esto se debe, en gran medida, a la capacidad de sus jóvenes para convertirse en promesas innovadoras que, con el apoyo adecuado, pueden competir a nivel mundial (15). La combinación de una sólida formación en el aula y experiencias prácticas ha permitido a los estudiantes desarrollar habilidades que los hacen altamente competitivos, especialmente en áreas de ingeniería.

Un claro ejemplo de esta competitividad se observa en las iniciativas de estudiantes universitarios que buscan transformar productos o inventos tecnológicos en soluciones concretas para el país. Estas innovaciones pueden abarcar desde el diseño de máquinas que optimizan diversos sectores productivos a nivel nacional, hasta la mejora de la productividad en general (15).

La financiación estatal para la presentación de proyectos masivos se erige como una estrategia clave para que Ecuador logre equilibrar su deuda externa y, simultáneamente, invertir en universidades, institutos, centros de investigación y escuelas politécnicas. De esta manera, se busca aprovechar el valioso conocimiento de los jóvenes, en colaboración con docentes que también abogan por la construcción de un nuevo modelo de país. Este modelo se basa en la premisa de que la tecnología, la innovación y la ciencia son esenciales para agilizar procesos, ahorrar tiempo y maximizar el uso de recursos y materias primas (16).

A pesar de estos avances, la irregularidad en la economía nacional ha limitado la capacidad de equipar adecuadamente las instituciones de educación superior y las escuelas politécnicas con herramientas que faciliten estudios exhaustivos de carácter científico. Esta situación se ve agravada por el incumplimiento de las leyes establecidas y la baja oferta académica que caracteriza al sistema educativo actual.

Estos problemas se convierten en obstáculos significativos para los jóvenes que actualmente cursan la educación superior, impidiéndoles adquirir los principios y herramientas necesarias para enfrentar el futuro con una visión renovada y con la capacidad de adaptarse a los avances de la inteligencia artificial y otras tecnologías emergentes (16).

Demandas en las políticas de ciencia y tecnología

Las demandas de Ecuador en el ámbito de Ciencia y Tecnología están claramente expresadas en el Plan Nacional de Desarrollo. Este instrumento de planificación nacional establece las políticas propuestas por el Gobierno en materia de Ciencia y Tecnología para el futuro inmediato. En él se delinean lineamientos específicos para la producción de conocimientos, así como las directrices y orientaciones que deben guiar la investigación universitaria (13).

Como consecuencia de estas políticas, la formación de doctores, los trabajos de investigación universitaria y la adecuación de los perfiles profesionales deben alinearse con las políticas de Ciencia y Tecnología y los lineamientos establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo.

Además, es crucial que estas iniciativas consideren los acelerados cambios que se están produciendo en las fronteras del conocimiento a nivel mundial. Este enfoque no solo garantizará que los profesionales ecuatorianos estén mejor preparados para enfrentar los desafíos contemporáneos, sino que también facilitará la integración de Ecuador en la comunidad científica global, impulsando así su desarrollo sostenible y su competitividad en un mundo cada vez más interconectado y tecnológico (13).

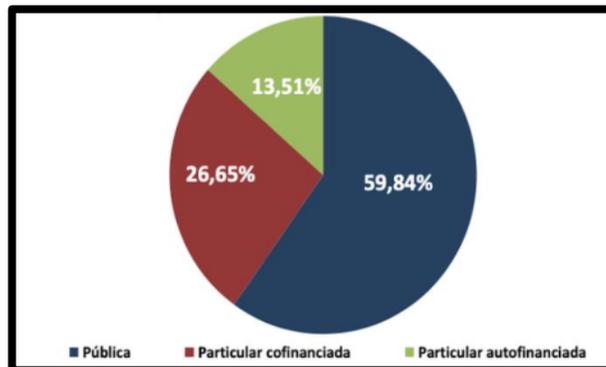


Figura 3. Estructura de financiamiento según tipo de universidades.

Fuente: (13)

Comunicación pública de ciencia, tecnología e innovación

Sectores estratégicos de inversión en la era de la digitalización

La ciencia, la tecnología y la innovación son considerados pilares fundamentales que pueden transformar a Ecuador en una nación más próspera. Estos elementos no solo facilitan avances tecnológicos, sino que también permiten el aprovechamiento de las materias primas que enriquecen al país dentro de una cadena de procesos productivos que cumplen con altos estándares de calidad.

En este contexto, los desafíos y objetivos educativos son aspectos prioritarios que deben ser comunicados tanto a nuestros jóvenes como a las potencias mundiales, resaltando la educación de calidad que se imparte en el país y estableciendo lazos de colaboración y convenios que favorezcan el libre intercambio de conocimientos, inversiones y reconocimientos en el sector investigativo.

La generación de oportunidades para que los ciudadanos ecuatorianos participen en procesos de investigación e industrialización a escala global es esencial para posicionar a Ecuador como un país digitalizado. Este enfoque no solo promoverá la innovación, sino que también fomentará la comunicación pública del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. A través de esta comunicación, se busca establecer una relación más cercana y constante entre la sociedad, la

comunidad científica, el sector educativo, las autoridades responsables de formular políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación, y los organismos rectores de estas áreas (17).

Además, es fundamental que las nuevas generaciones comprendan mejor la evolución del mundo en el que viven, así como los desafíos, riesgos y oportunidades que se presentan. Es necesario desmitificar la imagen social de la ciencia y la tecnología, abordando los temores, mitos y prejuicios que a menudo enturbian la percepción pública de estos temas. Para ello, se apoyará la creación de redes de información y conocimiento que promuevan un diálogo continuo entre la ciencia y la sociedad.

Desafíos en las políticas nacionales de ciencia y tecnología

Las políticas nacionales de ciencia y tecnología siguen en proceso de desarrollo, aunque de manera sectorizada. La demanda de una educación de calidad representa un reto significativo para el país, que ha enfrentado falencias en su sistema económico debido a malas administraciones y a la asignación inadecuada de recursos a diferentes sectores en busca de sostenibilidad. En particular, las universidades públicas, que son el centro de estudio para muchos jóvenes, enfrentan irregularidades relacionadas con la falta de inversión presupuestaria.

Esto limita las oportunidades de los estudiantes para alcanzar sus sueños y desarrollar habilidades de liderazgo, las cuales a menudo se ven truncadas por la insuficiencia de infraestructura y equipamiento necesarios para llevar a cabo proyectos innovadores y tecnológicos, considerados pilares fundamentales para la formación de futuros profesionales.

De manera similar, las políticas actuales no cumplen con los estándares que facilitarían una inversión significativa por parte de países extranjeros. Ecuador, en su realidad nacional, ha sido percibido como un lugar donde las potencias extranjeras dudan en invertir, una situación que se ha visto exacerbada por actos de corrupción en administraciones anteriores, creando un clima de inseguridad y desconfianza que ha limitado el apoyo educativo internacional (18).

En los últimos años, Ecuador ha mostrado poca competitividad en comparación con otros países latinoamericanos, evidenciando una baja participación de estudiantes en proyectos multidisciplinarios a nivel internacional. Esto resalta la calidad educativa insuficiente en las instituciones de educación superior, que no logra satisfacer las necesidades de formación de profesionales capaces de liderar investigaciones significativas. Esta situación también se refleja en las altas tasas de desempleo, ya que la economía del país, marcada por un creciente endeudamiento y escasa inversión, no genera suficientes oportunidades laborales (19).

Por consecuencia, Ecuador y sus estamentos políticos deben enfocarse en la búsqueda de una educación superior de calidad, lo que implica establecer convenios tanto a nivel nacional como internacional.

Es esencial fomentar la creación de becas universitarias y alianzas con universidades de prestigio que permitan fortalecer la especialización de los estudiantes. Estos jóvenes requieren capacitación y oportunidades para salir al extranjero en búsqueda de ideas globalizadoras que

puedan transformar la sociedad. La finalidad de la educación debe ser formar profesionales con diversas habilidades, y el intercambio estudiantil representa una vía valiosa para lograr este objetivo.

Aunque existen disposiciones en las leyes educativas ecuatorianas que promueven el intercambio, la implementación efectiva de estas oportunidades es aún limitada. Por lo tanto, es crucial establecer convenios con universidades extranjeras que faciliten la conexión y el intercambio estudiantil, especialmente para aquellos estudiantes de alto rendimiento y capacidades intelectuales destacadas, que tienen el potencial de brillar en un entorno cada vez más competitivo (18).

Las políticas nacionales de ciencia y tecnología en las universidades deben ajustarse a las necesidades de los estudiantes, delegando una responsabilidad importante a la autonomía de cada institución. Sin embargo, la problemática radica en la falta de inversión monetaria que permita ofrecer una formación educativa realmente capacitada y competitiva.

Esto resulta en que las universidades pierdan prestigio debido a la carencia de infraestructura y equipamiento en sus laboratorios y talleres, elementos esenciales para la formación práctica de los estudiantes. En un mundo donde los procesos se sintetizan y se desarrollan nuevas herramientas que optimizan el trabajo humano, es imperativo que el nivel de aprendizaje se mantenga actualizado. Sin embargo, esto se complica debido a la falta de recursos adecuados para la formación de los estudiantes, quienes deben estar preparados para manejar las tecnologías emergentes y adaptarse a un entorno laboral en constante evolución (20).

Tabla 1. Inversión presupuestaria del gobierno en las universidades públicas.

| Año | Ejecución | Var.%YoY |
|------|-----------|----------|
| 2016 | 1.161 | |
| 2017 | 1.239 | 6,71% |
| 2018 | 1.271 | 2,56% |
| 2019 | 1.274 | 0,25% |

En esta Tabla 1, se evidencia la externa, presupuestaria del gobiernos en lo referente a las universidades públicas , denotando que las IES ascienden cada vez un poco más de monto monetaria para la búsqueda de profesionales más competitivos y universidades capacitadas para formar parte de una formación estudiantil de calidad , denotando que para los años 2018 asciende a 1.119 millones de dólares, lo que significa un incremento del 6,1% en relación a los años anteriores, sin embargo el punto sigue ubicándose en que es mínimo el rango de inversión del gobierno a lo que se refiere la educación superior que por el momento crece minuciosamente por las razones del endeudamiento del país que nos obliga a sectorizar al país e incluso grandes cantidades de dinero que deberían ser invertidas en los distintos sectores sociales ecuatorianos ,

son destinados al pago de la deuda externa, lo cual imposibilita un crecimiento potencial educativo a nivel país (20).

DISCUSIÓN

El análisis presentado revela un panorama complejo y multifacético en torno a la implementación de políticas nacionales de ciencia y tecnología en las instituciones de educación superior de Ecuador. Si bien se evidencian esfuerzos por parte del gobierno por clasificar y priorizar estratégicamente los campos de estudio en los que se destinará la inversión presupuestaria, con el objetivo de optimizar la asignación de recursos en el sector educativo y de investigación, la realidad muestra una preocupante escasez de fondos que obliga al país a seleccionar y privilegiar ciertos sectores para la implementación de centros de investigación. Esta situación ha generado una inquietante disparidad en los avances tecnológicos, cerrando lamentablemente las puertas a numerosos jóvenes que aspiran a integrarse en el selecto grupo de investigadores nacionales (21).

Autores como (22) refuerzan y respaldan la noción de que las políticas de ciencia, tecnología e innovación constituyen un instrumento estratégico fundamental para que los países puedan emprender y transitar un sendero de desarrollo sostenible. Por otro lado (23) subraya que el proceso de globalización plantea nuevos desafíos y oportunidades, y que la brecha entre países ricos y pobres no se limita únicamente a una diferencia de riqueza, sino que también se manifiesta en una profunda brecha de conocimiento.

Este planteamiento se alinea y complementa los hallazgos del estudio, que evidencian la imperiosa necesidad de que Ecuador fortalezca significativamente su inversión en educación superior y en la generación de nuevo conocimiento científico, a fin de cerrar esta brecha y posicionarse como un actor competitivo y relevante a escala global.

En este sentido, es crucial reconocer que la inversión en ciencia y tecnología no solo beneficia a las instituciones de educación superior, sino que tiene un impacto transversal en el desarrollo socioeconómico del país.

Al fortalecer las capacidades de investigación y de innovación en las universidades, se genera un efecto multiplicador que se irradia a diversos sectores productivos, estimulando la competitividad, la diversificación de la matriz productiva y la creación de nuevas oportunidades de empleo. Esto es particularmente relevante en un contexto como el ecuatoriano, donde la dependencia de las exportaciones de materias primas ha limitado la capacidad del país para generar valor agregado y aprovechar plenamente sus recursos naturales (24), (25).

Además, la inversión en ciencia y tecnología en el ámbito universitario tiene el potencial de transformar la percepción y el rol de la educación superior en la sociedad. Al convertirse en un motor de innovación y de desarrollo, las universidades pueden asumir un liderazgo en la solución de problemas locales y nacionales, fortaleciendo su vínculo con las comunidades y contribuyendo a la construcción de un modelo de desarrollo más equitativo e inclusivo.

Por otra parte, (27) afirma que la irrupción y auge de la inteligencia artificial (IA) ha propiciado el surgimiento y proliferación de plataformas de aprendizaje en línea en Ecuador, lo que ha transformado radical y disruptivamente la forma en que los estudiantes interactúan aprende y se relacionan con el contenido educativo (28), (29).

Esta visión innovadora y prospectiva se alinea con los desafíos planteados en el artículo, donde se hace un llamado urgente a que las universidades se adapten con agilidad a los acelerados cambios tecnológicos y se integren de manera efectiva y estratégica en los currículos académicos, con el propósito de preparar a los estudiantes para las crecientes y exigentes demandas del mercado laboral contemporáneo.

En este contexto, la incorporación de herramientas y tecnologías emergentes en los procesos de enseñanza-aprendizaje representa una oportunidad valiosa para democratizar el acceso al conocimiento y fomentar la participación de los estudiantes en su propio proceso formativo. Sin embargo, el verdadero desafío radica en la capacidad de las instituciones educativas para integrar de manera efectiva estas herramientas en sus currículos, lo que exige un compromiso tanto a nivel institucional como gubernamental.

Adicionalmente, (26) enfatiza la importancia de la transferencia de tecnología como un conjunto de procesos sistémicos que permiten el flujo y la circulación de conocimientos técnicos, empíricos y científicos aplicados de manera sistemática en la formación y capacitación de los estudiantes universitarios.

Esta perspectiva complementa y enriquece los hallazgos del artículo, al señalar la necesidad imperiosa de que Ecuador fortalezca y potencie sus capacidades en ciencia y tecnología, a fin de reducir la histórica dependencia de mano de obra extranjera y, en su lugar, impulsar el desarrollo de soluciones innovadoras basadas en los recursos y fortalezas inherentes del país.

En este sentido, la transferencia de tecnología juega un papel fundamental en la vinculación de la academia con el sector productivo y la sociedad en general. Al facilitar el flujo de conocimientos y la aplicación práctica de los avances científicos, las universidades pueden convertirse en agentes de transformación, aportando soluciones concretas a los desafíos locales y regionales. Esto, a su vez, contribuye a fortalecer la relevancia y el impacto social de la educación superior, al tiempo que genera oportunidades de emprendimiento e innovación para los jóvenes (30).

CONCLUSIONES

El análisis presentado revela que las políticas nacionales de ciencia y tecnología en las universidades de Ecuador enfrentan importantes desafíos. Si bien se han realizado esfuerzos por clasificar y priorizar estratégicamente los campos de estudio para la asignación de recursos, la realidad muestra una preocupante escasez presupuestaria que obliga al país a seleccionar y privilegiar ciertos sectores para la implementación de centros de investigación.

Los hallazgos del estudio evidencian la imperiosa necesidad de que Ecuador, categorizado como uno de los países con más recursos disponibles y materia prima para una producción en grandes masas, fortalezca significativamente su inversión en educación superior y en la generación de nuevo conocimiento científico. Esto, a pesar de enfrentar la realidad del endeudamiento que obliga a los gobiernos a descuidar este pilar fundamental, limitando el desarrollo en el ámbito tecnológico e innovador observado en las universidades, centros de investigación, institutos y escuelas politécnicas.

La mala administración de los gobiernos ha orillado a Ecuador a permanecer en una recta que carece de desarrollo, impidiendo que estas instituciones puedan implementar herramientas tecnológicas para la formación de profesionales más competitivos para la sociedad. Asimismo, la estrecha inversión en equipamiento e infraestructura obstaculiza que los jóvenes que cursan la educación superior puedan forjarse de conocimientos que les permitan liderar grandes procesos de investigación en esta nueva era digital.

De esta forma, se puede concluir que las políticas nacionales de ciencia y tecnología no se han reflejado como lo dicta la ley, ya que sus limitantes en la inversión obstaculizan una educación de calidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Paredes W. Tecnologías para las instituciones de educación superior (IES) y sus experiencias [Internet]. 2021 [citado 2023 May 1]. Disponible en: <https://repositorio.cedia.edu.ec/server/api/core/bitstreams/84d26967-da88-4ee7-87c7-340111b55d5c/content>
2. Milia M. Marco de Políticas Públicas de Ciencia, Tecnología y Educación Superior en el Ecuador. Nuevos horizontes: dinámicas y condicionamientos para una Investigación Universitaria de cara a la Sociedad [Internet]. 2014 [citado 2023 May 1]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/268812229_Marco_de_Políticas_Publicas_de_Ciencia_Tecnologia_y_Educacion_Superior_en_el_Ecuador_Nuevos_horizontes_dinamicas_y_condicionamientos_para_una_Investigacion_Universitaria_de_cara_a_la_Sociedad
3. Crespo F. La política de ciencia, tecnología e innovación y el retorno del Estado: 2007-2010, años de inestabilidad [Internet]. 2018 [citado 2023 May 1]. Disponible en: https://www.google.com/url?Sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahukewjsix58iqeaxvfftabhqb3a_eqfnoecdaqaq&url=https%3A%2F%2Flajc.epn.edu.ec%2Findex.php%2FLAJC%2Farticle%2Fdownload%2F161%2F118%2F&usg=aovvaw3ghawe8iz1slla-wa_py45&opi=89978449
4. Angulo R. IMPACTO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA EDUCACIÓN UNIVERSITARIA EN ECUADOR [Internet]. 2021 [citado 2023 May 1]. Disponible en: <https://revistas.unibe.edu.ec/index.php/qualitas/article/view/125/184>
5. Medina A. MODELO DE GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA UNIVERSIDADES ECUATORIANAS [Internet]. 2021 [citado 2023 May 1]. Disponible en:

- https://www.researchgate.net/publication/331607758_MODELO_DE_GESTION_DE_LA_TECNOLOGIA_E_INNOVACION_PARA_UNIVERSIDADES_ECUATORIANAS
6. Martínez G. Emprendimiento e innovación, un reto para la universidad ecuatoriana [Internet]. 2019 [citado 2023 May 1]. Disponible en: <https://www.revistaespacios.com/a19v40n21/a19v40n21p16.pdf>
 7. Escandón S. Innovación y su medición en Ecuador [Internet]. 2014 [citado 2023 May 1]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/5711/571161908005.pdf>
 8. Senacyt. Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación [Internet]. 2017 [citado 2023 May 1]. Disponible en: https://www.google.com/url?Sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahukewizyc2eooueaxxltدابhqkjalifnoecbcaq&url=https%3A%2F%2Fhealthresearchwebafrica.org.za%2F%3Faction%3Ddownload%26file%3Dpol_nac_cti.pdf&usg=aovvaw3qdfsij2md673tnahb7kz6&opi=89978449
 9. Merino J. Políticas de Ciencia y Tecnología y su vinculación con el desarrollo en el Ecuador [Internet]. 2017 [citado 2023 May 1]. Disponible en: <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/967/13/TFLACSO-07-1995JMMS.pdf>
 10. Olarte M. EL PÚBLICO Y LAS POLÍTICAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA [Internet]. 2018 [citado 2023 May 1]. Disponible en: https://ve.scielo.org/scielo.php?Script=sci_arttext&pid=S0378-18442002000200008
 11. Suárez A. Medidas y políticas gubernamentales para promover la investigación y el desarrollo tecnológico en Ecuador [Internet]. 2018 [citado 2023 May 1]. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/2946/1/5077.pdf>
 12. Ramírez R. Políticas nacionales de ciencia y tecnología en universidades de Ecuador [Internet]. 2020 [citado 2023 May 1]. Disponible en: <https://www.educacionsuperior.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/05/ACUERDO-2014-076.pdf>
 13. Desarrollo sndpy. Las políticas de ciencia y tecnología en desarrollo [Internet]. 2017 [citado 2023 May 1]. Disponible en: <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/Plan-Nacional-para-el-Buen-Vivir-2013-2017.pdf>
 14. Viñals A. La digitalización en Ecuador un reto actual [Internet]. 2020 [citado 2023 May 1]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/274/27447325008.pdf>
 15. Centeno M. UNL lidera proyecto de Inteligencia Artificial aplicada a la educación [Internet]. 2022 [citado 2023 May 1]. Disponible en: <https://unl.edu.ec/noticia/unl-lidera-proyecto-de-inteligencia-artificial-aplicada-la-educacion>
 16. Ibijes J. Contribución de la tecnología en la educación superior [Internet]. 2021 [citado 2023 May 1]. Disponible en: <https://www.elsevier.es/en-revista-cuadernos-economia-329-articulo-contribucion-tecnologia-productividad-pymes-industria-S0210026617300298>
 17. Orellana V. Innovación Social y Educación Superior en Ecuador. Un análisis al Modelo de Evaluación Externa de Universidades y Escuelas Politécnicas 2019 [Internet]. 2019 [citado 2023 May 1]. Disponible en: <https://revistas.uasb.edu.ec/index.php/ree/article/view/1559/1370>
 18. Remache A. "Uso de las tecnologías de la información en la educación superior" [Internet]. 2016 [citado 2023 May 1]. Disponible en:

- <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/3751/8/>"Uso%20de%20las%20tecnologías%20de%20la%20información%20en%20la%20educación%20superior".pdf
19. Corán A. Indicadores socioeconómicos [Internet]. 2020 [citado 2023 May 1]. Disponible en: <https://www.educacionsuperior.gob.ec/indicadores/#>
 20. Mejía D. Carreras universitarias con grado de tecnología mayor demanda [Internet]. 2019 [citado 2023 May 1]. Disponible en: <https://educacionsuperior.net/estudiar-carreras-tecnologia/carreras-universitarias-con-grado-de-tecnologia-mayor-demanda/>
 21. Rodríguez N. Situación de la ciencia , tecnología e innovación en Ecuador [Internet]. 2016 [citado 2023 May 1]. Disponible en: https://www.google.com/url?Sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahukewjryq75u4yeaxxznyqihqckbv8qfnoecbkqaq&url=https%3A%2F%2Fdialnet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F6087695.pdf&usg=aovvaw2ypm1n8qmekvuzx8rnq_64&opi=89978449
 22. Rojo F. Ciencia y tecnología en Ecuador. Una revisión alestado del arte [Internet]. 2020 [citado 2023 May 1]. Disponible en: <https://revista.uisrael.edu.ec/index.php/rcui/article/view/486/484>
 23. Herrera E. La política de ciencia, tecnología e innovación ecuatoriana y el desarrollo nacional en perspectiva histórica [Internet]. 2019 [citado 2023 May 1]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/337184583_La_politica_de_ciencia_tecnologia_e_innovacion_ecuatoriana_y_el_desarrollo_nacional_en_perspectiva_historica
 24. Gordón A. Políticas e instrumentos en ciencia, tecnología e innovación. Un panorama sobre los desarrollos recientes en América Latina [Internet]. 2019 [citado 2023 May 1]. Disponible en: http://www.politicasci.net/index.php?Option=com_docman&task=doc_view&gid=50&Itemid=74&lang=es#:~:text=Ariel%20Gordon1-,Las%20políticas%20de%20ciencia%2C%20tecnología%20e%20innovación%20constituyen%20un%20instrumento,conocimiento%20constituye%20un%20activ
 25. Franco A. La política de ciencia, tecnología e innovación y el retorno del Estado [Internet]. 2019 [citado 2023 May 1]. Disponible en: <https://lajc.epn.edu.ec/index.php/LAJC/article/view/161>
 26. Sánchez F. Inteligencia arificial: el cambio en la educación superior ecuatoriana [Internet]. 2023 [citado 2023 May 1]. Disponible en: <https://www.lahora.com.ec/esmeraldas/inteligencia-artificial-el-cambio-en-la-educacion-superior-ecuatoriana/>
 27. Posso R. Retos tecnológicos en la educación ecuatoriana [Internet]. 2023 [citado 2023 May 1]. Disponible en: <https://revistamentor.ec/index.php/mentor/article/view/5984/4810>
 28. Sandoya F. Las universidades de Ecuador y la revolución de la inteligencia artificial [Internet]. 2022 [citado 2023 May 1]. Disponible en: <https://www.expreso.ec/actualidad/inteligencia-artificial-inicio-nueva-universidad-151937.html>
 29. Balladares J. Educación, innovación y tecnología. Retos y desafíos de la educación [Internet]. 2022 [citado 2023 May 1]. Disponible en: <https://www.uasb.edu.ec/publicacion/educacion-innovacion-y-tecnologia-retos-y-desafios-de-la-educacion-en-tiempos-de-pandemia/>

30. Amilcar J. Modelo de transferencia de tecnología ecuatoriano: una revisión / Ecuadorian model of technology transfer [Internet]. 2016 [citado 2023 May 1]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/311562780_Modelo_de_transferencia_de_tecnologia_e

IMPACTO DE LA PREVENCIÓN DEL DELITO MEDIANTE UN ANÁLISIS CRÍTICO DE LOS FACTORES DE RIESGO QUE RODEAN A LAS PERSONAS EN EL ECUADOR

IMPACT OF CRIME PREVENTION THROUGH A CRITICAL ANALYSIS OF THE RISK FACTORS SURROUNDING PEOPLE IN ECUADOR

Walter Geovanny Caminos Manjarrez¹, Paula Samantha Arroyo Arias²

{wcaminosm@istra.edu.ec¹, psarroyoarias@istra.edu.ec²}

Fecha de recepción: 27 de noviembre del 2024 / Fecha de aceptación: 04 de enero del 2025 / Fecha de publicación: 06 de enero del 2025

RESUMEN: Este trabajo de investigación se focalizó en la promoción de la prevención del delito mediante un análisis crítico de los factores de riesgo que rodean a los individuos en el Ecuador para poder realizar la investigación se ocupó una metodología cuantitativa de la mano de una investigación de carácter teórica, documental y descriptiva, la técnica ocupada para el trabajo fue la recolección de datos mediante consultas bibliográficas de las plataformas de diversas instituciones gubernamentales, habiendo obtenido los datos para su interpretación se usó la técnica de Regresión Lineal en conjunto de herramientas como Excel y Power Bi para poder comprobar la hipótesis planteada con el propósito de realizar un análisis comparativo entre los factores de riesgo y los índices de Inseguridad, Crimen Organizado y Criminalidad, se procedió a estudiar las pendientes de las líneas de tendencias de todos los criterios, se analizó el índice de correlación de Pearson y mediante gráficas se pudo establecer la causalidad entre dichos criterios lo que permitió identificar cuáles factores de riesgo tienen mayor o menor influencia en los índices analizados, después de comparar los datos y determinar la causalidad de los factores de riesgo sobre los índices, se recomendaron diversas medidas preventivas para reducir los índices de Crimen Organizado, Inseguridad y Criminalidad destacando como la más relevante la implementación de políticas integrales enfocadas en la disminución de la pobreza, la mejora de los empleos, el acceso a servicios de apoyo social y programas educativos, todo ello acompañado de un análisis y monitoreo continuo de los datos.

Palabras clave: *prevención del delito, factores de riesgo, índices, tendencia, criminalidad, inseguridad, crimen organizado*

ABSTRACT: This research work focused on the promotion of crime prevention through a critical analysis of the risk factors that surround individuals in Ecuador. In order to carry out the research, a quantitative methodology was used along with a theoretical investigation, documentary and descriptive. The technique used for the work was the collection of data

¹Instituto Superior Tecnológico República de Alemania, Riobamba- Ecuador, <https://orcid.org/0000-0001-6472-7696>.

²Investigador independiente, <https://orcid.org/0009-0002-8723-299X>.

through bibliographic queries from the platforms of various government institutions. Having obtained the data, for its interpretation the Linear Regression technique was used in a set of tools such as Excel and Power Bi to verify the proposed hypothesis, with the purpose of carrying out a comparative analysis between the risk factors and Insecurity indices. Organized Crime and Criminality, the slopes of the trend lines of all the criteria were studied, the Pearson correlation index was analyzed and, through graphs, the causality between said criteria could be established, which made it possible to identify which factors of risk have greater or lesser influence on the analyzed indices, after comparing the data and determining the causality of the risk factors on the indices, various preventive measures were recommended to reduce the rates of Organized Crime, Insecurity and Criminality, highlighting the implementation of policies as the most relevant. comprehensive programs focused on reducing poverty, improving jobs, access to social support services and educational programs, all accompanied by continuous analysis and monitoring of data.

Keywords: crime prevention, risk factors, indices, trend, crime, insecurity, organized crime

INTRODUCCIÓN

La criminología es una ciencia que estudia los factores que llevan a una persona a cometer delitos así como las consecuencias de dichos actos que son penalizados por la ley, con el objetivo de prevenir la delincuencia de manera efectiva a nivel global las organizaciones como la ONU han planteado que en lugar de simplemente "combatir" el crimen lo más eficiente es prevenirlo, mejorando las condiciones de vida de las personas y atacando las causas que lo generan, en América Latina este enfoque está cobrando cada vez más fuerza y un ejemplo claro de ello es el trabajo que realiza el Banco Interamericano de Desarrollo que ha desarrollado un protocolo para la prevención del delito basado en la evidencia presentando estrategias concretas para medir y abordar los delitos de manera eficaz, en Ecuador la prevención del delito sigue siendo un desafío ya que la falta de atención a los factores de riesgo que propician la criminalidad ha dificultado su implementación exitosa (1).

En Ecuador la prevención se entiende como la acción dirigida a reducir la delincuencia, la inseguridad y la violencia pero a pesar de los esfuerzos del gobierno y de diversas organizaciones, aún existen profundas desigualdades que no han sido atacadas de manera efectiva, la pobreza, el desempleo, la falta de acceso a una educación de calidad y la marginalidad social siguen siendo factores clave que impulsan a las personas a cometer delitos y estas condiciones deben ser abordadas de forma integral si realmente se quiere lograr una reducción de la criminalidad a pesar de que se destinan importantes recursos al tema de la seguridad estos no han sido aprovechados de manera eficiente y la respuesta del Estado sigue centrada más en la reacción ante el delito que en su prevención, una de las causas fundamentales de la falta de efectividad en la prevención del crimen es la falta de políticas que aborden los factores sociales que favorecen la criminalidad como la desigualdad económica y la exclusión social (2).

Este proyecto tiene como objetivo examinar la falta de promoción de la prevención del delito en Ecuador, un problema que está directamente relacionado con la falta de atención a los factores de riesgo que en muchos casos llevan a las personas a cometer delitos, el análisis se enfocará en tres causas principales: la limitación de recursos, la priorización de la respuesta ante el delito en lugar de su prevención y la falta de políticas preventivas eficaces, se estudiarán los factores de riesgo más relevantes como el desempleo, la pobreza y la deserción escolar y se compararán con los índices de criminalidad, inseguridad y crimen organizado, con el fin de identificar las tendencias y posibles relaciones causales, a través de este análisis se busca proporcionar una base sólida para el diseño de políticas públicas que puedan reducir los índices de criminalidad mejorando la calidad de vida de la población y generando un impacto positivo en la sociedad (3).

Lo que se busca con este proyecto no es solo identificar los factores de riesgo que impulsan la criminalidad en Ecuador sino también proponer soluciones efectivas para abordarlos desde su raíz, esto implica no solo la creación de nuevas políticas preventivas sino también la mejora de las que ya existen con un enfoque integral que involucre a las comunidades al gobierno y a las instituciones encargadas de la seguridad y el bienestar social la prevención del delito debe ser vista como una prioridad y solo a través de la cooperación de todos los sectores de la sociedad se podrá lograr una reducción efectiva de la criminalidad, a través de un enfoque integral que se enfoque en los problemas estructurales como la pobreza y el desempleo se podrá atacar la causa del crimen no solo sus efectos (4).

En definitiva la prevención del delito es un tema crucial para mejorar la seguridad y la calidad de vida de las personas si bien la criminología nos ayuda a entender cómo se origina la criminalidad y qué factores la alimentan, la clave está en tomar medidas para eliminar estos factores desde sus raíces, esta investigación no solo busca identificar los problemas sino también proponer soluciones basadas en datos y en una visión integral que involucre a todos los actores sociales con el objetivo de lograr una sociedad más segura justa y equitativa para todos (5).

MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente estudio se conllevará un enfoque cuantitativo, teórico, descriptivo y documental, en los cuales se analizará los factores de riesgo asociados a la criminalidad, inseguridad y crimen organizado en el Ecuador en el periodo del año 2015 al 2021. Se trabajó con fuente de datos oficiales del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), el Ministerio de Inclusión Económica y Social y el Global Organized Crime Index, de los cuales se ha recolectado datos mediante consultas y revisiones bibliográficas.

Para las mediciones se consideraron las tasas anuales de pobreza, subempleo, trabajo infantil y otros indicadores socioeconómicos, con la finalidad de evaluar la relación con los índices de criminalidad mediante técnicas estadísticas como es la regresión lineal y el cálculo del índice de correlación de Pearson, para el análisis estadístico se empleó las medidas de tendencia central (moda, media y mediana) y herramientas tecnológicas como es el Microsoft Excel, Power BI las cuales ayudaran a la interpretación y representación gráfica de las tendencias y correlaciones permitiendo establecer relaciones de causas entre los factores de estudio.

RESULTADOS

Dentro de la investigación se determinaron los siguientes resultados:

Tabla 1. Tasa de deserción estudiantil en Ecuador años 2015 a 2021.

| Criterio | Fuente | Cifra (%) | Periodo | Lugar |
|-----------------------|---|-----------|---------|---------|
| Deserción estudiantil | Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU) | 2,73% | 2015 | Ecuador |
| | | 2,77% | 2016 | |
| | | 2,81% | 2017 | |
| | | 2,30% | 2018 | |
| | | 2,07% | 2019 | |
| | | 1,73% | 2020 | |
| | | 1,77% | 2021 | |

Fuente: (6)

En la Tabla 1 se puede observar la evolución en las cifras de deserción estudiantil en el período 2015-2021 en el Ecuador. Se puede ver que, a pesar de que el índice aumenta desde el año 2015 con el 2,73% hasta el 2017 con el 2,81%, desde el mismo año, este índice ha disminuido 1% en 3 años, lo que representaría aproximadamente 19260,26 estudiantes. Desde el año 2020 hasta el 2021 se puede evidenciar que el índice también ha disminuido, pero en menos cantidad en comparación a los años pasados. La tendencia que se marca es bajista.

Tabla 2. Tasa de trabajo infantil en Ecuador desde 2015 hasta 2021.

| Criterio | Fuente | Cifra (%) | Periodo | Lugar |
|---|--|-----------|---------|---------|
| Trabajo infantil (niños de 5 a 17 años) | Ministerio de Inclusión Económica y Social | 3,50% | 2015 | Ecuador |
| | | 4,90% | 2016 | |
| | | 5,20% | 2017 | |
| | | 5,40% | 2018 | |
| | | 8,30% | 2019 | |
| | | 5,70% | 2020 | |
| | | 10,10% | 2021 | |

Fuente: (13)

En la Tabla 2 acerca de los índices de trabajo infantil, analizados en niños desde 5 hasta 17 años, se puede observar que desde el 2015 hasta el 2021, este porcentaje ha aumentado casi en el triple. Se puede ver que los datos mantienen una tendencia alcista hasta llegar a un pico bajo en el año 2020, donde los datos disminuyen en un 3% y posteriormente vuelven a aumentar aproximadamente el doble en tan solo un año.

Tabla 3. Tasa de desempleo en Ecuador años 2015 a 2021.

| Criterio | Fuente | Población Económicamente Activa | Cifra (%) | Periodo | Lugar |
|-----------|--|---------------------------------|-----------|---------|---------|
| Desempleo | Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) | 7,5 | 4,90% | 2015 | Ecuador |
| | | 7,9 | 5,20% | 2016 | |
| | | 8,1 | 4,60% | 2017 | |
| | | 8,1 | 3,90% | 2018 | |
| | | 8,3 | 4,20% | 2019 | |
| | | 8,3 | 4,70% | 2020 | |
| | | 8,4 | 5,20% | 2021 | |

Fuente: (14)

En la Tabla 3 se puede evidenciar que la tendencia de los datos desde 2015 hasta 2021 es ligeramente decreciente, teniendo una pendiente negativa de 0,0002. Se puede ver que entre el año 2015 y 2016 el porcentaje aumenta en un 0,30%, luego, hasta el año 2018 el porcentaje disminuye en 1,3% para posteriormente aumentar de manera continua hasta el año 2021 en la misma cantidad. De la mano, se puede examinar que el pico más bajo se alcanzó en el año 2018 con 3,90% y el pico más alto fue en 2016 con el 5,20%.

Tabla 4. Tasa de subempleo en Ecuador desde 2015 al 2021.

| Criterio | Fuente | Población Económicamente Activa (en millones de personas) | Cifra (%) | Periodo | Lugar |
|-----------|--|---|-----------|---------|---------|
| Subempleo | Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) | 7,5 | 14,00% | 2015 | Ecuador |
| | | 7,9 | 19,90% | 2016 | |
| | | 8,1 | 19,80% | 2017 | |

| | | | |
|--|-----|--------|------|
| | 8,1 | 17,80% | 2018 |
| | 8,3 | 18,20% | 2019 |
| | 8,3 | 20,70% | 2020 |
| | 8,4 | 23,20% | 2021 |

Fuente: (14)

En la Tabla 4 acerca del Subempleo se puede ver que a medida que aumenta la población económicamente activa también el porcentaje acerca del subempleo a excepción del año 2018 donde la población económicamente activa se mantiene estable respecto al año pasado, pero la cifra del subempleo disminuye 2% respecto al año 2017. De igual manera se observa que desde el 2015 hasta el 2021 el índice de este criterio aumenta en 9,20%, teniendo la mayor diferencia entre el año 2015 y 2016, donde la cifra aumenta en 5,90%.

Tabla 5. Tasa de pobreza en Ecuador desde 2015 hasta 2021.

| Criterio | Fuente | Cifra (%) | Periodo | Lugar |
|-----------------------------------|---|-----------|---------|---------|
| Pobreza (Hasta \$85,60 mensuales) | Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU) | 23,30% | 2015 | Ecuador |
| | | 22,90% | 2016 | |
| | | 21,50% | 2017 | |
| | | 23,20% | 2018 | |
| | | 25,00% | 2019 | |
| | | 33,00% | 2020 | |
| | | 27,70% | 2021 | |

Fuente: (15)

En la Tabla 5 respecto a la Pobreza, es evidente que desde el año 2015 hasta el año 2021 las cifras han aumentado en 4,4%, empezando con 23,3% y terminando en 27,7%, marcando claramente una tendencia alcista. A pesar de lo mencionado anteriormente, se puede ver que desde el año 2015 hasta el año 2017 estos porcentajes fueron disminuyendo para posteriormente aumentar en 11,5% hasta el año 2020, donde se marca la cifra más alta en la tabla, con 33%.

Tabla 6. Tasa de pobreza extrema en Ecuador desde 2015 hasta 2021.

| Criterio | Fuente | Cifra (%) | Periodo | Lugar |
|---|---|-----------|---------|---------|
| Pobreza extrema (Hasta \$48,24 mensuales) | Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU) | 8,50% | 2015 | Ecuador |
| | | 8,70% | 2016 | |
| | | 7,90% | 2017 | |
| | | 8,40% | 2018 | |
| | | 8,90% | 2019 | |
| | | 15,40% | 2020 | |
| | | 10,50% | 2021 | |

Fuente: (15)

En la Tabla 6 respecto a la pobreza extrema se puede contemplar que desde el año 2015 hasta el año 2021 las cifras aumentan en 2%, marcando así una tendencia alcista. Por otro lado, es claro que en el año 2017 la cifra disminuye en 0,8% respecto al año 2016 y también, desde el año 2020 hasta el 2021 la cifra disminuye en 4,9%. Continuando, vemos que el pico más bajo se alcanzó en el año 2017 con 7,9% y el pico más alto en el año 2020 con 15,4%.

El índice de inseguridad es un indicador que medirá la percepción y la realidad de la seguridad pública en el país. Dentro de este índice se reflejarán métricas como el número de víctimas, percepción de seguridad, tasa de criminalidad, capacidad de respuesta de las autoridades, indicadores socioeconómicos y condiciones de justicia.

Tabla 7. Tasa de inseguridad en Ecuador desde 2015 hasta 2021.

| Criterio | Fuente | Cifra (%) | Periodo | Lugar |
|-------------|--|-----------|---------|---------|
| Inseguridad | Corporación Participación Ciudadana | 41,50% | 2015 | Ecuador |
| | | 48,00% | 2016 | |
| | | 50,66% | 2017 | |
| | | 53,32% | 2018 | |
| | | 53,91% | 2019 | |
| | | 54,50% | 2020 | |

56,50%

2021

Fuente: (16)

En la Tabla 7 se hace referencia a la Inseguridad en el Ecuador, donde se puede examinar que desde el año 2015 hasta el año 2021 las cifras han aumentado en 15%, iniciando con el 41,5% y terminando en 56,5%. Se puede observar que estos datos siempre han aumentado año tras año, marcando una clara tendencia alcista, se puede ver que entre el año 2015 y 2016 es cuando el porcentaje aumentó en mayor cantidad respecto de años posteriores, desde 41,5% hasta 48%.

Tabla 8. Tasa de criminalidad en Ecuador desde 2015 hasta 2021.

| Criterio | Fuente | Cifra (%) | Periodo | Lugar |
|--------------|---|-----------|---------|---------|
| Criminalidad | Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), Ministerio del Interior | 2,45% | 2015 | Ecuador |
| | | 2,40% | 2016 | |
| | | 2,35% | 2017 | |
| | | 2,30% | 2018 | |
| | | 2,40% | 2019 | |
| | | 2,50% | 2020 | |
| | | 2,70% | 2021 | |

Fuente: (17), (18)

En la Tabla 8 acerca de los índices de Criminalidad en el Ecuador desde el año 2015 a 2021 se puede ver que se marca una tendencia alcista, aumentando un total de 0,25% en dicho periodo. Se puede examinar que estos datos se han mantenido ligeramente estables entre 2015 y 2019 variando en tan solo 0,15%. De la mano, podemos ver que los datos han aumentado constantemente en 0,1% desde 2018 hasta 2020, iniciando en 2,30% hasta 2,50%, para posteriormente aumentar 0,2% a partir del año 2020 hasta el año 2021. Por último, se puede observar que el pico más bajo se alcanzó en el año 2018 con 2,30% y el pico más alto fue en 2021 con 2,70%.

El Global Organized Crime Index mide la influencia de crimen organizado y su impacto en la sociedad, incluyendo factores como la presencia de mafias, redes de tráfico de drogas, tráfico de personas, corrupción y la capacidad del estado para enfrentar dichos problemas. Debido a la gran influencia y expansión del crimen organizado en el Ecuador se ha visto correcto incluirlo para su posterior comparación con los diversos factores de riesgo.

Tabla 9. Tasa de crimen organizado en Ecuador desde 2015 hasta 2021.

| Criterio | Fuente | Cifra (%) | Periodo | Lugar |
|-------------------|------------------------------|-----------|---------|---------|
| Crimen Organizado | Global Organized Crime Index | 55,00% | 2015 | Ecuador |
| | | 56,00% | 2016 | |
| | | 57,50% | 2017 | |
| | | 59,00% | 2018 | |
| | | 60,50% | 2019 | |
| | | 61,50% | 2020 | |
| | | 62,50% | 2021 | |

Fuente: (19)

En la Tabla 9 se pueden observar datos acerca del Crimen Organizado en Ecuador a lo largo del periodo 2015-2021. Es claro que en este período los datos presentan una tendencia alcista, teniendo una diferencia del 7,5% entre 2015 y 2021, teniendo en promedio un aumento anual constante de 1,07%. De igual manera, se puede observar que el aumento anual entre los años 2016 y 2019 mantuvo una pendiente constante positiva de 1,5 y posteriormente, hasta el 2021, la diferencia fue del 1% por cada año.

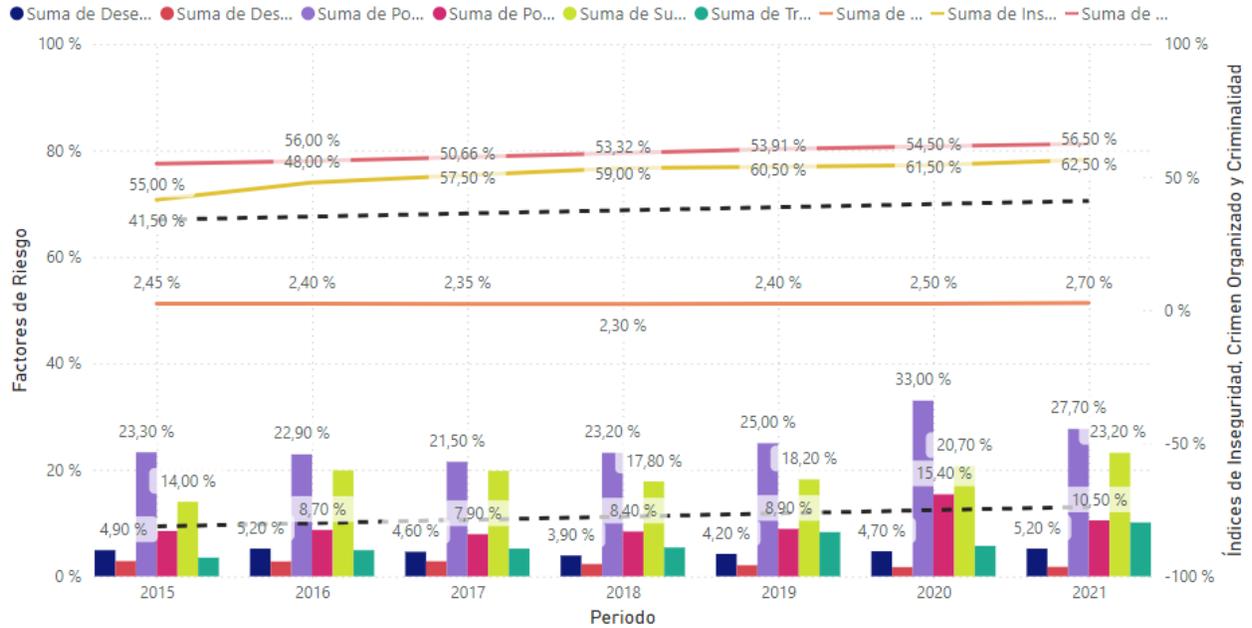


Ilustración 1. Gráfico de evolución de índices de deserción estudiantil, desempleo, pobreza, pobreza extrema, subempleo, trabajo infantil, crimen organizado, inseguridad y criminalidad en el tiempo.

En la Ilustración 1 se presenta un gráfico de barras que muestra el cambio de los índices del factor de riesgo Deserción Estudiantil, Desempleo, Pobreza, Pobreza Extrema, Subempleo y Trabajo Infantil en el tiempo, en conjunto de un gráfico de líneas que representan los índices de Crimen Organizado, Inseguridad y Criminalidad en el tiempo. Recordando los datos, se tiene lo siguiente:

- Pendiente de la línea de tendencia de Deserción Estudiantil $m = -0,2164$.
- Pendiente de la línea de tendencia de Desempleo $m = -0,0179$.
- Pendiente de la línea de tendencia de Pobreza $m = 1,3179$.
- Pendiente de la línea de tendencia de Pobreza Extrema $m = 0,7607$.
- Pendiente de la línea de tendencia de Subempleo $m = 0,9857$.
- Pendiente de la línea de tendencia de Trabajo Infantil $m = 0,8750$.
- Pendiente de la línea de tendencia de Crimen Organizado $m = 1,3036$.
- Pendiente de la línea de tendencia del Inseguridad $m = 2,1875$.
- Pendiente de la línea de tendencia del Criminalidad $m = 0,0357$.
- Coeficiente de correlación de Pearson de Deserción Estudiantil y Crimen Organizado $r = -0,961$.
- Coeficiente de correlación de Pearson de Deserción Estudiantil e Inseguridad $r = -0,832$.
- Coeficiente de correlación de Pearson de Deserción Estudiantil y Criminalidad $r = -0,581$.
- Coeficiente de correlación de Pearson de Desempleo y Crimen Organizado $r = -0,142$.
- Coeficiente de correlación de Pearson de Desempleo e Inseguridad $r = -0,26$.
- Coeficiente de correlación de Pearson de Desempleo y Criminalidad $r = 0,662$.
- Coeficiente de correlación de Pearson de Pobreza y Crimen Organizado $r = 0,717$.
- Coeficiente de correlación de Pearson de Pobreza e Inseguridad $r = 0,514$.
- Coeficiente de correlación de Pearson de Pobreza y Criminalidad $r = 0,585$.
- Coeficiente de correlación de Pearson de Pobreza Extrema y Crimen Organizado $r = 0,635$.
- Coeficiente de correlación de Pearson de Pobreza Extrema e Inseguridad $r = 0,460$.
- Coeficiente de correlación de Pearson de Pobreza Extrema y Criminalidad $r = 0,451$.
- Coeficiente de correlación de Pearson de Subempleo y Crimen Organizado $r = 0,701$.
- Coeficiente de correlación de Pearson de Subempleo e Inseguridad $r = 0,783$.
- Coeficiente de correlación de Pearson de Subempleo y Criminalidad $r = 0,552$.
- Coeficiente de correlación de Pearson de Trabajo Infantil y Crimen Organizado $r = 0,830$.
- Coeficiente de correlación de Pearson de Trabajo Infantil e Inseguridad $r = 0,783$.
- Coeficiente de correlación de Pearson de Trabajo Infantil y Criminalidad $r = 0,639$.

Habiendo obtenido estos datos y ya que se los ha estudiado de manera individual, se analizará los datos de factores de riesgo de manera conjunta en comparación a los índices de Criminalidad y sus derivados. En este punto también es importante recalcar que los índices de correlación de Pearson hallados no necesariamente representan causalidad entre unos datos y otros, solamente muestra cómo las variables aumentan o disminuyen una con relación a la otra. Sin embargo, se puede observar en la Ilustración 28 que la línea de tendencia del conjunto de los factores de riesgo tiene una pendiente positiva, marcando una tendencia alcista al igual que el conjunto de los índices de Criminalidad, lo que permite determinar que estos factores de riesgo sí influyen, de manera tal que se corrobora la hipótesis H1 que dice que los diferentes factores de riesgo que se

encuentran en cierto contexto específico, en efecto actúan en conjunto para influir en el aumento de los índices de criminalidad, dejando totalmente invalidada la hipótesis H0.

DISCUSIÓN

Se observó al realizar el presente trabajo de investigación que de manera individual los factores de Desempleo y Deserción Estudiantil tienen poca influencia sobre los índices de Inseguridad Crimen Organizado y Criminalidad pero al analizar los factores de riesgo en conjunto con los índices se determinó que colectivamente sí tienen un impacto significativo especialmente al observar las tendencias alcistas de las líneas de datos el análisis teórico también demostró cómo las fases de prevención de delitos impactan diferentes aspectos de la población centrándose en los factores internos y externos de los individuos propensos a cometer delitos.

Los factores más influyentes sobre los índices de criminalidad fueron la pobreza extrema subempleo y trabajo infantil destacándose la relación entre pobreza y subempleo ya que ambos están interrelacionados y se refuerzan mutuamente para reducir estos índices se recomienda implementar políticas que aborden la pobreza y el subempleo mejorando la capacitación laboral creando empleos de calidad y brindando acceso a servicios de apoyo social Además se sugiere un enfoque multifactorial en la prevención con un fortalecimiento de programas de prevención del delito campañas de concienciación y educación y un seguimiento constante de los factores de riesgo para ajustar políticas y estrategias fomentando la colaboración entre diferentes sectores del gobierno ecuatoriano.

CONCLUSIONES

La prevención del delito en Ecuador enfrenta desafíos estructurales que requieren un enfoque más integral y coordinado entre diversos sectores de la sociedad, aunque se han destinado recursos significativos para mejorar la seguridad, los esfuerzos han sido mayormente reactivos, centrados en la respuesta ante los delitos en lugar de en su prevención este enfoque ha demostrado ser insuficiente ya que no aborda los factores de riesgo que generan la criminalidad como la pobreza, el desempleo, la exclusión social y la falta de acceso a una educación de calidad, estos factores siguen siendo determinantes clave en la perpetuación de los delitos lo que subraya la necesidad de políticas públicas que no solo se centren en la sanción sino que también prevengan las causas que impulsan a las personas a delinquir.

La criminología como ciencia que estudia las causas del delito ofrece un marco valioso para diseñar estrategias preventivas basadas en datos y evidencia a nivel global, los organismos como la ONU y el Banco Interamericano de Desarrollo han promovido enfoques preventivos que apuntan a mejorar las condiciones de vida de las personas y atacar los factores sociales que favorecen la criminalidad, la falta de atención a estos factores y la ausencia de políticas preventivas eficaces han limitado los avances en este campo.

Para lograr una reducción efectiva de la criminalidad es esencial adoptar un enfoque integral que involucre a la comunidad, el gobierno y las instituciones responsables de la seguridad y el bienestar social, la cooperación de todos los sectores es clave para mejorar la calidad de vida de

la población, abordando las causas subyacentes del crimen como la desigualdad económica y la exclusión social, solo a través de este enfoque integral se podrá lograr una sociedad más segura, justa y equitativa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Samaniego Quiguiri P, Toscano Broncano, Bonilla Morejon, Alfonso Olvera A. Entre la Criminología y la Política Criminal: Caminos para una Justicia Renovada: Editorial Grupo de Asesoría Empresarial y Académico; 2023.
2. Arroyo Aguilar J, Conde Bonfil C. La prevención del delito en México ¿intento de una política pública para la paz? Red CoPaLa. 2019: p. 4-10.
3. Brantingham P, Faust F. A conceptual model of crime prevention. In.; 1976. p. 290.
4. Castro Brahm M. Recomendaciones a los programas de prevención del delito de niños, niñas y jóvenes mediante el análisis de la oferta pública y la identificación de los factores de riesgo que abordan. Santiago; 2021.
5. Dammert L. Prevención comunitaria del delito en América Latina: desafíos y oportunidades. Desafíos, Universidad del Rosario. 2005: p. 2-34.
6. Almicar Fleita B. Criminología. 2002: p. 1-5.
7. Universidad Francisco de Vitoria. Universidad Francisco de Vitoria. [Online].; 2024. Available from: <https://www.ufv.es/que-es-la-criminologia-y-ejemplos-preguntas-grados/>.
8. López S. ConceptosJurídicos.com. [Online].; 2024. Available from: <https://www.conceptosjuridicos.com/ec/delito/>.
9. Real Academia de la Lengua Española. Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española. Vigécimo segunga ed.: Real Academia Española; 2001.
10. UNODC. UNODC. [Online].; 2020. Available from: <https://www.unodc.org/e4j/es/crime-prevention-criminal-justice/module-2/key-issues/1--definition-of-crime-prevention.html>.
11. Epidemiología. Anuario de Morbilidad | Gobierno de México. [Online].; 2023. Available from: <https://epidemiologia.salud.gob.mx/anuario/html/glosario.html>.
12. Hikal W. Factores de riesgo que provocan la criminalidad. Revista Ciencia. 2017; LXVIII: p. 3.
13. Ministerio de Inclusión Económica y Social. Ministerio de Inclusión Económica y Social. [Online]. Available from: <https://www.inclusion.gob.ec/a-todos-compete-erradicar-el-trabajo-infantil/#:~:text=En%20el%20sector%20rural%20el,equivalente%20a%20200%20mil%2C%20a proximadamente>.
14. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). INEC. [Online].; 2024. Available from: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiaWUxZjQyMDUtMzg0Zi00MzI0LTk5NWVlY2JiMmVzMDYyYjdlIiwidCI6ImYxNTlhMmU4LWNhZWVtNDQwNi1iMGFiLWY1ZTI1OWJkYUxExMiJ9>.
15. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). Boletín Técnico: Pobreza y desigualdad. Quito; 2024.

16. Montalvo D. Ecuador registra los niveles más altos de crimen, inseguridad y delincuencia del continente. Nashville; 2024.
17. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). Estadísticas de Seguridad Integral: Delitos de mayor connotación psicosocial. Quito; 2024.
18. Ministerio del Interior. Ministerio del Interior. [Online].; s.f. Available from: <https://cifras.ministeriodelinterior.gob.ec/comisioncifras/#/app/dashboard>.
19. Global Organized Crime Index. ocidex. [Online].; 2023. Available from: <https://ocindex.net/country/ecuador>.

IMPORTANCIA DEL USO DE UN CÓDIGO DE ÉTICA Y MORAL PARA LA REHABILITACIÓN DE PERSONAS PRIVADAS DE LA LIBERTAD

IMPORTANCE OF THE USE OF A CODE OF ETHICS AND MORALITY FOR THE REHABILITATION OF PEOPLE DEPRIVED OF LIBERTY

Walter Geovanny Caminos Manjarrez¹, Lizbeth Alexandra Montesdeoca Coronel²

{wcaminosm@istra.edu.ec¹, lamontesdeocacoronel@istra.edu.ec²}

Fecha de recepción: 27/11/2024

/ Fecha de aceptación: 03/01/2025

/ Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: En los últimos años el sistema penitenciario de Ecuador ha enfrentado graves problemas como el hacinamiento, la falta de recursos la corrupción interna y la ineficacia de los programas de rehabilitación lo que afecta tanto a los internos como a la sociedad ya que el sistema no cumple adecuadamente su objetivo de reintegración, la escasez de personal capacitado y recursos limita las actividades rehabilitadoras, educativas y recreativas esenciales para el desarrollo de los reclusos, la sobrepoblación carcelaria genera un ambiente de violencia y descontrol mientras que la corrupción interna impide el uso eficiente de los recursos y socava la confianza en el sistema penitenciario, ante estos desafíos se propone la implementación de un Código de Ética y Moral que fomente la transparencia la responsabilidad y el respeto dentro de los centros penitenciarios lo que ayudaría a erradicar la corrupción y a promover un trato digno hacia los internos, un enfoque ético en la gestión permitiría optimizar los recursos, mejorar los programas de rehabilitación y garantizar la efectividad de la reintegración social de los reclusos para lograr estos objetivos es esencial aumentar la inversión en infraestructura, fortalecer la capacitación del personal y destinar más recursos a los centros penitenciarios con una gestión más eficiente se mejorarían las condiciones de vida de los internos reduciendo la violencia y favoreciendo su reintegración lo que contribuiría a una sociedad más segura y justa, disminuyendo la reincidencia delictiva y mejorando la convivencia social.

Palabras clave: *Rehabilitación, corrupción, reintegración social, ética, justicia*

¹Instituto Superior Tecnológico República de Alemania, <https://orcid.org/0000-0001-6472-7696>.

²Instituto Superior Tecnológico República de Alemania, <https://orcid.org/0009-0003-8282-8687>.

ABSTRACT: In recent years, Ecuador's prison system has faced serious problems such as overcrowding, lack of resources, internal corruption and the ineffectiveness of rehabilitation programs, which affects both inmates and society, since the system does not adequately meet its reintegration objective, the shortage of trained personnel and resources limits rehabilitative, educational and recreational activities, essential for the development of inmates, prison overpopulation generates an environment of violence and lack of control, while the Internal corruption prevents the efficient use of resources and undermines confidence in the penitentiary system. In the face of these challenges, the implementation of a Code of Ethics and Morals is proposed that promotes transparency, responsibility and respect within penitentiary centers, which that would help eradicate corruption and promote dignified treatment of inmates, an ethical approach in management would allow optimizing resources, improving rehabilitation programs and guaranteeing the effectiveness of the social reintegration of inmates, to achieve these objectives, it is essential increase investment in infrastructure, strengthen staff training and allocate more resources to penitentiary centers, with more efficient management, the living conditions of inmates would be improved, reducing violence and favoring their reintegration, which would contribute to a safer and fairer society , reducing criminal recidivism and improving social coexistence.

Keywords: Rehabilitation, corruption, social reintegration, ethics, justice

INTRODUCCIÓN

En los últimos años los centros penitenciarios en Ecuador han sido objeto de creciente preocupación debido a la crisis de inseguridad y la ineficacia de los programas destinados a la rehabilitación de las personas privadas de libertad lo que afecta tanto a los internos como a la sociedad en su conjunto ya que el sistema diseñado para su reintegración no está cumpliendo con su propósito fundamental de reinsertar a los reclusos de manera exitosa en la comunidad, entre los problemas más graves se encuentran el hacinamiento carcelario, la falta de recursos económicos, la sobrecarga de los programas de rehabilitación y la corrupción que prevalece dentro de las instituciones encargadas de la gestión penitenciaria lo que genera desconfianza y falta de transparencia, en este contexto la implementación de un Código de Ética y Moral en los centros penitenciarios se presenta como una herramienta clave para mejorar la gestión de estos establecimientos, promover la transparencia, reducir la corrupción y garantizar el trato digno a los internos lo cual es fundamental para lograr su rehabilitación y reintegración efectiva en la sociedad (1).

El principal reto que enfrentan las cárceles ecuatorianas radica en la falta de control y la ineficacia de los programas de rehabilitación social a pesar de contar con personal especializado para orientar a los reclusos, la falta de recursos limita la capacidad de estos profesionales ya que la sobrepoblación en los centros genera una atención insuficiente lo que reduce la calidad del acompañamiento ofrecido, esta situación se ve agravada por la escasa formación continua de los trabajadores penitenciarios lo que impide que puedan

ofrecer un servicio de rehabilitación adecuado, la falta de recursos humanos y materiales se refleja en la escasez de actividades recreativas, laborales o educativas, que son esenciales para el desarrollo personal de los internos y su posterior reintegración, la saturación de los centros y la falta de un sistema de gestión eficiente contribuyen a crear un ambiente de violencia y descontrol lo que afecta no solo a los reclusos, sino también al personal encargado de su manejo (2).

Sumado a estos problemas la corrupción dentro de las instituciones penitenciarias se ha convertido en un obstáculo importante para el funcionamiento adecuado de los centros la mala práctica de algunos funcionarios que aprovechan su posición para obtener beneficios personales socava la confianza de los internos y de la sociedad en el sistema penitenciario este tipo de corrupción no solo impide un uso adecuado de los recursos sino que también crea un ambiente de desconfianza y desmotivación entre los trabajadores penitenciarios en este sentido la implementación de un Código de Ética y Moral se vuelve crucial para restaurar la transparencia y la integridad dentro de los centros penitenciarios, un código ético sólido serviría para guiar el comportamiento de los funcionarios y promover la responsabilidad en el uso de los recursos lo que mejoraría la relación entre los reclusos y el personal y favorecería un ambiente más adecuado para la rehabilitación (3).

El hacinamiento carcelario sigue siendo un problema crítico en Ecuador lo que empeora las condiciones de vida dentro de los centros penitenciarios la sobrepoblación genera una gran presión sobre los servicios de salud fomenta un ambiente de violencia y dificulta que los internos accedan a sus derechos más básicos, sin embargo, si se optimizan los recursos disponibles y se implementa un enfoque ético y moral en la gestión de los centros penitenciarios es posible mejorar las condiciones de vida de los internos, brindándoles acceso a una atención adecuada, a programas de rehabilitación y a un entorno seguro y humano lo que contribuiría a reducir la violencia promover la reintegración social y disminuir la reincidencia delictiva, un Código de Ética que promueva principios de respeto, justicia y transparencia podría ser la base para crear un ambiente más equilibrado lo que beneficiaría tanto a los reclusos como a los profesionales encargados de su rehabilitación (4).

La implementación de un Código de Ética y Moral en los centros penitenciarios de Ecuador es fundamental no solo para mejorar la gestión interna de estos establecimientos sino también para promover una rehabilitación efectiva de los reclusos y su posterior reintegración en la sociedad, un enfoque ético permitiría un uso más eficiente de los recursos reduciría la corrupción y garantizaría el respeto de los derechos de los internos, al mejorar las condiciones dentro de las cárceles y promover una rehabilitación adecuada se contribuiría a una sociedad más segura y justa en la que los reclusos tengan la oportunidad de cambiar y aportar positivamente a la comunidad tras cumplir con su condena (5).

Importancia y aplicación

El Código Civil es una herramienta fundamental para la regulación de las relaciones civiles en Ecuador. Su aplicación es vital en la administración de justicia civil y es la base para resolver disputas entre particulares en temas como propiedad, contratos y familia. Además,

proporciona el marco legal para la convivencia pacífica y el orden social. Por ende, el código Civil es un documento de mucha importancia y esencial para regular los aspectos importantes de la vida civil en Ecuador bajo la garantía de derechos y obligaciones que faciliten la interacción social y económica en el país.

El código penal, aquí se establecen todos los comportamientos que constituyen delitos y que deben ser sancionados correspondientemente, regula y determina varios aspectos como los tipos de delitos, penas y como se desarrolla el procedimiento penal. Dentro de este código también se asocia el Código de Procedimiento Penal que es quien define el proceso judicial que se debe seguir de ser el caso, ayudándose de una investigación, posterior a esto el juicio y la ejecución de su respectiva sentencia.

Ética

Universalmente su definición etimológica proviene de dos raíces griegas, *éthos* que significa carácter, indicando que las personas actuamos en base a nuestras convicciones y la segunda relacionada en la actualidad a la moral es *ethika* que es lo que las personas hacen por costumbre. La ética es parte de la filosofía, puesto que son valores y principios que guían a una persona o a una sociedad a tomar correctas decisiones orientadas a principios que deben obedecerse. (6)

Luego de un análisis y orientación se identifican y clasifican los comportamientos humanos, los hábitos, valores, prudencia y decisiones asertivas, carácter. Cuando la ética o reflexión son utilizados para determinar una coherencia en situaciones sociales surgen una variedad como son; éticas de trabajo, ética de familia, religiosas, civiles, entre otras. (7)

Estudiando a la moral, la ética comparte ciertas normas que se consideran correctas e incorrectas y que rigen el comportamiento humano, en otras palabras, analiza lo que es correcto e incorrecto, lo bueno y lo malo, lo justo y lo injusto basándose en varias teorías y áreas de aplicación.

La ética como disciplina filosófica se divide en tres ramas principales: la ética normativa que se ocupa de establecer que acciones son moralmente correctas o incorrectas y desarrollar teorías que guíen el comportamiento humano. La metaética investiga la naturaleza de los juicios morales, explorando cuestiones sobre el significado de términos éticos y la naturaleza de la moralidad misma. Finalmente, la ética aplicada toma los principios y teorías de la ética normativa y los aplica a situaciones específicas y controversiales de la vida real.

Aplicaciones de la ética

Las aplicaciones de la ética se enfocan en diversas áreas como en el ámbito profesional cuando las normas y principios que venimos mencionando, encaminan la conducta de los profesionales para el desenvolvimiento de sus funciones con integridad, responsabilidad y respeto hacia las personas en la sociedad en general, los aspectos que se toman en cuenta son la integridad y honestidad a manera de que los profesionales deben ser transparentes en su accionar en declaraciones pero sobre todo que puedan evitar cualquier mala práctica relacionada al fraude, la ética se aplica responsablemente al asumir las consecuencias de las acciones y decisiones propias siempre y cuando se protejan también los intereses de

colegas o clientes mejorando sus habilidades y actualizando conocimientos constantemente para dar un servicio de calidad que respete la integridad y se proteja cualquier tipo de información brindada que este colaborando en cualquier proceso (8).

Ser justos e imparciales son aspectos que definen a una persona que asegura que todos sean tratados de la misma manera y correcta sin recibir ningún tipo de discriminación reconociendo sus derechos y siendo respetados a manera de evitar conflictos de interés y teniendo en cuenta el gran impacto de las acciones profesionales en la sociedad generado confianza pública y protegiendo la reputación de todos quienes estén asociados al tema.

Ética en la criminología

Según el autor Beristain (2000) la ética en la criminología se refiere a los principios morales que guían las prácticas, decisiones y conductas de los profesionales en el estudio del crimen, la justicia penal y la aplicación de la ley, de tal manera que esto implica la consideración de lo que es correcto o incorrecto en la investigación criminológica, la intervención penal y la administración de justicia, el criminólogo actuará conforme a los principios del Estado de derecho respetando todos los derechos fundamentales teniendo especial consideración la no vulneración de los derechos a la intimidad, confidencialidad, uso responsable de la información y la no discriminación (9).

Por lo que se puede mencionar que la ética en la criminología es fundamental para garantizar que el estudio y la aplicación de la justicia penal se realicen de manera justa, equitativa y respetuosa con los derechos humanos. La ética orienta a los profesionales de la criminología en la toma de decisiones morales, desde la investigación criminal y el trato con los delincuentes hasta la formulación de políticas y la implementación de programas de rehabilitación. Al implementar códigos a la ética empezamos a hablar de moral.

Moral

Para el autor Marín (2021) es un “conjunto de principios, normas y valores que una persona o un grupo social considera aceptables para guiar su conducta. La moral regula el comportamiento de los individuos en la sociedad, dictando lo que se considera correcto e incorrecto, bueno y malo, justo e injusto. Por eso es un sistema de reglas basado en la costumbre, la religión, la cultura y la filosofía, y se ocupa de cómo deben actuar las personas en diversas situaciones”.

La moral es un sistema de creencias y prácticas que una comunidad determinada considera como guía para la conducta ética y social. Por eso estas normas y valores son transmitidos a través de la socialización y reflejan las tradiciones, costumbres y normas culturales de una sociedad específica (Espínola, 2023). La moral sociocultural es dinámica y puede evolucionar con el tiempo, adaptándose a los cambios en la cultura y las condiciones sociales.

Moral en criminología

La moral en la criminología es un aspecto fundamental que influye en la forma en que se abordan el crimen, la justicia penal y las políticas de seguridad. Además, se refiere a los

principios y valores éticos que guían las decisiones y prácticas de los profesionales del sistema de justicia penal. Esto incluye a criminólogos, policías, jueces, abogados y otros actores implicados en la prevención del crimen, la persecución de delitos y la rehabilitación de delincuentes (10).

Por otro lado, la moral en criminología se refiere al conjunto de principios éticos y valores que guían las prácticas, decisiones y políticas dentro del sistema de justicia penal. Esto abarca desde la conducta de los profesionales de la criminología, como policías, jueces y criminólogos, hasta la formulación y aplicación de leyes y políticas de seguridad pública. La moral en criminología busca asegurar que las acciones y decisiones relacionadas con la prevención, investigación, juicio y rehabilitación de los delincuentes sean justas, equitativas y respetuosas de los derechos humanos.

Principios morales en la criminología

De acuerdo con Hidalgo (11) la criminología es una disciplina que no solo se ocupa del estudio del crimen y sus causas, sino también de la aplicación y administración de la justicia. En este contexto, los principios de la moral juegan un papel fundamental al guiar las decisiones y prácticas de los profesionales involucrados en el sistema de justicia penal, por eso se tiene los siguientes principios morales:

Justicia y equidad: La justicia implica tratar a todas las personas de manera justa y equitativa, sin discriminación por raza, género, clase social, religión o cualquier otra característica.

Respeto a los derechos humanos: Los profesionales de la criminología deben respetar y proteger los derechos humanos de todas las personas, incluidos los sospechosos, acusados y condenados.

Integridad y honestidad: Los criminólogos y demás profesionales deben actuar con integridad, reportando datos e investigaciones de manera precisa y honesta, y evitando cualquier forma de corrupción o manipulación de información.

Confidencialidad: La protección de la privacidad y la confidencialidad de la información es crucial, especialmente en la investigación criminal y en el tratamiento de víctimas y delincuentes.

Con esto se puede decir que la moral en la criminología no es solo una cuestión de teoría, sino una necesidad práctica para asegurar que las políticas y prácticas de justicia penal sean justas, equitativas y respetuosas de los derechos humanos. Al adherirse a principios morales sólidos, los profesionales del sistema de justicia penal pueden promover una sociedad más justa y segura, enfrentando los desafíos contemporáneos con integridad y respeto por la dignidad humana.

Rehabilitación

La palabra rehabilitación hace hincapié a la acción de volver a poner a alguien en la posesión de la cual se la retiró o a la reintegración legal, a la honra y capacidad para ejercer los cargos,

derechos o dignidades de las que se le privó en su momento. Todos estos métodos tienen como fin la recuperación de una persona a cualquier actividad o función perdida o disminuida (12).

El Ecuador cuenta con centros de rehabilitación social en las tres regiones principales como son: Costa, Sierra y Oriente y según (13) en el país se puede asegurar en base a esta investigación de tema "LA REHABILITACIÓN SOCIAL EN EL ECUADOR Y EN EL CONTEXTO DEL CÓDIGO DE EJECUCIÓN DE PENAS" que el cumplimiento a las normas y a los derechos humanos han sido violentados y únicamente grabados en un papel, y que a comparación de la práctica es alto el índice de violación de los mismo, aparte de violar con los compromisos internacionales también se nota un incumplimiento claro de las reglas mínimas para el tratamiento de los reclusos.

Debido al aumento de desempleo, a los niveles de pobreza, la baja calidad en educación, el expendio de drogas, los hogares disfuncionales y la migración, arrastran consecuencias que ahora se los ve como factores de riesgo con más alta probabilidad al delinquir. Por ello, una gran cantidad de personas regresan a las cárceles, tras no haber recibido una correcta rehabilitación que proporcionaría a su vez una excelente reinserción a la sociedad, al sentir el fracaso de los procesos de rehabilitación quienes se encargan del sistema de justicia no son idóneos para el cumplimiento de sus funciones por temas mencionados anteriormente en esta investigación.

Ética y moral en los centros de rehabilitación social

La ética y la moral en los centros carcelarios son fundamentales para la rehabilitación efectiva de los reclusos. De tal manera que Nuñez (14) menciona que la dignidad humana es el pilar fundamental en cualquier proceso de rehabilitación dentro de los centros carcelarios.

Por eso es esencial que los reclusos sean tratados con respeto y consideración, independientemente de los delitos que hayan cometido, esto implica garantizar condiciones de vida decentes, proporcionar una alimentación adecuada, asegurar el acceso a atención médica y ofrecer oportunidades para el desarrollo personal, la educación y la formación laboral son componentes cruciales de la rehabilitación, al presentar programas educativos no solo proporcionan conocimientos sino que también ayudan a los reclusos a desarrollar habilidades críticas para su reintegración en la sociedad. Además, la formación laboral prepara a los internos para el empleo post-liberación, aumentando sus posibilidades de encontrar trabajo y reduciendo la probabilidad de reincidencia.

El apoyo psicológico es vital para abordar problemas subyacentes como la adicción el trauma y otros trastornos mentales por eso ofrecen servicios de psicoterapia dentro de las cárceles puede ayudar a los reclusos a lidiar con sus problemas personales y emocionales, facilitando su rehabilitación, los servicios de asistencia social pueden ayudar a resolver problemas familiares y personales lo que es crucial para una reintegración exitosa en la sociedad después de la liberación (15).

De igual manera los programas de rehabilitación deben ser personalizados para abordar las necesidades específicas de cada recluso, esto le da un enfoque individualizado garantiza que los programas sean efectivos y relevantes, es importante contar con un plan de reinserción bien estructurado que contemple el apoyo continuo una vez que el recluso es liberado, cuando se aplican de manera coherente y sistemática no solo benefician a los reclusos sino también a la sociedad en general, promoviendo una reintegración exitosa y reduciendo la reincidencia delictiva.

De esta manera en el Ecuador la rehabilitación social es: “Las estrategias de rehabilitación contemplan el desarrollo de actividades educativas, laborales, culturales, deportivas y de salud integral, enfocadas a cumplir el nuevo modelo de gestión penitenciaria, es así que la ética y la moral son componentes esenciales en los centros carcelarios para la rehabilitación de los reclusos en Ecuador” (16).

La aplicación de estos principios busca no solo mejorar las condiciones de vida de los internos, sino también facilitar su reintegración en la sociedad de manera efectiva y humanizada. Por eso la implementación de principios éticos y morales en los centros carcelarios de Ecuador sirve para promover la dignidad humana, reducir la reincidencia y facilitar la reintegración exitosa de los reclusos en la sociedad.

RESULTADOS

Tabla 1. Resultados

| Áreas Problemáticas | Acciones Sugeridas | Tipo de Solución |
|--|---|---------------------------------------|
| Corrupción en el Sistema | Implementación de auditorías sorpresivas y frecuentes | Gestión de recursos y control |
| | Fortalecimiento del código ético y normativas para el personal | Normativa ética y profesional |
| Falta de Recursos | Aumento de presupuesto para formación constante y adquisición de equipos tecnológicos | Gestión de recursos y capacitación |
| | Descentralización de funciones administrativas para mejorar la eficiencia operativa | Reestructuración organizacional |
| Hacinamiento y Falta de Infraestructura | Expansión de las instalaciones carcelarias y mejora de las condiciones de vida de los internos | Infraestructura |
| | Implementación de programas que optimicen el uso del espacio disponible, como actividades recreativas y laborales | Reestructuración organizacional |
| Deficiencia en la Capacitación del Personal | Capacitación continua en derechos humanos, mediación de conflictos y uso de nuevas tecnologías | Capacitación y desarrollo profesional |

| | | |
|--|---|---|
| Violencia Interna y Externa | Mejorar la seguridad interna con la contratación de más agentes de seguridad y equipamiento adecuado (detectores de metales, biometría) Fomentar la colaboración interinstitucional para mejorar la coordinación en las intervenciones | Seguridad y recursos humanos Colaboración interinstitucional |
| Deficiencias en los Programas de Rehabilitación | Personal capacitado y comprometido con los programas de rehabilitación Mejorar el seguimiento a los internos post-liberación para asegurar la reinserción exitosa | Capacitación y motivación Apoyo post-liberación |

Control y transparencia: Es esencial establecer un sistema de auditoría para prevenir y detectar prácticas corruptas, el fortalecimiento de un código ético robusto es clave para asegurar la integridad del personal.

Recursos: La inversión en recursos materiales como tecnología para el control de acceso y la capacitación continua de los empleados son esenciales para una gestión más efectiva del sistema penitenciario.

Infraestructura: Mejorar la infraestructura del centro penitenciario para reducir el hacinamiento y crear espacios adecuados para programas de rehabilitación es fundamental para la rehabilitación exitosa de los reclusos.

Seguridad: La seguridad interna debe ser reforzada mediante la contratación de más agentes y la actualización tecnológica en los centros de detención lo cual también ayuda a mejorar el ambiente para los programas de rehabilitación.

Capacitación: Es crucial que el personal esté en constante capacitación en aspectos técnicos de derechos humanos y gestión de crisis para manejar mejor los conflictos y mejorar la relación con los internos.

Colaboración: Fomentar la colaboración interinstitucional es necesario para mejorar las intervenciones y asegurar que se aborden adecuadamente tanto las necesidades de seguridad como de rehabilitación.

DISCUSIÓN

El sistema penitenciario ecuatoriano enfrenta varios retos que requieren atención urgente y soluciones integrales para mejorar tanto las condiciones de los reclusos como el ambiente laboral de los funcionarios a través de las entrevistas realizadas se han identificado varias áreas clave que necesitan intervención inmediata como la corrupción, la falta de recursos, la infraestructura inadecuada, la violencia interna, la falta de capacitación del personal y las falencias en los programas de rehabilitación cada uno de estos aspectos afecta gravemente la efectividad del sistema por lo que abordarlos con soluciones apropiadas es esencial para generar un cambio real en las cárceles del país.

Uno de los problemas más preocupantes es la corrupción que impacta tanto la seguridad como los procesos de rehabilitación dentro de las cárceles los entrevistados coinciden en que la corrupción fomenta prácticas ilícitas como el tráfico de sustancias y objetos peligrosos lo que pone en riesgo a todos los involucrados para abordar este problema se propone la implementación de auditorías sorpresivas y frecuentes que garanticen la transparencia y el uso adecuado de los recursos también es necesario fortalecer el código ético y promover una cultura de integridad dentro de las instituciones penitenciarias para erradicar la corrupción y recuperar la confianza tanto del personal como de la sociedad.

Otro desafío importante es la falta de recursos tanto humanos como materiales las entrevistas destacan la carencia de personal capacitado y la escasez de tecnología adecuada lo que afecta directamente la calidad de los servicios prestados en las cárceles una solución sería aumentar el presupuesto destinado a la formación continua del personal y adquirir tecnología de control y seguridad que permita mejorar la gestión y seguridad en los centros penitenciarios se debe mejorar la infraestructura de las cárceles para ofrecer un ambiente más seguro y adecuado para los internos y el personal lo que es fundamental para facilitar el proceso de rehabilitación también se proponen programas recreativos y laborales para reducir el hacinamiento y proporcionar nuevas habilidades a los reclusos que favorezcan su reintegración social.

La capacitación del personal es otro aspecto crítico que necesita atención los funcionarios deben estar preparados para tratar con los reclusos de manera profesional y humana especialmente en lo relacionado con los derechos humanos la mediación de conflictos y el manejo de situaciones de crisis mejorar la formación continua del personal penitenciario es clave para crear un ambiente positivo y efectivo dentro de los centros también se considera esencial fomentar la colaboración interinstitucional, ya que el trabajo conjunto con otras entidades puede garantizar una gestión más eficiente y un enfoque holístico en la rehabilitación de los internos.

Los programas de rehabilitación son fundamentales para el proceso de reinserción social, pero para que sean efectivos deben estar mejor estructurados y adaptados a las necesidades individuales de cada recluso es crucial motivar a los internos a participar en estos programas lo que a su vez ayudará a reducir la reincidencia delictiva, se debe implementar un seguimiento post-liberación que garantice que los reclusos que han cumplido su condena puedan reintegrarse de manera exitosa a la sociedad minimizando el riesgo de reincidir.

CONCLUSIONES

El sistema penitenciario de Ecuador enfrenta serios desafíos que afectan tanto a los internos como a la sociedad en su conjunto, el hacinamiento carcelario, la falta de recursos, la sobrecarga de programas de rehabilitación y la corrupción estructural son problemas críticos que impiden una reinserción efectiva de los reclusos y la mejora de las condiciones de vida dentro de las cárceles, a pesar de contar con personal especializado la escasez de recursos y la saturación de los centros limitan la capacidad de ofrecer una rehabilitación adecuada lo que genera un entorno violento y descontrolado, la corrupción dentro de las

instituciones penitenciarias socava la confianza en el sistema y dificulta el uso eficiente de los recursos destinados a la reintegración social.

En este contexto la implementación de un Código de Ética y Moral en los centros penitenciarios emerge como una herramienta clave para mejorar la gestión interna y promover la transparencia, este código ético sólido no solo ayudaría a reducir la corrupción y promover una cultura de integridad sino que también facilitaría el trato digno hacia los internos favoreciendo un ambiente adecuado para su rehabilitación, es fundamental que se optimicen los recursos se fortalezcan los programas de formación continua del personal penitenciario y se mejoren las infraestructuras creando un entorno más seguro y humano tanto para los reclusos como para los trabajadores.

El éxito en la rehabilitación de los internos depende de una gestión más eficiente y ética lo cual tiene un impacto directo en la reducción de la reincidencia delictiva y en la construcción de una sociedad más justa y segura, la implementación de un enfoque ético en el sistema penitenciario ecuatoriano no solo es una necesidad urgente sino una inversión a largo plazo en la reintegración social de los reclusos y en la mejora de la seguridad y bienestar de toda la comunidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ávila, J. L. (2023). El impacto del hacinamiento y la violación al derecho de la rehabilitación social de las personas privadas de la libertad en la cárcel de la ciudad de ambato. "UNIANDES" Facultad de Jurisprudencia, 1-25.
2. Beristiain, A. (2000). Ética en la criminología europea.
3. Boff, L. (2020). Moral y Ética. dialnet, 1-6.
4. Castro Brahm, M. (2021). Recomendaciones a los programas de prevención del delito de niños, niñas y jóvenes mediante el análisis de la oferta pública y la identificación de los factores de riesgo que abordan. Santiago: Universidad del Desarrollo. <https://repositorio.udd.cl/server/api/core/bitstreams/1469b83d-dbe4-4610-a729-9c49944891b4/content>
5. Comisión Deontológica. (2018). Código deontológico. https://colegiocriminologosmadrid.es/wp-content/uploads/C%C3%B3digo-Deontol%C3%B3gico_CPCM-1.pdf
6. Espínola, J. (2023). Moral. <https://concepto.de/moral/>
7. Gómez, E. (2021). Hablemos de ética y de moral. <https://fundapreven.wixsite.com/criminologia/post/la-%C3%A9tica-y-la-moral>
8. Hazlitt, H. (2014). Los fundamentos de la moral. <https://jeffersonamericas.org/wp-content/uploads/2020/07/fundamentos-de-la-moral.pdf>
9. Hidalgo, J. (2023). El fomento de los valores éticos y morales como inhibidores de la conducta delictiva y como mecanismo a largo plazo de reducción de delitos.

<https://criminologia.news/prevencion-delincuencial-el-fomento-de-los-valores-eticos-y-morales-como-inhibidores-de-la-conducta-delictiva-y-como-mecanismo-a-largo-plazo-de-reduccion-de-delitos/>

10. León, G., & Andrade, G. (2018). La rehabilitación social y el derecho al trabajo de las personas privadas de libertad. <https://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/9410#:~:text=En%20el%20Ecuador%20la%20rehabilitaci%C3%B3n,nuevo%20modelo%20de%20gesti%C3%B3n%20penitenciaria.>
11. López Calva, M. (2013). SciELO. Perfiles educativos, vol 35.: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982013000400020
12. Marín, P. (2021). ¿Qué es ética y moral? https://p.plataformaintegra.net/lalibertad/arc/ptareas/11-A_LA_ETICA_Y_LA_MORAL_.FILOSOFIA_Keyla_Gomez__.pdf
13. Morales, O. R. (2022). Derechos de las personas privadas de libertad en el proceso de rehabilitación en Ecuador. Digital Publisher, 310,311;320.
14. Nuñez, N. (2018). Incumplimiento del principio de rehabilitación social y su incidencia en las personas privadas de la libertad. <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6178/1/T2606-MDPE-Nu%C3%B1ez-Incumplimiento.pdf>
15. Ormart, E., Basanta, E., & Brunetti, J. (2002). La psicología del desarrollo moral (debates y problemas). <https://www.aacademica.org/elizabeth.ormart/128.pdf>
16. Saldarriaga, M. A., & Cevallos, A. D. (2020). Hacia un código de ética para personal penitenciario en Ecuador. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*, 2-5;28,29.
17. Valenzuela De La Torre, N. (Mayo de 2007). Universidad Internacional SEK. <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/282/1/La%20rehabilitaci%C3%B3n%20social%20en%20el%20Ecuador%20y%20en%20el%20contexto%20del%20c%C3%B3digo%20de%20ejecuci%C3%B3n%20de%20penas.pdf>

INCIDENCIA EN LAS SENTENCIAS POR LA FALTA DEL MEJORAMIENTO DE HERRAMIENTAS PERICIALES EN EL AMBITO JUDICIAL Y CRIMINALÍSTICO

IMPACT ON SENTENCES DUE TO THE LACK OF IMPROVEMENT OF EXPERT TOOLS IN THE JUDICIAL AND CRIMINAL FIELD

Walter Geovanny Caminos Manjarrez¹, Kelly Johana Cadena Enriquez²

{wcaminosm@istra.edu.ec¹, kjcadenaenriquez@istra.edu.ec²}

Fecha de recepción: 27/11/2024

/ Fecha de aceptación: 03/01/2025

/ Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: El presente trabajo de investigación se centró en analizar las razones detrás de la falta de mejora en las herramientas periciales utilizadas por los peritos judiciales y criminalísticos, se empleó una metodología cualitativa con un diseño no experimental, la recopilación de datos se realizó mediante entrevistas a dos profesionales expertos en el tema utilizando un cuestionario compuesto por 15 preguntas con el fin de evaluar diversos aspectos relacionados con las herramientas periciales, se utilizó Excel para la ponderación de los resultados obtenidos lo que permitió validar los datos y verificar las hipótesis planteadas los resultados obtenidos revelaron que los participantes perciben una carencia significativa en la mejora de las herramientas periciales destacando áreas clave que requieren fortalecimiento como la integración de programas de capacitación sobre el uso adecuado de las herramientas, el fomento de habilidades técnicas entre los peritos y el impulso de proyectos orientados a la implementación de nuevas tecnologías periciales este estudio proporciona información relevante sobre las limitaciones existentes en el ámbito de las herramientas periciales subrayando la necesidad urgente de capacitación tanto para los peritos como para las instituciones involucradas a través de la formación continua y el desarrollo de capacidades técnicas, se pretende mejorar la calidad de las investigaciones periciales y por ende contribuir al fortalecimiento de los procesos judiciales y criminalísticos en el país.

Palabras clave: *Herramienta pericial, impacto, peritos, resolución jurídica, víctimas*

¹Instituto Superior Tecnológico República de Alemania, <https://orcid.org/0000-0001-6472-7696>.

²Instituto Superior Tecnológico República de Alemania, <https://orcid.org/0009-0000-7335-6858>.

ABSTRACT: The present research work focused on analyzing the reasons behind the lack of improvement in the expert tools used by judicial and criminalistic experts. For this, a qualitative methodology with a non-experimental design was used. Data collection was carried out through interviews with two expert professionals on the subject, using a questionnaire composed of 15 questions, in order to evaluate various aspects related to expert tools. In addition, Excel was used to weight the results obtained, which allowed validating the data and verifying the hypotheses raised. The results obtained revealed that the participants perceive a significant lack in the improvement of expert tools, highlighting key areas that require strengthening. such as the integration of training programs on the proper use of tools, the promotion of technical skills among experts and the promotion of projects aimed at the implementation of new expert technologies, this study provides relevant information on the existing limitations in the field of tools expert investigations, highlighting the urgent need for training for both the experts and the institutions involved through continuous training and the development of technical capabilities, the aim is to improve the quality of expert investigations and therefore contribute to the strengthening of judicial processes and criminalistics in the country.

Keywords: Expert tool, impact, experts, legal resolution, victims

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial se ha identificado una carencia significativa en la mejora de las herramientas periciales lo que representa un problema evidente en la actualidad ya que esta falta de actualización impide ofrecer testimonios más verídicos durante las investigaciones las herramientas periciales actuales no permiten obtener resultados óptimos por lo que resulta necesario implementar programas de capacitación para los profesionales de las instituciones encargadas con el fin de actualizar y mejorar sus conocimientos en el uso de dichas herramientas esto permitirá que los expertos sean más eficientes y competentes al llevar a cabo las pericias (1).

En el caso de Ecuador la falta de actualización y conocimiento sobre las herramientas periciales es una preocupación ya que las herramientas disponibles no son modernas y en muchos casos son obsoletas, lo que retrasa el proceso de las pericias y genera inconsistencias a la hora de verificar las pruebas, esta situación también contribuye a la corrupción ya que existen deficiencias en algunos casos de investigación lo que evidencia que el avance en las herramientas periciales no es el adecuado (2).

En las áreas de "Violencia contra la mujer y de género" y "Criminalística" de la Policía Nacional, las herramientas utilizadas para las pericias son anticuadas debido a la falta de recursos económicos para proporcionar los insumos necesarios a las instituciones, los peritos deben considerar no solo las evidencias físicas sino también los testimonios de las víctimas los victimarios y los testigos para completar la investigación (3).

Se ha identificado que tanto las entidades públicas como privadas carecen de una adecuada investigación y capacitación de los peritos judiciales esto ha revelado un deterioro en los conocimientos de los profesionales y una falta de personal capacitado para la búsqueda de indicios o pruebas, a menudo los peritos no reciben una formación adecuada sobre el uso de las herramientas y la correcta recolección de pruebas, esta

investigación tiene como propósito proponer una asignación presupuestaria para la capacitación de los peritos y la correcta utilización de las herramientas necesarias en las investigaciones (4).

El proyecto contempla la creación de varios cursos que permitan a los peritos mantenerse actualizados en el manejo de las herramientas necesarias para un peritaje preciso y profesional, estos cursos garantizarán que el personal esté debidamente capacitado para desempeñar su labor en los diferentes ámbitos que requieren la intervención de un perito experimentado y competente (5).

La capacitación de los peritos se llevará a cabo a través de las instituciones en las que trabajan, teniendo en cuenta el nivel de conocimiento que cada uno tiene sobre las herramientas periciales utilizadas, así como el tiempo de respuesta tanto de las herramientas como de los propios peritos, se prevé la adquisición de herramientas actualizadas para mejorar la eficacia de las investigaciones y el desempeño de los peritos (6).

Se realizarán entrevistas que permitirán evaluar el nivel de conocimiento de los peritos sobre las herramientas utilizadas en las pericias, lo que servirá para seguir actualizando sus conocimientos y mejorar tanto el trabajo individual como grupal en cada caso de investigación, el objetivo es obtener pericias más eficaces, eficientes, claras y verídicas para que los jueces, fiscales y otras autoridades puedan comprender mejor la secuencia de los hechos y las evidencias encontradas (8).

La investigación se llevará a cabo utilizando un enfoque cualitativo, ya que es fundamental obtener información sobre el conocimiento de los peritos respecto a las herramientas periciales tanto manuales como tecnológicas este enfoque permitirá implementar mejoras en el uso de estas herramientas a través de capacitaciones y conocimientos avanzados, tanto a nivel mundial como nacional e institucional, se elaborará una capacitación tomando en cuenta un análisis económico del presupuesto necesario para mejorar las herramientas de los peritos judiciales y criminalísticos en instituciones como la Fiscalía, la Policía Nacional y los juzgados (7).

A partir de las entrevistas realizadas se pudo concluir que los profesionales entrevistados sí recibieron las capacitaciones necesarias en sus instituciones, las cuales contribuyen al mejoramiento tanto individual como grupal, las herramientas disponibles en sus establecimientos eran tanto actuales como antiguas y dichos profesionales utilizan estas herramientas en el cotejo de huellas y otras evidencias en las escenas del crimen, el propósito es lograr un mejoramiento continuo en los conocimientos y en las herramientas tanto a nivel individual, grupal como institucional para hacer más eficaces las investigaciones y obtener pruebas más verídicas (9).

La investigación se centra en la falta de actualización y capacitación de los peritos judiciales y de criminalística, un problema que impacta directamente en la calidad y efectividad de las investigaciones en el ámbito judicial, se ha identificado que tanto las entidades públicas como privadas encargadas de brindar soporte a estas investigaciones no están proporcionando una formación adecuada a los peritos lo que ha resultado en un deterioro en sus conocimientos y habilidades, además de una escasez de personal

debidamente capacitado para llevar a cabo las labores de búsqueda de pruebas e indicios necesarios en las investigaciones (10).

Esta deficiencia en la capacitación y el uso adecuado de las herramientas para realizar las pericias ha generado situaciones en las que las investigaciones no se realizan de manera eficiente, afectando la precisión de las pruebas y dificultando el esclarecimiento de los hechos como consecuencia en muchos casos los responsables de delitos no son procesados correctamente y por ende no reciben las sanciones que merecen, la falta de recursos económicos en las entidades públicas ha agravado esta situación ya que muchas veces no se asigna el presupuesto necesario para adquirir herramientas modernas y proporcionar la formación continua que los peritos requieren (11).

Un factor importante que se ha identificado en la investigación es la corrupción dentro de las instituciones encargadas de la administración de justicia este fenómeno contribuye a que no se reconozca la magnitud del problema ni la necesidad urgente de mejorar la capacitación de los peritos lo que finalmente repercute en la falta de confianza en el sistema judicial y en la calidad de las investigaciones, la falta de atención a la formación adecuada de los profesionales que se encargan de las pericias también implica una violación a su código deontológico que establece los principios éticos y morales que deben guiar su actuación, particularmente en el trato con las personas involucradas en los casos ya sean víctimas, acusados o testigos (12).

Una de las principales propuestas de la investigación es la creación de cursos y programas de formación especializados que permitan a los peritos mantenerse actualizados sobre las herramientas más recientes y los métodos más eficaces en su campo estos cursos no solo brindarán conocimiento técnico sino que también asegurará que los peritos estén mejor preparados para realizar peritajes que sean confiables y de calidad, se plantea la necesidad de asignar presupuesto a estas capacitaciones estrategias y cursos garantizando que tanto las herramientas como el personal estén bien preparados y que las investigaciones se lleven a cabo con la debida profesionalidad (13).

La investigación destaca la importancia de la colaboración entre las entidades públicas y privadas en la mejora de las instituciones encargadas de las investigaciones, es crucial que estas instituciones asuman un compromiso con el fortalecimiento de las capacidades de los peritos asignando los recursos necesarios para que puedan realizar su trabajo de manera eficaz y ética, la corrupción en estas instituciones es otro aspecto clave que debe abordarse implementando medidas para garantizar la transparencia y la rendición de cuentas lo que a su vez contribuirá a mejorar la calidad de las investigaciones (14).

Herramientas periciales

Estas herramientas nos permiten muchas cosas como una mejor productividad y almacenar información incluyendo el establecimiento de un calendario de actuar y mantener reuniones este conocimiento que es muy extenso y debe demostrarse en todos los ámbitos laborales, el uso de aplicaciones y metodologías de vanguardia ayudan a dar consistencia en los testimonios como en la forma y en el fondo (15).

Estas herramientas periciales son demasiado importantes ya que se usan para un mejoramiento tanto de la investigación como para redactar los informes periciales que son muy fundamentales en cada caso que se le asigne al perito judicial y al momento de este estar capacitado tendrá un mejor desempeño en su trabajo, ayudando a la investigación con pruebas verídicas y reales que son anteriormente comprobadas con dichas herramientas.

Mejoramiento de las herramientas periciales

En la actualidad podemos decir que con la actualización y mejoramiento de la tecnología hay más posibilidad de poder resguardar los teléfonos haciendo de esto un desafío para los investigadores en los momentos cruciales ya que debido a la información contenida dentro de estos se van convirtiendo en una prueba para ellos, los peritos o las personas que usan más de una de estas herramientas necesitan producir mejores resultados dirigidos a la investigación, el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST), dicha institución desarrolla programas de pruebas para aquellas herramientas forenses con el fin de poner a prueba la confiabilidad, capacidad y ayuda que brindan estas herramientas en cada caso para que cada perito se pueda ayudarse de estas, las mismas que se han dirigido al público en general (16).

Podemos decir que el mejoramiento de estas herramientas con lleva de mucho dinero es decir de ver una valoración económica para que pueda ser alcanzable para todos los usuarios porque existe varias herramientas que se usan en empresas, instituciones públicas y privadas e incluso puede llegar a usar la policía, fiscalía entre otros, con el fin de darle un buen uso y mejoramiento en cada caso que tengan ya sea sencillo o practico creando así una táctica verídica y eficaz en las investigaciones.

Peritaje

El peritaje es un informe que lo realiza un experto, perito o perito judicial, el cual debe ser experto en un área específica, dicho informe se lo realiza con el fin de presentárselo a un juez Tribunal para poder esclarecer o explicar algún hecho, este hecho debe explicarse con alguien que sepa del tema ya este suele ser muy complejo y necesita ser explicado de la mejor manera que sea entendible y claro, cuando ocurre esta situación donde se puede optar por un perito para que el ayude a explicar la situación o el hecho del que se hace referencia, el perito debe realizar un informe en el que da su versión de lo ocurrido, ayudando a poder llegar a las conclusiones, así es como permite que el juez entienda todo lo ocurrido de manera clara (15).

El peritaje es una ayuda para llegar a la resolución de dudas y la contestación de preguntas, en caso de que estas no quedasen claras el juez, el Tribunal o las partes pueden pedir al perito que les ayude a entenderlas. Un elemento fundamental de este es como el informe busca aclarar cualquier hecho o situación, este debe estar escrito de forma clara y sencilla.

Estructura del peritaje

Un informe es el que aspira aclarar cualquier hecho, donde el peritaje debe ser lo más lógico y claro posible. La estructura de un informe pericial cuanta con: introducción, metodología, información de identificación, normativa, análisis de cuestiones

suscitadas, descripción de los hechos, entre otros que veremos a continuación: Introducción, Metodología, Información de identificación, Normativa, Análisis de cuestiones suscitadas, Descripción de los hechos, Historia familiar, historia personal, evaluación mental, Instrumentos de diagnósticos, Resultados, Análisis de resultados, Conclusiones y Recomendaciones (16).

El peritaje es una forma básica que se usa para poder ayudar a esclarecer un hecho o situación, en la cual el perito hace un informe explicando como ocurrieron los hechos y lo va redactando de forma clara y sencilla para que sea entendible para los presentes que lean dicho informe, si dicho informe no está entendible deberá el perito explicarlo de forma oral a quien se lo esté pidiendo ya sea al juez, Tribunal o las partes ya sea del demandado o demandante.

RESULTADOS

En la investigación se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 1. Resultados de la Investigación

| Aspectos | Respuesta de Tec. Magaly Dolores Cárdenas Sánchez | Respuesta de Abg. Erick David Morales Pérez | Interpretación/Beneficio de la Respuesta |
|---|---|--|--|
| Ambiente laboral | Compañerismo y competencia laboral. | Relación laboral llevadera; lo importante es el trabajo. | Ambas respuestas sugieren un ambiente laboral colaborativo, pero el énfasis en el trabajo se percibe como más profesional y centrado en el cumplimiento de objetivos en el caso del abogado. |
| Investigaciones con compañeros | Sí, ha trabajado con compañeros en investigaciones. | Sí, colabora con otros peritos y profesionales. | Ambas respuestas reflejan una fuerte cooperación interdisciplinaria, indicando que la colaboración entre expertos es fundamental en su trabajo, sea técnico o legal. |
| Capacitación de compañeros | Compañeros capacitados para usar herramientas periciales. | Profesionales con experiencia y conocimiento. | Ambas respuestas destacan que el equipo tiene formación adecuada, lo que refuerza la importancia de la capacitación continua, especialmente en áreas técnicas y jurídicas. |
| Conocimiento sobre herramientas periciales | Conocimiento suficiente para cumplir funciones. | Conocimiento básico, depende de otros peritos. | El conocimiento es adecuado en ambos casos, pero el abogado depende más de otros expertos para elaborar informes detallados, mientras que la técnica tiene una autonomía mayor. |
| Uso de herramientas periciales | Sí, las utiliza para investigaciones y pruebas. | Ha trabajado con informes de otros profesionales. | La respuesta de Magaly resalta el uso directo de las herramientas técnicas, mientras que Erick depende de la colaboración interdisciplinaria para recopilar datos y generar informes. |

**INCIDENCIA EN LAS SENTENCIAS POR LA FALTA DEL MEJORAMIENTO DE HERRAMIENTAS PERICIALES EN EL
AMBITO JUDICIAL Y CRIMINALÍSTICO**

| | | | |
|--|---|--|---|
| Conocimiento sobre herramientas actuales | Conocimiento práctico adecuado. | Conocimiento limitado, depende de otros profesionales. | En términos de herramientas tecnológicas, ambos reconocen la importancia, aunque la técnica tiene un mayor dominio de herramientas prácticas, mientras que el abogado tiene un conocimiento teórico básico. |
| Capacitación recibida | Sí, la capacitación es frecuente y continua. | Sí, se reciben capacitaciones anuales. | Ambas respuestas coinciden en que las capacitaciones son frecuentes y valiosas, reforzando la importancia de actualizar los conocimientos para una correcta aplicación de las herramientas. |
| Uso de herramientas periciales y su impacto | Mejora la calidad y precisión de las investigaciones. | Mejora la eficiencia del servicio ofrecido. | Las herramientas periciales en ambos contextos son vistas como cruciales para la mejora de la calidad y la eficiencia del trabajo realizado, en términos de veracidad, tiempo de respuesta y resultados finales. |
| Tipos de pruebas realizadas | Comparativas, análisis de indicios, pruebas físicas. | Exámenes médicos, psicológicos y testimonios. | En la técnica, el trabajo se enfoca en pruebas físicas e instrumentales, mientras que en el campo de la violencia se priorizan pruebas más subjetivas (testimonios y exámenes). Ambos tipos de pruebas se complementan en investigaciones. |
| Tiempo de uso de herramientas | Varía según la complejidad de la investigación. | Usualmente entre 1 y 2 horas. | La variabilidad en el uso de herramientas según la complejidad en el caso de Magaly puede implicar un proceso de investigación más exhaustivo, mientras que el tiempo más corto mencionado por Erick refleja la inmediatez de las pruebas en casos legales. |

Interpretación general

Colaboración Interdisciplinaria: En ambas áreas (técnica y legal), es fundamental la colaboración entre diferentes profesionales (peritos, médicos, psicólogos, abogados) para asegurar que el proceso de investigación y evaluación sea completo y preciso. Esto también resalta la importancia del trabajo en equipo en la resolución de casos complejos.

Capacitación y Conocimiento: Ambos profesionales destacan la capacitación constante y el conocimiento técnico sobre las herramientas que utilizan. Sin embargo, la técnica tiene un conocimiento más profundo y práctico de las herramientas periciales, mientras que el abogado depende más de los informes generados por otros expertos. Esto puede interpretarse como una especialización de cada uno en su campo, pero complementándose en el trabajo final.

Herramientas Periciales: Las herramientas tecnológicas juegan un papel clave en ambas áreas, pero con diferentes enfoques. En el área técnica, el uso de herramientas prácticas (microscopios, cámaras, espectroscopios) tiene un impacto directo en las investigaciones, mientras que, en el área legal, las herramientas se centran en la recopilación de pruebas a través de testimonios y evaluaciones de las víctimas.

Tiempo y Eficiencia: La técnica tiene que lidiar con una variedad de herramientas y una investigación más detallada, mientras que el abogado tiende a realizar un análisis más breve de los testimonios y pruebas, lo que implica un tiempo de uso más corto en las herramientas.

Mejoras en el proceso: En general, las respuestas coinciden en que las herramientas mejoran la precisión de los análisis y la eficiencia de las investigaciones, pero también se destacan las diferencias en la manera en que cada campo utiliza y depende de estas herramientas.

DISCUSIÓN

La tabla presentada permite observar una comparación detallada entre dos áreas clave dentro del proceso judicial: el área técnica pericial (representada por la técnica Magaly Dolores Cárdenas Sánchez) y el área legal (representada por el abogado Erick David Morales Pérez). A través de las respuestas proporcionadas es posible identificar aspectos tanto comunes como diferenciadores en cuanto a las herramientas periciales utilizadas el ambiente de trabajo y la capacitación y conocimiento requerido para llevar a cabo investigaciones efectivas.

Una de las primeras observaciones clave es la importancia de la colaboración interdisciplinaria, ambas respuestas destacan que el trabajo se realiza de manera colaborativa con compañeros de diferentes especialidades, Magaly menciona que trabaja con otros profesionales de su área, mientras que Erick resalta la importancia de colaborar con médicos, psicólogos y trabajadores sociales en casos de violencia esto muestra que aunque ambos profesionales tienen distintas funciones sus roles están estrechamente vinculados siendo la cooperación esencial para el esclarecimiento de los hechos, la interdisciplinaria no solo mejora la calidad de las investigaciones sino que también fortalece la eficacia de los procedimientos judiciales asegurando que se aborden todos los aspectos del caso (técnicos, legales, psicológicos, etc.).

Un aspecto fundamental que destaca la tabla es la capacitación continua ambos profesionales señalan que sus instituciones proporcionan formación continua sobre el uso de herramientas periciales sin embargo se observan diferencias en el nivel de conocimiento que cada uno posee sobre las herramientas técnicas:

Magaly tiene un conocimiento más profundo y práctico de las herramientas periciales, como microscopios y cámaras, lo que le permite llevar a cabo las investigaciones de manera autónoma, Erick por otro lado menciona que, aunque tiene conocimiento básico de las herramientas depende de los informes de otros profesionales como peritos médicos para completar el análisis y elaboración de los informes judiciales.

Esta diferencia resalta la especialización de cada área: mientras que el trabajo técnico requiere un dominio profundo de las herramientas específicas el trabajo legal se enfoca

más en la interpretación de los datos y la elaboración de informes para la toma de decisiones judiciales, ambos aspectos son fundamentales, pero dependen de la sinergia entre las dos disciplinas para garantizar que se cubran todas las necesidades de la investigación.

Las herramientas periciales juegan un papel central en ambas áreas, en el caso de la técnica el uso de herramientas avanzadas como microscopios y espectrómetros tiene un impacto directo en la precisión y la profundidad de las investigaciones, Magaly menciona que el tiempo de uso de las herramientas varía dependiendo de la complejidad de la investigación, lo cual refleja la naturaleza más minuciosa de su trabajo técnico.

En el campo legal las herramientas no son tanto físicas como psicológicas y testimoniales y se centran en recolectar pruebas indirectas a través de entrevistas declaraciones de testigos y víctimas y otros informes de expertos, esto implica que el tiempo de uso de las herramientas en el ámbito legal es más corto y menos técnico, pero igualmente crucial para establecer una base sólida de pruebas.

El tiempo de uso de las herramientas también se ve reflejado en las respuestas, con una diferencia clara entre las áreas, Magaly señala que el tiempo requerido para usar herramientas periciales depende de la complejidad del caso lo cual implica que en investigaciones más complejas se necesita un análisis más exhaustivo y detallado, en cambio Erick menciona que el tiempo de uso de las herramientas en su caso varía entre 1 y 2 horas, lo que muestra que el trabajo legal es más inmediato ya que no siempre depende de herramientas físicas sino de la recopilación y análisis de información ya existente.

CONCLUSIONES

Ambos profesionales reconocen la importancia de las herramientas tecnológicas actuales, aunque con enfoques diferentes, Magaly está más familiarizada con el uso de tecnologías específicas para la investigación como cámaras y microscopios mientras que Erick menciona que tiene un conocimiento más general sobre aplicaciones y programas informáticos, esto refleja la disparidad entre los avances tecnológicos en el ámbito técnico y legal mientras que en el campo técnico las herramientas se actualizan de manera constante en el campo legal el uso de tecnología está más enfocado en la gestión de la información y la organización de datos.

La comparación de ambas respuestas revela que a pesar de las diferencias en las áreas de especialización ambos profesionales dependen de una colaboración efectiva y de un continuo proceso de capacitación para mantener un alto nivel de eficiencia en sus respectivas funciones, las herramientas periciales juegan un papel crucial pero su uso varía considerablemente según la naturaleza de la investigación y el tipo de pruebas requeridas.

La interdependencia entre el trabajo técnico y el legal es clave para el éxito de cualquier investigación judicial, se puede concluir que una sinergia adecuada entre ambas áreas junto con el uso adecuado de las herramientas periciales garantiza una mayor precisión en los análisis y la toma de decisiones lo que finalmente contribuye a una administración de justicia más eficaz.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Castañeda Rodríguez , V. M. (2016). Una investigación sobre la corrupción pública y sus determinantes. *Revista mexicana de ciencias políticas y sociales*, 61(227), 2-8.
2. Corona Lisboa , J. L. (2018). Investigación cualitativa: fundamentos epistemológicos, teóricos y metodológicos. *Vivat Academia* (144), 2-7. <https://doi.org/https://doi.org/10.15178/va.2018.144.69-76>
3. Duce , M. (2018). Una aproximación empírica al uso y prácticas de la prueba pericial en el proceso penal chileno a la luz de su impacto en los errores del sistema. *Polít. crim*, 13(25), 42-103.
4. Echeburúa , E., Muñoz , J. M., & Loinaz , I. (2018). La evaluación psicológica forense frente a la evaluación clínica: propuestas y retos de futuro. *International Journal of Clinical and Health Psychology* , 11(1), 1-20.
5. Echeverría Espinoza , E. A., & Álvarez Vera , M. S. (2024). Análisis de técnicas y herramientas forenses para la investigación de delitos informáticos y su prespectiva legal en Ecuador.Una revisión sistematica . *Digital Publisher* , 9(6), 1-5.
6. Granja Zurita , D. F., & Andrade González , F. J. (2013). La falta de actualización de conocimientos en criminalística de los peritos acreditados y la administración de justicia. *Uniandes* .
7. Hikal Carreón , W. S., & Sanchez Noriega , R. (2023). Porqué un perito habría de estudiar un posgrado de investigación para la mejor elaboración de su dictamen pericial. *GADE: REV. CIENT*, 3(2), 1-6.
8. Instituto de Educación Técnica Profesional de Roldanillo (INTEP). (2024). Tipos de Investigación y herramientas . 1-4. https://intep.edu.co/Es/Usuarios/Institucional/CIPS/2018_1/Documentos/INVESTIGACION_NO_EXPERIMENTAL.pdf
9. Mateo de la Calle , M. J., & Ponce de León Romero , L. (2016). El trabajo social en el ámbito judicial. *COLEGIO OFICIAL DE TRABAJADORES SOCIALES DE MADRID*.
10. Orellana Urgilés , S. J., & Durán Ramírez , A. L. (2024). La imparcialidad de la opinión del testigo experto con respecto a los resultados de un informe, frente al criterio del perito. *Polo del Conocimiento* , 9(6), 2-8.
11. Pesantes Porras , L. E., Valarezo Segovia , L. H., & Vilema Pincay , W. E. (2019). Importancia de la investigación judicial y criminalística en la determinación de la veracidad del delito. *Revista Universidad y Sociedad*, 11(4), 2-6.
12. Rivera , J., & Olea, C. (2017). Peritaje en víctimas de abuso sexual infantil . *Cuadernos de Neuropsicología* , 1(3), 284 - 295.
13. Urquiza Becerra , S. A. (2020). La prueba pericial y su vinculación con el principio de plazo razonable dentro del procedimiento directo en materia penal. *Universidad Andina Simón Bolívar* .
14. Uvalle Berronez , R. (2014). La importancia de la ética en la formación de valor público. *Estudios políticos* (32), 2-6.
15. Vazquez, C. (2017). El perito de confianza de los Jueces . *Revista Juridica Mario Alario* , 9(18), 170-200.
16. Vivero, L., & Sánchez, B. I. (2018). La Investigación Documental: Características y Algunas Herramientas. *CUAED/Facultad de Arquitectura-UNAM*: <https://repositorio->

uapa.cuaieed.unam.mx/repositorio/moodle/pluginfile.php/1516/mod_resource/content/3/contenido/index.html

DETERMINACIÓN DEL CRECIMIENTO PERIÓDICO Y MEDIO ANUAL DE UNA PLANTACIÓN DE *TECTONA GRANDIS* L. F. EN LA HACIENDA LA SABANA 1, BALZAR, GUAYAS, ECUADOR

DETERMINATION OF PERIODIC AND AVERAGE ANNUAL GROWTH OF A *TECTONA GRANDIS* L. F. PLANTATION AT LA SABANA 1 FARM, BALZAR, GUAYAS, ECUADOR

César Alberto Cabrera Verdesoto¹, Anthony Alejandro Alay Solorzano², Ginger Aracely Pionce Andrade³, Juan Manuel Guerrero Calero⁴, Freddy Fernando Martínez Salazar⁵, Valeria Lisette Cali Ligua⁶

{cesar.cabrera@unesum.edu.ec¹, alay911@hotmail.com², ginger.pionce@unesum.edu.ec³, juan.guerrero@unesum.edu.ec⁴, fermartinezsalazar_89@hotmail.com⁵ valeria.cali@unesum.edu.ec⁶}

Fecha de recepción: 23/10/2024

/ Fecha de aceptación: 03/01/2025

/ Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: La investigación se enfocó en la determinación del crecimiento de *Tectona grandis* L. f. en la hacienda La Sabana 1, ubicada en Balzar, Guayas, Ecuador. El objetivo principal fue analizar tanto el crecimiento periódico como el promedio medio anual de esta plantación, centrándose en variables clave como el diámetro, la altura y el volumen de los árboles, para esto se utilizó un enfoque descriptivo que facilitó la recolección de datos significativos sobre el desarrollo de esta especie forestal. La metodología incluyó la instalación de siete parcelas circulares, cada una con un área de 500 m² y un radio de 12,62 m, lo que representa una intensidad de muestreo del 1,0 % respecto a las 49,97 hectáreas plantadas. Se realizaron mediciones del diámetro a la altura del pecho (DAP) y la altura total de cada árbol, así como un análisis de la abundancia, dominancia y frecuencia relativa de las especies presentes. Los resultados mostraron un incremento medio anual de 2,05 cm en diámetro, 1,85 m en altura y 12,17 m³ en volumen. En términos de crecimiento periódico anual, los incrementos fueron de 1,61 cm, 1,19 m, y 3,39 m³ para las mismas variables. Este estudio abarcó el período desde 2020 hasta 2023 y confirmó que la plantación adopta un modelo silvicultural adecuado que incluye prácticas de raleo para optimizar el crecimiento. Este análisis proporciona información valiosa sobre el rendimiento de *Tectona grandis* bajo condiciones específicas y resalta la importancia del manejo sostenible en plantaciones forestales, este estudio es relevantes para futuras investigaciones y prácticas silviculturales en Ecuador,

¹Universidad Estatal del Sur de Manabí, <https://orcid.org/0000-0001-5101-3520>.

²Ingeniero Forestal, Profesional autónomo, <https://orcid.org/0009-0002-1462-4407>.

³Universidad Estatal del Sur de Manabí, <https://orcid.org/0000-0003-1753-3500>.

⁴Universidad Estatal del Sur de Manabí, <https://orcid.org/0000-0002-1356-0475>.

⁵Grupo Siembra Balzar-Ecuador, <https://orcid.org/0000-0003-0356-8913>.

⁶Universidad Estatal del Sur de Manabí, <https://orcid.org/0000-0002-9926-6161>.

contribuyendo al desarrollo sostenible del sector forestal y promoviendo prácticas que aseguren la salud y productividad a largo plazo de estas plantaciones.

Palabras clave: Altura, diámetro, plantación, volumen

ABSTRACT: The research focused on determining the growth of *Tectona grandis* L. f. at the La Sabana 1 estate, located in Balzar, Guayas, Ecuador. The main objective was to analyze both the periodic growth and the mean annual average of this plantation, focusing on key variables such as the diameter, height and volume of the trees. To do this, a descriptive approach was used that facilitated the collection of significant data on the development of this forest species. The methodology included the installation of seven circular plots, each with an area of 500 m² and a radius of 12.62 m, which represents a sampling intensity of 1.0% with respect to the 49.97 hectares planted. Measurements of the diameter at breast height (DBH) and total height of each tree were made, as well as an analysis of the abundance, dominance and relative frequency of the species present. The results showed an average annual increase of 2.05 cm in diameter, 1.85 m in height, and 12.17 m³ in volume. In terms of annual periodic growth, the increases were 1.61 cm, 1.19 m, and 3.39 m³ for the same variables. This study covered the period from 2020 to 2023 and confirmed that the plantation adopts an appropriate silvicultural model that includes thinning practices to optimize growth. This analysis provides valuable information on the performance of *Tectona grandis* under specific conditions and highlights the importance of sustainable management in forest plantations. This study is relevant for future research and silvicultural practices in Ecuador, contributing to the sustainable development of the forestry sector and promoting practices that ensure the long-term health and productivity of these plantations.

Keywords: Height, diameter, plantation, and volume

INTRODUCCIÓN

La gestión sostenible de los recursos forestales se ha vuelto esencial a nivel global, sobre todo en el contexto actual afectado por el cambio climático y el aumento en la demanda de productos de madera (1). En este marco, es crucial entender en profundidad variables clave como el crecimiento de las especies forestales, ya que esto no solo proporciona un conocimiento detallado de la dinámica de estos ecosistemas, sino que también permite mejorar las prácticas de manejo, garantizando su sostenibilidad a largo plazo (2).

Para respaldar la importancia de esta investigación, es necesario reconocer que las plantaciones destinadas a la producción de madera desempeñan un papel estratégico y en constante crecimiento para satisfacer la demanda mundial de madera y productos relacionados (3). La creación de estas plantaciones reduce considerablemente la presión que la actividad humana ejerce sobre los bosques naturales y promueve la recuperación de ecosistemas degradados (4).

La *T. grandis* L. f., conocida comúnmente como teca, es una especie forestal de gran relevancia económica y ecológica (5). Originaria del sudeste asiático la *Tectona* se distingue por sus excepcionales características físicas, que incluyen una notable durabilidad y resistencia a hongos,

termitas y descomposición, así como una textura y apariencia muy valoradas en la fabricación de muebles de alta calidad, embarcaciones y otros productos de madera fina (6). Estas propiedades han asegurado su alta demanda en el mercado internacional, consolidándola como una de las maderas más valiosas y buscadas a nivel global (7).

En Ecuador, la producción y exportación de teca ha mostrado un crecimiento significativo en las últimas décadas, convirtiéndose en una actividad económica relevante dentro del sector forestal. Desde el año 2000, los beneficios generados por la explotación de esta especie maderable han atraído un mayor interés e inversión por parte de empresarios privados y organizaciones (8).

Es importante señalar que las plantaciones específicas de *T. grandis* L. f. pueden tener tanto efectos positivos como negativos. Por lo tanto, es crucial asumir la responsabilidad de revisar conceptos y adoptar prácticas sostenibles en todas las etapas del desarrollo de estas plantaciones.

Esto implica implementar estrategias que maximicen los beneficios económicos y ecológicos mientras se minimizan los impactos negativos sobre el medio ambiente y las comunidades locales, asegurando así un equilibrio entre desarrollo y sostenibilidad (6). En este contexto, se hace evidente la necesidad de conocer el Incremento Medio Anual (IMA) y el Incremento Periódico Anual (IPA), ya que son parámetros esenciales para mejorar el aprovechamiento de las plantaciones y optimizar las prácticas de manejo forestal (5).

En Ecuador, la producción y exportación de teca ha mostrado un crecimiento significativo en las últimas décadas, estableciéndose como una actividad económica relevante dentro del sector forestal. Desde el año 2000, las ganancias obtenidas de la explotación de esta especie maderable han suscitado un mayor interés y inversión por parte de empresarios privados y organizaciones. (8).

En la provincia de Guayas, específicamente en Balzar, se ha observado el establecimiento de plantaciones de *T. grandis* L. f. (teca) en diversas áreas. Sin embargo, muchos de estos proyectos de reforestación y forestación se han llevado a cabo sin considerar o registrar adecuadamente variables dasométricas (9). Esta omisión limita la capacidad para anticipar el crecimiento y rendimiento de las plantaciones al final del ciclo productivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se caracteriza por su enfoque descriptivo y se realizó en la hacienda La Sabana 1, que abarca un total de 57,54 hectáreas, de las cuales 49,97 son de plantación forestal neta. La recolección de datos se llevó a cabo en siete parcelas establecidas en la plantación, con una intensidad de muestreo del 1,0 %. La información fue registrada en hojas de campo y posteriormente organizada en una hoja de cálculo de Office Excel. A continuación, se realizaron los cálculos del crecimiento anual de la plantación. Posteriormente se utilizó el software Infostat para calcular el Incremento Medio Anual (IMA) y el Incremento Periódico Anual (IPA), dividiendo el número de años de la plantación entre las variables dasométricas: diámetro, altura y volumen de madera.

DETERMINACIÓN DEL CRECIMIENTO PERIÓDICO Y MEDIO ANUAL DE UNA PLANTACIÓN DE *TECTONA GRANDIS* L. F. EN LA HACIENDA LA SABANA 1, BALZAR, GUAYAS, ECUADOR

Descripción del área de estudio

La investigación se realizó en la hacienda La Sabana Forestal 1, situada en el cantón Balzar, en la provincia del Guayas. Esta región presenta una precipitación pluvial anual que varía entre 1,500 y 3,000 mm, concentrándose principalmente entre diciembre y mayo. La evaporación anual supera los 1,550 mm, (10), tal como se observa en la Figura 1.

Contexto geográfico

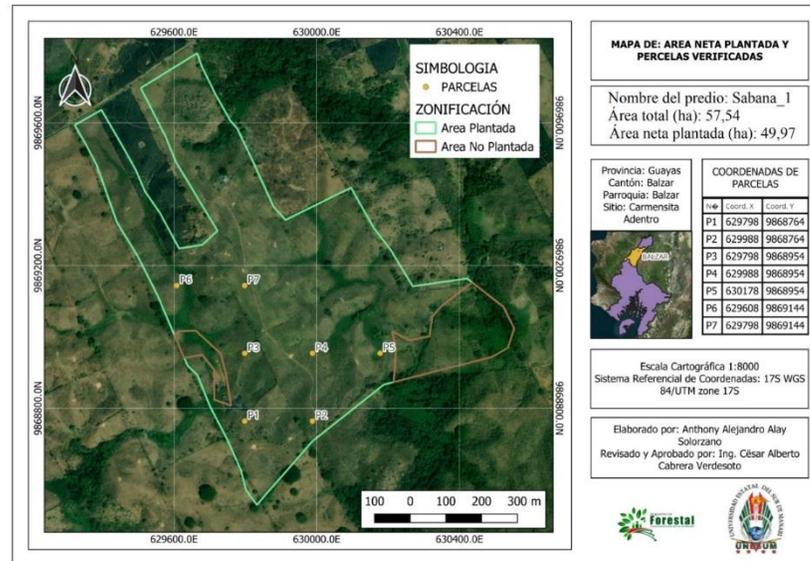


Figura 1: Ubicación del área de estudio.

Distribución de las parcelas de muestreo

En el marco de este proyecto de investigación, se busca calcular la intensidad de muestreo. Con la respectiva ecuación (11):

$$UM = \frac{n * 100}{N} \quad (1)$$

Donde:

UM= Unidad de Muestreo

n= Tamaño de la muestra

N= Tamaño de la población

DETERMINACIÓN DEL CRECIMIENTO PERIÓDICO Y MEDIO ANUAL DE UNA PLANTACIÓN DE *TECTONA GRANDIS* L.
F. EN LA HACIENDA LA SABANA 1, BALZAR, GUAYAS, ECUADOR

En plantaciones forestales comerciales, se ha observado que la eficiencia del muestreo es óptima cuando la parcela incluye entre 15 y 20 árboles (12). Teniendo en cuenta este principio, el tamaño de la parcela empleada se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1: Datos de elaboración para las parcelas de la hacienda la Sabana 1.

| Parcela circular | |
|--------------------------------------|--------------------|
| Árboles/ha | 301 |
| Árboles/parcelas | 30 |
| Área de la parcela (m ²) | 500 m ² |

Adaptada de: (13)

Diámetro

Para evaluar el diámetro (cm), se identificaron las parcelas en la hacienda La Sabana 1. Una vez localizadas, se midieron los árboles seleccionados desde la base hasta una altura de 1,30 m utilizando una cinta diamétrica, que es una herramienta fundamental para medir el diámetro de los árboles, ya que permite obtener esta medida de manera precisa y estandarizada (13).

Altura

Para esta medición, se utilizó el hipsómetro Haglof Vertex IV, un instrumento que proporciona lecturas confiables de altura y es empleado por los técnicos del Grupo Siembra durante los inventarios forestales. (13) Este dispositivo según lo indicado permite ahorrar tiempo en la evaluación y recopilación de datos, lo que subraya su relevancia en términos de eficiencia y precisión en las mediciones realizadas en estudios forestales.

Área basal

Para determinar el área basal, se utilizó la fórmula mencionada (14). Esta fórmula permitió estimar las características morfológicas de los árboles, especialmente el volumen, basándose en las mediciones de diámetro y altura, calculando con la respectiva ecuación:

$$G = 0,7854 * Dap^2 \quad (2)$$

Donde:

G = Área basal en m²

DAP = diámetro a la altura del pecho en m²

Volumen

Para esta evaluación se aplicó un factor de forma de 0,6 establecido por el Grupo Siembra, una vez que se obtuvieron los datos se calculó el volumen (m³) con la respectiva ecuación, (13).

$$V = AB * H * Fc \quad (3)$$

Donde:

V= Volumen

AB= Área basal

H= Altura

Fc= Factor de forma

Incremento medio anual (IMA)

(13) Para determinar el Incremento Medio Anual se analizó el comportamiento de los individuos de un año a otro en cuanto al crecimiento del diámetro y altura se lo calculó con la respectiva ecuación:

$$IMA = \frac{Y_t}{t_0} \quad (4)$$

Donde:

IMA= Incremento medio anual

t₀ = Edad a partir del tiempo cero

Y = dimensión de la variable considerada

En el caso del IMA del volumen se calculó con la respectiva ecuación:

$$IMA = \frac{\text{Volumen del árbol}}{\text{Edad}} \quad (5)$$

Incremento periódico anual (IPA)

El incremento periódico anual del diámetro y altura del periodo 2020 a 2023 se calculó con la respectiva ecuación: (15).

$$IPA = \frac{Y_{(t+n)} - Y_t}{n} \quad (6)$$

Donde:

IPA= incremento periódico anual

Y= dimensión de la variable considerada

t= edad

n= periodo de tiempo

En el caso del IPA del volumen se calculó con la respectiva ecuación:

$$IPA = \frac{\text{Volumen en 2020} - \text{Volumen en 2023}}{\text{Edad}} \quad (7)$$

RESULTADOS

El crecimiento de la plantación de *T. grandis* L. f. en la hacienda La Sabana 1, ubicada en el cantón Balzar de la provincia del Guayas, se ilustra en la Figura 2, En 2020 se registró un diámetro de 18,78 cm; en los años siguientes se observaron incrementos continuos, alcanzando 20,85 cm en 2021 y 22,08 cm en 2022. Para el año 2023, el diámetro llegó a su nivel más alto totalizando 23,6 cm.

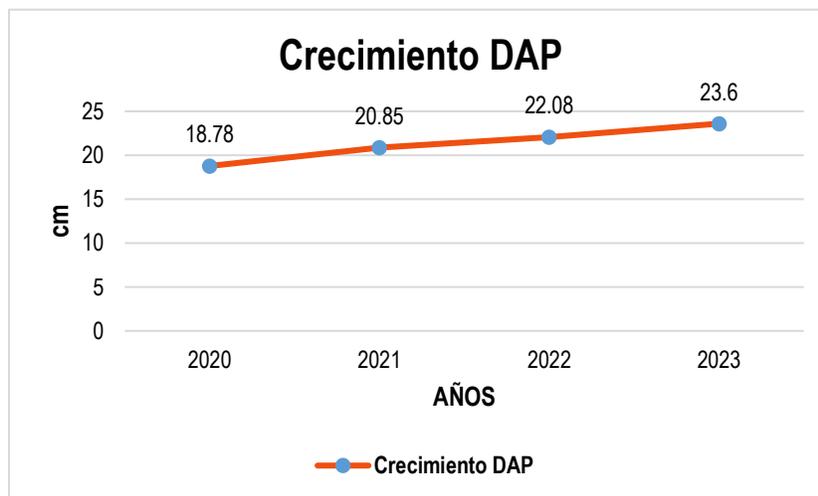


Figura 2. Crecimiento del diámetro de la plantación de *T. grandis* L. f., en la hacienda La Sabana 1 del cantón Balzar.

En 2020 se registró una altura de 17,67 m y en los años posteriores se observaron incrementos significativos alcanzando 18,9 m en 2021 y 19,95 m en 2022, Para 2023 la altura promedio de los árboles alcanzó su nivel más alto totalizando 21,24 m, tal como se muestra en la Figura 3.

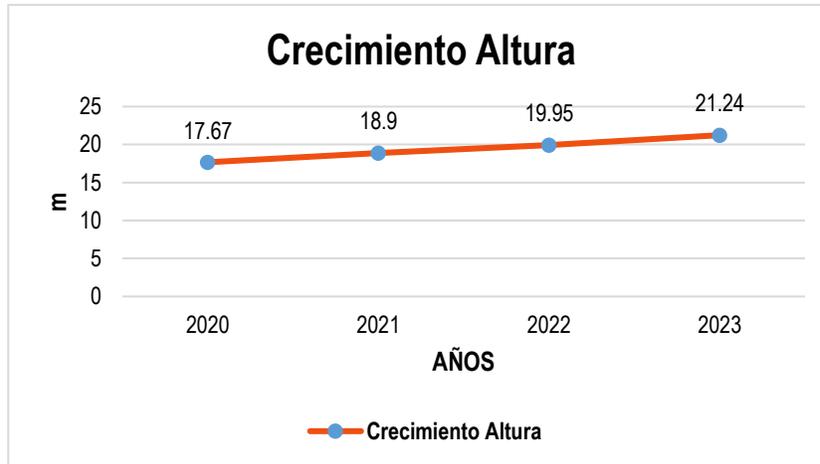


Figura 3. Crecimiento de la altura de la plantación de *T. grandis* L. f., en la hacienda La Sabana 1 Balzar, Guayas.

Durante 2020, al inicio del estudio de crecimiento, el área basal alcanzó su máximo valor con 14,69 m². En 2023, este valor fue de 13,18 m², mientras que el año con el menor crecimiento fue 2021, con un área basal de 10,29 m². Esto se debe a que en 2020 había un total de 532 árboles, pero a partir de 2021 quedaron solo 301, lo que representa una disminución de 231 individuos de *T. grandis*, como se ilustra en la Figura 4.

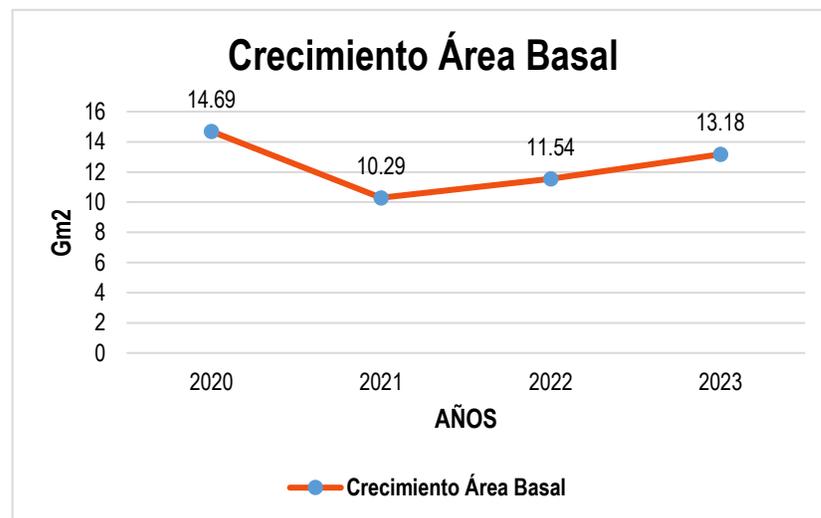


Figura 4. Crecimiento del Área Basal de la plantación de *T. grandis* L. f., en la hacienda La Sabana 1 Balzar, Guayas.

En la Figura 5 se presenta que el volumen promedio en 2020 fue de 129,82 m³, mostrando un crecimiento inicial considerable, el año con el menor crecimiento fue 2021 con un volumen de 97,23 m³, para el 2023, se registró un volumen de 139,98 m³, lo que representa un aumento significativo en comparación con los años anteriores.

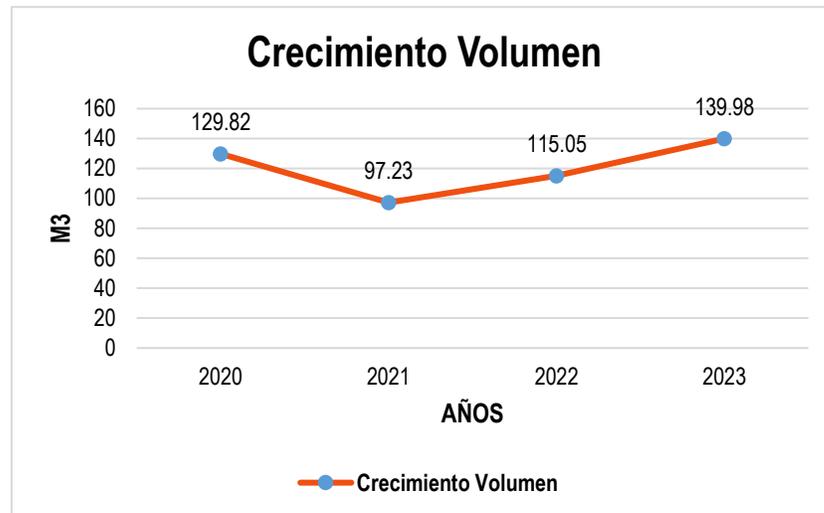


Figura 5. Crecimiento del volumen de la plantación de *T. grandis* L. f., en la hacienda La Sabana 1 Balzar, Guayas.

Incremento medio anual de la plantación de *T. grandis* L. f., en la hacienda La Sabana 1 del cantón Balzar de la provincia del Guayas.

Se observó un descenso de 0,16 cm en el incremento medio anual del diámetro de la plantación de *T. grandis* L. f. desde 2020 hasta 2023, alcanzando un valor de 2,05 cm en 2023. Este resultado indica una disminución en la tasa de crecimiento del diámetro de la plantación, además en 2020 había un total de 532 árboles mientras que en 2023 la cantidad se redujo a 301, lo que representa una disminución de 231 individuos de *T. grandis*, como se muestra en la Figura 6.

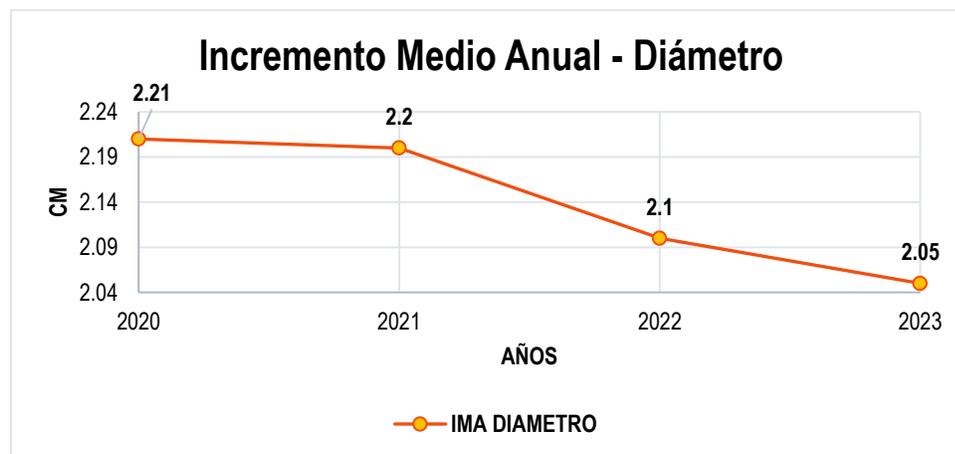


Figura 6. IMA del diámetro de la plantación de *T. grandis* L. f., en la hacienda La Sabana 1 Balzar, Guayas.

La Figura 7 ilustra el incremento medio anual de la altura desde 2020 hasta 2023, mostrando un descenso constante de 0,23 m. En 2023 el incremento medio anual de la altura alcanzó un valor de 1,85 m, lo que indica una continuación de la tendencia a la baja observada en años anteriores y refleja una reducción en la tasa de crecimiento anual de la altura de los árboles, esto se debe a

la disminución de árboles desde el 2020 a 2023 por factores de árboles muertos y raleos realizados.

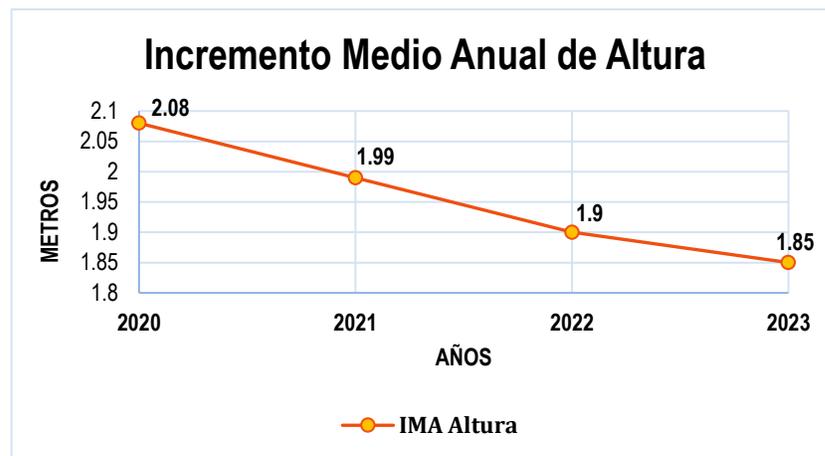


Figura 7. IMA de la altura de la plantación de *T. grandis* L. f., en la hacienda La Sabana 1 Balzar, Guayas.

La Figura 8 presenta los datos sobre el incremento medio anual del volumen desde 2020 hasta 2023 mostrando un descenso de $3,10 \text{ m}^3$. En 2023 se registró un valor de $12,17 \text{ m}^3$, lo que indica una tendencia a la baja y refleja una disminución en la tasa de crecimiento anual del volumen de la plantación de *T. grandis*.

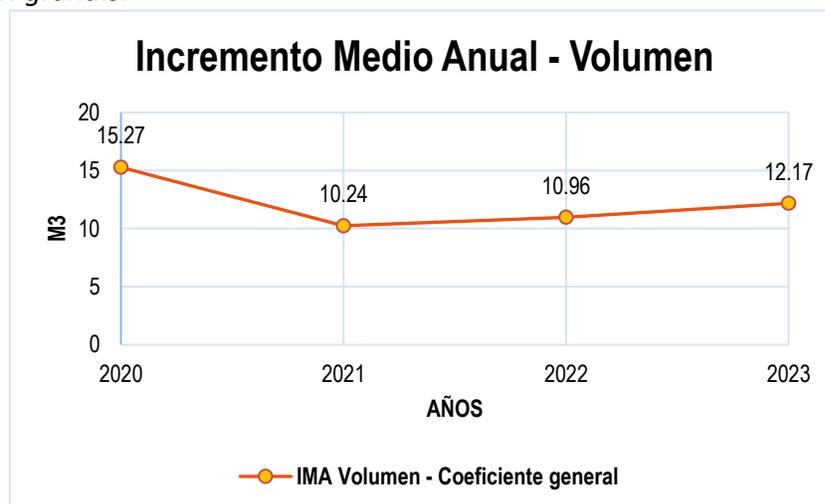


Figura 8. IMA del volumen de la plantación de *T. grandis* L. f., en la hacienda La Sabana 1 Balzar, Guayas.

Incremento periódico anual de la plantación de *T. grandis* L. f., en la hacienda La Sabana 1 del cantón Balzar de la provincia del Guayas.

El incremento periódico anual del diámetro entre 2020 y 2023 revela que durante el período de 2020 a 2021 se registró un Incremento Periódico Anual (IPA) de 2,07 cm, en el período de 2021 a 2022, el valor fue de 1,65 cm y en el período de 2022 a 2023 se observó un valor de 1,61 cm. Esto indica una disminución continua en el incremento anual del diámetro a lo largo de los períodos

DETERMINACIÓN DEL CRECIMIENTO PERIÓDICO Y MEDIO ANUAL DE UNA PLANTACIÓN DE *TECTONA GRANDIS* L. F. EN LA HACIENDA LA SABANA 1, BALZAR, GUAYAS, ECUADOR

analizados, con una notable reducción desde el primer período hasta el último, como se muestra en la Figura 9.

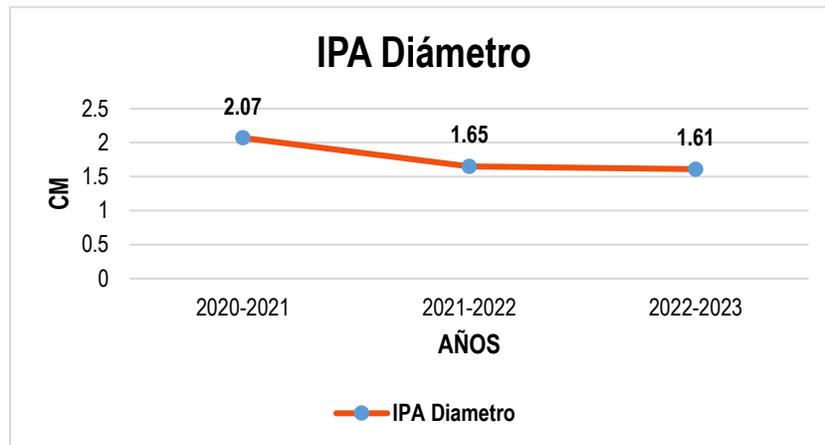


Figura 9. IPA del diámetro de la plantación de *T. grandis* L. f., en la hacienda La Sabana 1 Balzar, Guayas.

La Figura 10 ilustra el incremento periódico anual de la altura, mostrando que en el período de 2020 a 2021 se registró un incremento periódico anual (IPA) de 1,22 m. En el período de 2021 a 2022 el IPA fue de 1,14 m, mientras que en el período de 2022 a 2023 se observó un IPA de 1,19 m. Estos datos indican que, aunque hubo una ligera disminución en el crecimiento entre 2021 y 2022, el incremento anual se mantuvo relativamente constante y cercano a los 1,2 m en los períodos analizados.

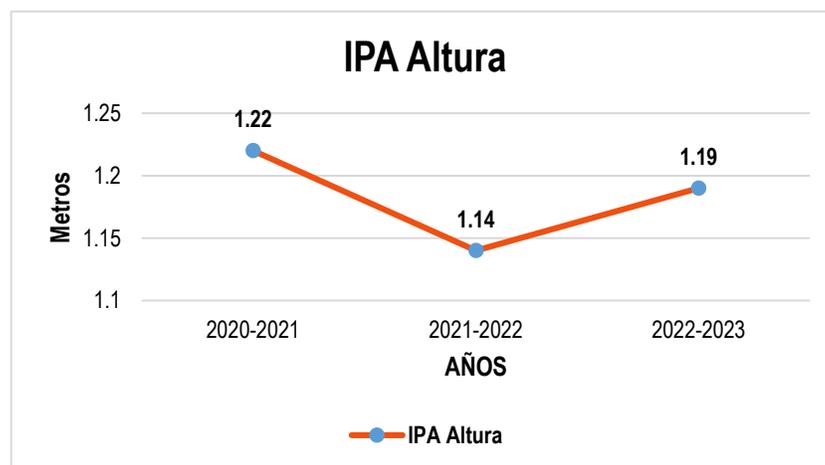


Figura 10. IPA de la altura de la plantación de *T. grandis* L. f., en la hacienda La Sabana 1 Balzar, Guayas.

Los resultados del incremento periódico anual del volumen entre 2020 y 2023 indican que en el período de 2020 a 2021 se registró un Incremento Periódico Anual de $-32,58 \text{ m}^3$, mientras que en el período de 2021 a 2022 el valor fue de $-7,38 \text{ m}^3$. Estos datos reflejan que no hubo crecimiento en los dos primeros períodos, lo cual se relaciona con el raleo fitosanitario realizado durante esos años lo que redujo el volumen de la plantación. Sin embargo, en el período de 2022 a 2023 se

DETERMINACIÓN DEL CRECIMIENTO PERIÓDICO Y MEDIO ANUAL DE UNA PLANTACIÓN DE *TECTONA GRANDIS* L. F. EN LA HACIENDA LA SABANA 1, BALZAR, GUAYAS, ECUADOR

observó un valor de 3,39 m³, lo que sugiere una tendencia de recuperación en el volumen, con un incremento positivo en el último período analizado, como se muestra en la Figura 11.

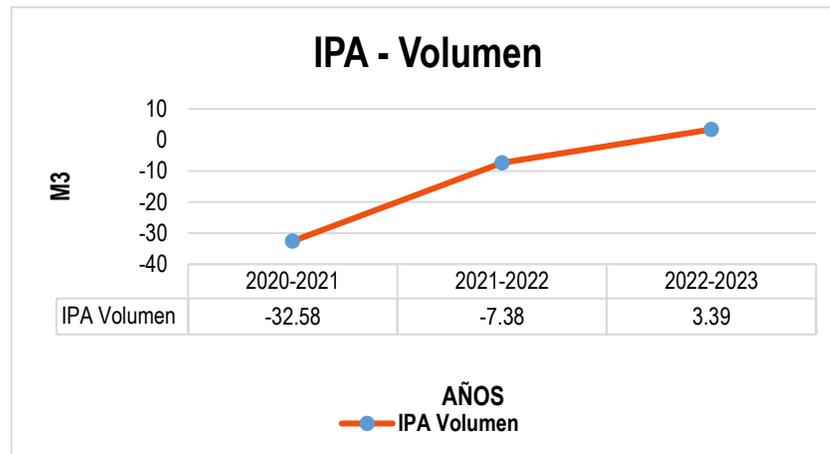


Figura 11. IPA del volumen de la plantación de *T. grandis* L. f., en la hacienda La Sabana 1 Balzar, Guayas.

DISCUSIÓN

La plantación de *Tectona grandis* en la hacienda La Sabana 1 ocupa un área total de 57,54 hectáreas y está tiene 7 parcelas circulares establecidas en 2012, la plantación tiene 11 años, inicialmente la densidad era de 763 árboles por hectárea; para 2023 esta cifra ha disminuido a 301 árboles por hectárea. Esta reducción contrasta con la metodología utilizada en la investigación “Evaluación del crecimiento de las plantaciones de *T. grandis* L.F. Unidad silvícola Mayarí” en Santiago de Cuba, que analizó 100 árboles en una plantación de 13 años de edad (16).

En cuanto al crecimiento del área basal se registró un valor de 13,18 m² en 2023 para la plantación de *T. grandis* L. f. en La Sabana 1. Este dato indica un aumento significativo en comparación con los resultados obtenidos en el estudio (17) “Evaluación dasométrica de plantaciones de *T. grandis* L. f., en los cantones Balzar, Guayas y Pichincha, Manabí”, donde se reportaron áreas basales de 8,61 m²/año y 11,46 m²/año para plantaciones de 6 años en dos haciendas diferentes. La diferencia con esos resultados es de 4,57 m²/año y 1,72 m²/año, respectivamente. Sin embargo, en el estudio realizado por (18) en los cantones Quevedo, Mocache y Valencia reportó un área basal de 17,82 m²/año para plantaciones con una edad base de 6 años lo que resulta ser 4,64 m²/año inferior al estudio realizado en La Sabana 1.

El crecimiento en diámetro registrado fue de 23,6 cm, lo que refleja un desarrollo notable durante 2023. Lo cual es comparativamente con el estudio de (16) “Evaluación del crecimiento de las plantaciones de *T. grandis* L. f. Unidad silvícola Mayarí” que reportó diámetros que variaban entre 8 y 30 cm/año en plantaciones de 5 a 13 años. En contraste al estudio de (19) sobre plantaciones juveniles en Perú documentó un crecimiento en diámetro inferior de 16,93 cm/año para plantaciones con una edad base de 5 años, mostrando una diferencia de 6,67 cm/año respecto a este estudio.

DETERMINACIÓN DEL CRECIMIENTO PERIÓDICO Y MEDIO ANUAL DE UNA PLANTACIÓN DE *TECTONA GRANDIS* L. F. EN LA HACIENDA LA SABANA 1, BALZAR, GUAYAS, ECUADOR

Respecto al crecimiento en altura se registró un valor de 21,24 m para la plantación de *T. grandis* L. f. en La Sabana 1 durante 2023 este resultado contrasta significativamente con los datos del estudio en la Unidad silvícola Mayarí (16) que reportó alturas entre 8 y 10 m/año, generando una diferencia de hasta 13,24 m. Por otro lado (20) en su estudio “Crecimiento de *T. grandis* L. f. en plantaciones agroforestales y campo abierto San Martín de Pangoa” obtuvo un promedio de altura de 12,86 m, revelando una diferencia inferior de 8,38 m/año para una plantación similar.

El crecimiento volumétrico registrado fue de 139,98 m³/año en la hacienda La Sabana 1. En comparación con el estudio de (17) sobre la “Evaluación dasométrica de plantaciones de *T. grandis* L. f.” se reportaron crecimientos volumétricos inferiores: 70,74 m³/año y 98,85 m³/año, representando diferencias significativas de 69,24 m³/año y 41,13 m³/año, respectivamente. Además, el estudio de (21) sobre el volumen utilizando diferentes tamaños y formas reportó un crecimiento inferior a 64,255 m³/año lo que también resalta el rendimiento superior observado en esta investigación.

En la plantación de *Tectona grandis* L. f. de 11 años en la hacienda La Sabana 1 ubicada en el cantón Balzar, provincia del Guayas, se determinó que el incremento medio anual (IMA) en diámetro fue de 2,05 cm en 2023. Este resultado es significativamente mayor en comparación con la investigación de (22) “Caracterización del crecimiento de plantaciones jóvenes de teca (*T. grandis* L. f.) y estimación de curvas de índice de sitio en el área septentrional de la República de Guatemala”, se reportó un IMA de 1,65 cm/año en plantaciones de 8 años, lo que representa una diferencia de 0,40 cm/año respecto a este estudio. En el estudio de (23) “Desarrollo cuantitativo y cualitativo de *T. grandis* L. f. en Mato Grosso” reportó incrementos medios anuales de 2,18 cm/año para plantaciones de 10 años, lo que implica una diferencia de 0,13 cm/año por encima de los resultados obtenidos en esta investigación.

El incremento medio anual en altura total para la plantación de *T. grandis* L. f. en La Sabana 1 fue de 1,85 m/año en 2023. Este valor es comparable con algunos estudios, aunque inferior a otros., se asimila a la investigación de (23) “Desarrollo cuantitativo y cualitativo de *T. grandis* L. f. en Mato Grosso”, que reportó un IMA de 1,88 m/año, pero es menor que los resultados del estudio de (5) “Evaluación de plantaciones de *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC. y *Swietenia macrophylla* King en el Centro-Occidente de México” donde se encontraron incrementos de 2,74 m/año, mostrando una diferencia de hasta 0,89 m/año. Asimismo, el estudio de (22) mencionado sobre Guatemala reportó un incremento en altura de 2,73 m/año para sitios de calidad media, lo que es 0,88 m/año superior al resultado obtenido en esta investigación.

El incremento medio anual (IMA) del volumen total para la plantación de *T. grandis* L. f. en 2023 fue de 12,17 m³, ubicándose dentro del rango observado en estudios previos. Según (24) en su estudio “Incremento medio anual de teca (*Tectona grandis* L.f.) en plantaciones comerciales” realizado en el distrito Puerto Inca, Huánuco – Perú el IMA del volumen para plantaciones en sitios de calidad media varió entre 2,7 y 9,7 m³/ha/año, lo que representa hasta 9,47 m³/ha/año menos que el resultado obtenido en este estudio. En la investigación de (18) se estimó un IMA del volumen de 25,84 m³/ha/año para plantaciones menores a 10 años, mostrando un rango superior respecto a los hallazgos actuales. Sin embargo, según (12) para plantaciones de 10

años en sitios de calidad media se reportó un valor alrededor de 7,06 m³/ha/año, lo que es 5,11 m³/ha/año inferior al valor obtenido en la hacienda La Sabana 1.

En cuanto al incremento periódico del diámetro durante 2023 para la plantación *T. grandis* L. f., se registró un valor de 1,61 cm. Comparando con el estudio de (17) "Evaluación dasométrica de plantaciones de *Tectona grandis* L.f." realizado en la hacienda San Agustín, donde se reportó un incremento de 1,07 cm, esto representa una diferencia favorable para La Sabana 1 de 0,54 cm más. Por otro lado, en la hacienda Río Grande se observó un incremento superior de 2,68 cm, que es 1,07 cm más que el resultado obtenido en este estudio.

El incremento periódico en altura de la plantación de *Tectona grandis* L. f. en la hacienda La Sabana 1 fue de 1,19 m en 2023. Este resultado es notablemente inferior al estudio de (25) que en su investigación "Efecto de la Densidad de Plantación en el Crecimiento de Cuatro Especies Forestales Tropicales", se registraron incrementos de 2,8 m, 1,3 m y 5,36 m, lo que indica un crecimiento superior al observado en esta plantación. En comparación con el estudio de (17) "Evaluación dasométrica de plantaciones de *T. grandis* L.f. en los cantones Balzar, Guayas y Pichincha, Manabí", donde se reportó un incremento volumétrico de 35,1 m³/ha/año, el crecimiento registrado en La Sabana 1 resulta ser inferior.

Es fundamental destacar que los valores obtenidos para área basal y volumen reflejan tendencias que indican períodos sin crecimiento significativo; por ejemplo, entre 2020 y 2021 se observó una disminución drástica del total de árboles: se pasó de 532 a 301 individuos debido a la aplicación de un raleo fitosanitario necesario para mejorar la salud general del bosque. Esta discusión proporciona un análisis exhaustivo del crecimiento y desarrollo observados en las plantaciones de *Tectona grandis* L.F. subrayando tanto los logros alcanzados como los desafíos enfrentados durante su manejo silvicultural a lo largo del tiempo.

CONCLUSIONES

La investigación evaluó el incremento medio anual (IMA) del diámetro, altura y volumen de *Tectona grandis* L. f. en la hacienda La Sabana 1, durante el período 2020 a 2023, los resultados muestran variaciones significativas en el crecimiento de los árboles lo que resalta la efectividad del modelo de silvicultura sostenible implementado, favoreciendo un desarrollo más vigoroso y resiliente de la plantación en condiciones ecológicas específicas.

El cálculo del incremento periódico anual (IPA) en la plantación de *Tectona grandis* L. f. durante el mismo período reveló variaciones significativas en el crecimiento de las variables de diámetro, altura y volumen estas diferencias son atribuibles a las prácticas de raleo y aprovechamiento sostenible implementadas lo que ha optimizado el desarrollo de los árboles, promoviendo una gestión forestal más eficiente y responsable en la hacienda La Sabana 1.

DECLARACIÓN DE INTERÉS

Los autores afirman que no existen conflictos de interés.

CONTRIBUCIONES DE AUTORES

Cabrera C. concibió la idea, metodología, preparo la interpretación y discusión de los resultados para manuscrito y reviso la versión final, Alay A. recolección de los datos de campo y tabulación, Pionce G. reviso la información de los datos y verifico los resultados, Guerrero J. reviso la bibliografía y figuras, Martínez F. Gerente de Operaciones del Grupo Siembra colaboro en el reconocimiento de las parcelas y toma de datos en las parcelas de la plantación, Cali, V. elaboro el manuscrito en el formato, realizo mapa y figuras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Tamarit Urias JC, De los Santos Posadas HM, Aldrete A, Valdez Lazalde JR, Ramírez-Maldonado H, Guerra-De la Cruz V. Sistema de crecimiento y rendimiento maderable para plantaciones de teca (*Tectona grandis* L. f) en Campeche, México. *Madera y Bosques* [Internet]. 2019;25(3):1–16. Available from: <https://n9.cl/xdhw6>
2. Aguirre Mendoza ZH, Merchán Granda JP, Geada López G. Dinámica de crecimiento de especies forestales en el bosque andino del Parque Universitario "Francisco Vivar Castro", Loja, Ecuador. *cfors* [Internet]. 15 de diciembre de 2022;10(3):292-306. Available from: <https://n9.cl/ab95z>
3. Federación Nacional de Industriales de la Madera. El sector forestal como herramienta del desarrollo regional- (FNIM) [Internet]. 2024. Available from: <https://n9.cl/uiipnmc>
4. Constitución de la República del Ecuador. Art. 86. [Internet] 20 de octubre de 2008. Montecristi. Registro Oficial 449. Available from: https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.PDF
5. Rueda Sánchez A, Benavides Solorio J de D, Sáenz Reyes JT, Muñoz Flores HJ, Castillo Quiroz D, Sáenz Ceja JE. Evaluación de plantaciones de *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC. y *Swietenia macrophylla* King en el Centro-Occidente de México. *RMCF* [Internet]. 31 de agosto de 2021 [citado 6 de octubre de 2024];12(67). Available from: <https://n9.cl/15pbu>
6. Rodríguez J. "Análisis del cultivo de teca (*Tectona grandis*) y su comercialización en el Ecuador". Babahoyo, Los Ríos, Ecuador [Internet]. Universidad Técnica de Babahoyo; 2022. Available from: <https://n9.cl/l811c>
7. Pérez ES, Blandon BAR, Álvarez EH, Cruz RG, Bernabé-Antonio A, Orozco-Guareño E, Ramírez-López CB, Hernández JA, Delgado-Fornué E. Propiedades del suelo y nitrógeno como indicadores del crecimiento en plantaciones comerciales de teca. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* [Internet]. 2019; 10(52). Available from: <https://n9.cl/pqq43>
8. Pilligua Macías JS. "Diámetros mínimos y máximos de aprovechamiento en plantaciones de *Tectona grandis* L. f (teca) en la Provincia del Guayas, 2020" [Internet]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2020. Available from: <https://n9.cl/xc6wno>

DETERMINACIÓN DEL CRECIMIENTO PERIÓDICO Y MEDIO ANUAL DE UNA PLANTACIÓN DE *TECTONA GRANDIS* L. F. EN LA HACIENDA LA SABANA 1, BALZAR, GUAYAS, ECUADOR

9. Armijos-Robles, L. A. 2014. Modelo de negocios y fuente de financiamiento a través de un fideicomiso de inversión en el cultivo de teca (*Tectona grandis*) Qualitas. Vol. 7: 4-29 [Internet]. 2014. Available from: <https://n9.cl/vyihj>
10. Arévalo, K. (2018). Diversidad de especies arvenses en plantaciones de *Tectona grandis* L. f. (teca) en diferentes estadios temporales de 9 a 18 años en la época seca en la zona de los cantones Balzar y Palenque [Internet]. Universidad Técnica del Quevedo; 2018. Available from: <https://n9.cl/61va8>
11. Pionce-Andrade Ginger Aracely, Suatunce-Cunuhay José, Pionce-Andrade Verónica, Gabriel-Ortega Julio. Inventariación de los productos forestales no maderables (PFNM) de un bosque semi-húmedo del Sur de Manabí, Ecuador. J. Selva Andina Res. Soc. [Internet]. 2018; 9(2): 80-95. Disponible en: <https://n9.cl/0xnyw>
12. Merino J. Evaluación de Calidad y Valoración de una plantación de Pino (*Pinus radiata* D Don), en la comunidad chausan San Alfonso, parroquia Palmira, cantón Guamote, provincia de Chimborazo [Internet]. 2010. Available from: <https://n9.cl/olza2>
13. Indio Y. Proyecciones alométricas en plantaciones de *Tectona grandis* L. f. (Teca) en la zona de Balzar, provincia del Guayas [Internet]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2017. Available from: <https://n9.cl/ksafh6>
14. Cabrera Verdesoto CA, García Álava JA, Mero Jalca OF, Estévez Valdez I, Cabrera Verdesoto RP. Determinación del crecimiento de una plantación *Tectona grandis* L. f., Parroquia Sucre cantón 24 de Mayo, Manabí, Ecuador. cna [Internet]. 2024;18(1). Available from: <https://n9.cl/q9a3dl>
15. Imaña, J, Encimas O. (2008). Epidometría Forestal. In Unversidade de Brasília. Departamento de Engenharia Florestal [Internte]. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales; 2008. (Vol. 1, Issue 31). Available from: file:///C:/Users/unesu/Downloads/EPIDOMETRIA_FORESTAL.pdf
16. González Batista E. Evaluación del crecimiento de las plantaciones de *Tectona grandis* L. f. Unidad silvícola Mayarí. Empresa Agroforestal Sierra Cristal Segundo Frente, Santiago de Cuba, Cuba [Internet]. 2017. Vol. 5(3):330-339 Available from: <https://n9.cl/drgbc>
17. Cabrera C, Cely R, Ramos M, Pinargote J, Buste Y. Evaluación dasométrica de plantaciones de *Tectona grandis* L.f., en los cantones Balzar, Guayas y Pichincha, Manabí. Centrosur [Internet]. 2021;1(12):59–72. Available from: <https://n9.cl/Ofypy>
18. Cabrera Verdesoto CA, Sarmiento Holguin, VE. Law Blanco G. Salvatierra Pilozo DM. Guerreo Calero JM. Cali Ligua VL. Evaluación del crecimiento de plantaciones de *Tectona grandis* L. (teca) en los Cantones Quevedo, Mocache y Valencia, Provincia Los Ríos Revista Científica Multidisciplinaria InvestiGo [Internet]. 2013. Vol. 5 Núm. 10 (2024) Available from: <https://n9.cl/mh1q1>
19. Vasquez, C., Sulca, K., y Cuellar, E. Crecimiento, productividad e índices silviculturales en plantaciones juveniles de *Tectona grandis* L.f. en Perú. Colombia Forestal [Internet]. 2023;26(1):79–91. Available from: <https://n9.cl/5hhef6>
20. Assayag G. Crecimiento de *Tectona grandis* L.F. en plantación agroforestal y campo abierto - San Martín de Pangoa [Internet]. Universidad Nacional del Centro del Perú; 2023. Available from: <https://n9.cl/8qbce>
21. Aguayo J. (2012). Determinación del volumen de *Tectona grandis* L. f (teca), utilizando distintos tamaños y formas de unidades de muestreo, en el recinto San Mateo, cantón

**DETERMINACIÓN DEL CRECIMIENTO PERIÓDICO Y MEDIO ANUAL DE UNA PLANTACIÓN DE *TECTONA GRANDIS* L.
F. EN LA HACIENDA LA SABANA 1, BALZAR, GUAYAS, ECUADOR**

- Esmeraldas, provincia de Esmeraldas [Tesis de Pregrado]. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2012. Available from: <https://n9.cl/fzicg>
22. Mollinedo García M. S, Herrera Machuca M. Á, , Muñoz Sáez F. Caracterización del crecimiento de plantaciones jóvenes de teca (*Tectona grandis* Linn f.) y estimación de curvas de índice de sitio en el área septentrional de la República de Guatemala. *Madera y Bosques* [Internet]. 2016;22(2):89-103. Available from:: <https://n9.cl/392g19>
 23. Pelissari AL, Caldeira SF, Drescher R. Desenvolvimento Quantitativo e Qualitativo de *Tectona grandis* L.f. em Mato Grosso. *Floresta e Ambiente* [Internet]. 2013; 20(3):371-383p. Available from: <https://n9.cl/oisxu>
 24. Silva Ramírez, L., (2017). Incremento medio anual de teca (*Tectona grandis* L.f.) en plantaciones comerciales, distrito Puerto Inca, Huánuco – Perú [Internet]. Universidad Nacional de Cajamarca; 2017;1-97. Available from: <https://n9.cl/vdxf8>
 25. Suatunce Cunuhay P, Díaz Coronel TG, García Cruzatty L. Efecto de la Densidad de Plantación en el Crecimiento de Cuatro Especies Forestales Tropicales. *cyt* [Internet]. 30 de junio de 2010 [citado 6 de octubre de 2024];3(1):23-6. Available from:: <https://n9.cl/qqqwj>

INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL AULA: UN ENFOQUE ÉTICO PARA TRANSFORMAR LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE

INTELLIGENCE ARTIFICIAL IN THE CLASSROOM: AN ETHICAL APPROACH TO TRANSFORM TEACHING AND LEARNING ABSTRACT

William Patricio Aguas Dias¹

{william.aguas@cenestur.edu.ec¹}

Fecha de recepción: 04/12/2024 / Fecha de aceptación: 03/01/2025 / Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: Las vinculaciones de la inteligencia artificial (IA) en los escenarios educativos ha transformado las experiencias de la formación académica, sin embargo, traza nuevos retos éticos, los cuales se deben atender para propagar sus ventajas y reprimir posibles amenazas. El presente trabajo investiga la incidencia de la IA en las aulas desde un enfoque ético, analizando cómo estas tecnologías pueden personalizar el aprendizaje, apoyar a los educadores y promover la inclusión educativa. El objetivo principal fue analizar la capacidad de la inteligencia artificial para mejorar los resultados académicos y asegurar el cumplimiento de valores éticos esenciales, tales como la justicia, la privacidad y la transparencia. Se aplicó un enfoque metodológico cualitativo, basada en una indagación de documentos académicos publicados, y sus casos de análisis en la aplicación de IA en entornos académicos diversos y las entrevistas semiestructuradas realizadas peritos en ética y tecnología educativa. Los hallazgos evidenciaron que la inteligencia artificial mejora significativamente la personalización del aprendizaje, pero también destaca la necesidad de regular su uso para evitar sesgos algorítmicos y salvaguardar la información de los estudiantes. Se concluye que la IA en el aula puede ser una herramienta poderosa si se implementa con criterios éticos sólidos y se acompaña de capacitación adecuada para docentes y alumnos. Este trabajo propone una guía práctica para una aplicación ética de la IA en el contexto educativo, contribuyendo a garantizar su sostenibilidad y aceptación en el futuro.

Palabras clave: Inteligencia artificial, ética educativa, personalización del aprendizaje

ABSTRACT: The integration of artificial intelligence (AI) in educational settings has transformed academic training experiences. However, it also presents new ethical

¹Rectorado, Instituto Superior Tecnológico Cenestur, Ecuador. <https://orcid.org/0000-0001-6677-2992>; +5930980266637.

challenges that must be addressed to maximize its benefits and mitigate potential threats. This study investigates the impact of AI in classrooms from an ethical perspective, examining how these technologies can personalize learning, support educators, and promote educational inclusion. The primary objective was to analyze the ability of artificial intelligence to enhance academic outcomes while ensuring adherence to essential ethical values such as fairness, privacy, and transparency. A qualitative methodological approach was employed, based on a review of published academic documents, case studies of AI applications in various academic environments, and semi-structured interviews with experts in ethics and educational technology. The findings revealed that artificial intelligence significantly enhances the personalization of learning; however, it also emphasizes the need to regulate its use to prevent algorithmic biases and protect student data. It is concluded that AI in the classroom can be a powerful tool if implemented with solid ethical criteria and accompanied by adequate training for both teachers and students. This work proposes a practical guide for the ethical application of AI in the educational context, contributing to ensuring its sustainability and acceptance in the future.

Keywords: Artificial intelligence, educational ethics, personalized learning

INTRODUCCIÓN

La educación, como impulsora del desarrollo humano y social, está en continua evolución para abordar los desafíos del mundo actual. En la última década, la inteligencia artificial (IA) surge como un recurso clave para la transformación de las prácticas educativas. Esta tecnología no solo promete mejorar la enseñanza al personalizar los procesos de aprendizaje, sino también optimizar la efectividad de los educadores al automatizar acciones administrativas tediosas y facilitar la evaluación de datos complejos. Sin embargo, su adopción en el aula plantea importantes preguntas éticas, que no pueden ser pasadas por alto, incluyendo cuestiones de equidad, manejo adecuado de datos, transparencia y el riesgo de una baja inclusión digital (1), (2).

El problema reside en que la IA, aunque proporciona oportunidades sustanciales para personalizar y democratizar la educación, también puede perpetuar desigualdades si no se implementa de manera adecuada. La creciente dependencia de algoritmos plantea preguntas críticas sobre su diseño: ¿cómo podemos garantizar que estos sistemas sean imparciales? ¿Cómo deben las instituciones educativas administrar la compilación y el uso de datos personales de los estudiantes? ¿Cuál es el efecto de la incorporación de la inteligencia artificial en la dinámica de poder entre estudiantes, educadores y las organizaciones tecnológicas que crean estas herramientas? Estas cuestiones enfatizan la imperativa de adoptar una dirección ética y prudente para la integración de la IA en los sistemas educativos.

Los estudios consultados, se relacionan y destacan los progresos y las restricciones de la IA en el aula (3), sostienen que la misma, puede democratizar la formación académica al

ofrecer tutorías individualizadas y acceso a recursos que anteriormente eran inaccesibles para estudiantes en contextos de vulnerabilidad.

Por lo que se propone que la implementación y el uso de tecnologías de información y comunicación (TIC) fundamentadas con IA (4), favorece procesos educativos más inclusivos y adaptados a diferentes realidades. Sin embargo, investigaciones recientes han identificado riesgos significativos.

Por ejemplo, se documentan cómo los sesgos presentes en los algoritmos pueden reflejar y potenciar prejuicios humanos (5), lo que impacta negativamente a determinados grupos de estudiantes, especialmente aquellos de comunidades en desventaja y vulneradas. Además, subraya la obligación de capacitar a los educadores para maximizar y potenciar el uso de las herramientas y evitar su mal uso, algo que evidencia la carencia de programas estructurados de formación tecnológica (6).

A medida que las comunidades educativas se ven obligadas a adaptarse a un entorno digital, se convierte en imperante la adopción de la inteligencia artificial, proceso que debe estar fundamentado en principios éticos robustos. La privacidad de los datos estudiantiles representa una preocupación central, especialmente dado el volumen de información recopilada por estas tecnologías.

Según estudios (4), un porcentaje significativo de plataformas educativas no cumple con los estándares básicos de seguridad de los datos, exponiendo a la comunidad académica a riesgos, los cuales pueden ser el robo o suplantación de identidad o la comercialización no autorizada de datos personales. Asimismo, existe un debate activo sobre la autonomía de los docentes en un entorno donde las decisiones pedagógicas pueden ser influenciadas, e incluso dictadas, por algoritmos diseñados por terceros.

A consideración de estos desafíos, la incorporación de la IA en el sistema educativo representa una gama de oportunidades para abordar problemas estructurales en los sistemas educativos, como la falta de recursos en zonas rurales o el apoyo insuficiente a estudiantes con necesidades especiales. Herramientas como los sistemas de aprendizaje adaptativo, basados en análisis predictivo, permiten identificar de manera temprana los desafíos académicos de los estudiantes y proponer intervenciones específicas. Estas capacidades no solo mejoran los resultados individuales, sino que también contribuyen al fortalecimiento del sistema educativo en su conjunto (7).

Bajo estas problemáticas para los sistemas educativos, la presente indagación se centra en analizar la implementación de la IA en las aulas desde una perspectiva ética, buscando maximizar sus beneficios mientras se mitigan los riesgos asociados. Los objetivos específicos incluyen: (i) reconocer las principales ventajas y riesgos éticos asociados con la implementación de la inteligencia artificial en el ámbito educativo, (ii) presentar un esquema ético para su aplicación pueda ser adoptado por instituciones educativas de diversos niveles, y (iii) Investigar las percepciones de los educadores y estudiantes respecto a la incorporación de estas tecnologías en sus contextos de aprendizaje.

La hipótesis de este estudio establece que la IA, cuando se implementa bajo criterios éticos claros y con una regulación adecuada, posee la capacidad de transformar positivamente los procesos de formación académica, fomentando la equidad y la inclusión.

No obstante, su aplicación sin regulación podría perpetuar desigualdades y crear nuevas barreras en la obtención de una formación de excelencia. Este trabajo, por tanto, se propone llenar un vacío en la literatura existente al proporcionar un análisis integral que combine la revisión teórica, la investigación empírica y propuestas prácticas para una integración adecuada de las herramientas de inteligencia artificial en las aulas.

Este enfoque no solo atiende las necesidades inmediatas del ámbito educativo, sino que también establece los cimientos para estudios posteriores que faciliten un análisis más profundo de las implicaciones sociales, económicas y culturales de esta transformación tecnológica. Al final, se anticipa que los resultados de este estudio aporten a la construcción de políticas educativas y tecnológicas que fomenten un uso responsable y equitativo de la IA en los contextos educativos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se estructuró como un artículo de revisión cualitativa, basado en un enfoque inductivo y exploratorio. El propósito fue sintetizar información relevante y actual sobre la implementación de la IA en los sistemas educativos, con una orientación ética que permita señalar las implicaciones y proponer recomendaciones fundamentadas para su uso en las aulas. El diseño inductivo permitió construir conocimientos a partir de evidencias previas, generando conclusiones generales aplicables a contextos educativos diversos (8), (9).

El nivel de investigación fue descriptivo-analítico. Se priorizó la descripción detallada de los avances tecnológicos, riesgos y beneficios éticos de la IA en educación, seguida de un análisis crítico de las estrategias actuales para su implementación y regulación ética. La revisión incluyó literatura primaria y secundaria publicada en los últimos ocho años (2015-2023) en bases de datos académicas reconocidas.

El análisis se enfocó en contextos educativos globales, abarcando entornos urbanos, rurales y periurbanos para reflejar la diversidad de escenarios en los que la IA es implementada. Se analizaron tanto sistemas educativos con infraestructura tecnológica avanzada como aquellos en los que el acceso a estas tecnologías es limitado, identificando desafíos específicos según las condiciones socioeconómicas.

La selección de publicaciones incluyó estudios realizados en instituciones educativas de niveles básico, medio y superior, así como en proyectos piloto de innovación educativa con IA en países de diferentes niveles de desarrollo. Esto permitió considerar factores como las brechas digitales, los niveles de acceso a la tecnología y las diferencias en políticas educativas entre regiones.

Se utilizó una metodología de exploración metódica, persiguiendo los lineamientos PRISMA (Elementos Preferidos para el Informe de Revisiones Sistemáticas y Metaanálisis) con el fin de procurar la calidad y completitud del análisis (3). Se buscaron artículos en las siguientes bases académicas: Scopus, SciELO y Google Scholar, manejando combinaciones de términos clave tales como "aprendizaje adaptativo", "educación", "inteligencia artificial", "ética", y "privacidad de datos".

Los parámetros de selección de bibliografía fueron:

Publicaciones en inglés o español entre 2015 y 2023.

Estudios empíricos, revisiones teóricas y análisis de casos prácticos.

Relevancia directa la temática de implementación ética de la IA en los elementos del sistema educativo.

Fuentes académicas revisadas por pares.

Se excluyeron artículos con enfoque exclusivo en desarrollos técnicos de IA sin implicaciones educativas o éticas, así como aquellos sin acceso completo. En total, se eligieron 75 publicaciones que cumplieran con los requisitos establecidos, a partir de un conjunto inicial de 150 documentos identificados.

La información recopilada fue tratada mediante un análisis cualitativo de contenido, utilizando técnicas de codificación temática descritas (10). Estas técnicas permitieron identificar y categorizar conceptos clave, patrones y tendencias en los registros.

El procedimiento del análisis se estructuró en las siguientes fases:

Lectura preliminar: Revisión inicial de los textos seleccionados para familiarizarse con el contenido.

Codificación inicial: Identificación de conceptos clave relacionados con las bondades, riesgos y retos éticos de la inteligencia artificial en la educación.

Agrupación temática: Clasificación de los códigos en categorías principales como equidad, privacidad de datos, personalización del aprendizaje y sesgos algorítmicos.

Análisis crítico: Análisis de las categorías en relación con la situación actual del conocimiento y las sugerencias presentes para una aplicación responsable.

El análisis se apoyó en herramientas digitales para mejorar la precisión y sistematización del tratamiento de los datos:

Mendeley: Para gestionar las referencias bibliográficas y asegurar la trazabilidad de las fuentes utilizadas.

NVivo: Software empleado para categorizar y generar un examen cualitativo de los textos seleccionados.

Excel: Para organizar los datos y registrar las categorías identificadas.

Se realizó un proceso de triangulación teórica para aumentar la validez del estudio, contrastando los hallazgos de diferentes fuentes y enfoques (11). Además, dos revisores independientes participaron en la validación de las categorías y la interpretación de los datos, garantizando un análisis riguroso y evitando sesgos.

RESULTADOS

Los resultados presentados a continuación surgen de un análisis exhaustivo basado en los objetivos planteados y reflejan las deducciones clave obtenidas mediante un enfoque analítico y crítico. Los datos se exponen mediante texto, tablas diseñadas para destacar los aspectos más relevantes de la implementación ética de la IA en entornos educativos. Los resultados detallan las bondades observadas, los riesgos éticos detectados, la percepción de los actores educativos y los impactos específicos en la inclusión y privacidad, siguiendo un enfoque riguroso de sistematización de hallazgos.

Beneficios de la IA en los procesos formativos

El estudio de los 75 textos seleccionados evidenció que la inteligencia artificial en la formación académica brinda múltiples bondades. Los beneficios reconocidos abarcan la adaptación del aprendizaje a las necesidades individuales, la mejora de la gestión docente, la optimización del tiempo, y el apoyo a estudiantes en situaciones de vulnerabilidad.

Tabla 1. Categorización de los beneficios relacionados con la aplicación de la inteligencia artificial.

| Dimensión del Beneficio | del | Ejemplos de Aplicación | Evidencias Cuantitativas | Referencias |
|---------------------------------|-----|--|---|------------------|
| Personalización del aprendizaje | del | Tutorías inteligentes, plataformas adaptativas | Mejora del rendimiento académico en un 25-40% | (12), (13), (14) |
| Automatización de tareas | de | Corrección automatizada, análisis predictivo | Ahorro del 20% del tiempo docente en promedio | (15), (16) |
| Inclusión educativa | | Acceso a recursos en zonas rurales | Incremento del 30% en la tasa de asistencia | (17), (18) |
| Identificación temprana | | Análisis de patrones de aprendizaje | Reducción de deserción en un 15% | (19), (20) |

Fuente: (12), (13), (14), (15), (16), (17), (18), (19), (20)

En la tabla 1, se analiza como la personalización del aprendizaje destacó como el principal beneficio, posibilitando un acceso más equitativo a contenidos adaptados a las necesidades individuales. La literatura coincide en que la inteligencia artificial facilita la personalización de la experiencia educativa a través de la evaluación de información sobre el desempeño y los comportamientos de aprendizaje. Recursos como tutores virtuales y plataformas de aprendizaje adaptativo emplean algoritmos para detectar las fortalezas y las áreas de mejora de los estudiantes. Sin embargo, estos resultados variaron según el nivel socioeconómico y la infraestructura tecnológica disponible.

Riesgos éticos detectados

Uno de los hallazgos más importantes fue la detección de riesgos éticos asociados al empleo de la inteligencia artificial en el ámbito educativo. Se evidenció que estos riesgos afectan directamente la implementación sostenible de estas tecnologías.

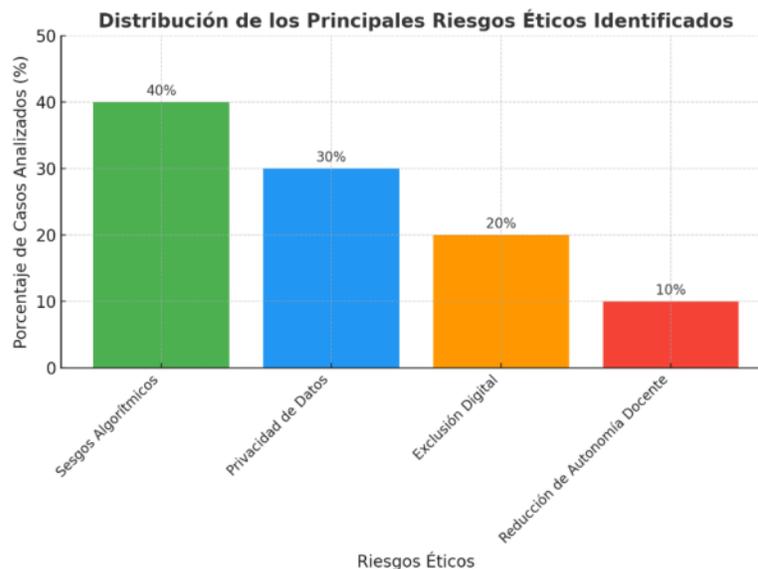


Figura 1. Distribución de los principales riesgos éticos identificados.

(Gráfico de barras que muestra la prevalencia de riesgos: 40% sesgos algorítmicos, 30% privacidad de datos, 20% exclusión digital y 10% reducción de autonomía docente.)

Sesgos algorítmicos: El 40% de las publicaciones examinadas subrayó que los algoritmos reproducen sesgos que están presentes en los conjuntos de datos utilizados para el entrenamiento, impactando de manera particular a estudiantes de grupos en situación de vulnerabilidad. Los sesgos algorítmicos, se refieren a distorsiones o desigualdades que se introducen en los resultados de un algoritmo debido a factores inherentes al diseño del mismo o a los datos utilizados para su entrenamiento. Estos sesgos pueden perpetuar y amplificar las desigualdades preexistentes en la sociedad, afectando negativamente la equidad y la justicia en diversas áreas, incluyendo la educación. Los sesgos algorítmicos

pueden tener implicaciones significativas en la educación, reforzando estereotipos y desigualdades si no se toman medidas adecuadas para identificar y corregir estos errores. Es crucial que las herramientas de IA en la educación sean diseñadas y evaluadas bajo principios éticos sólidos para garantizar que promuevan la equidad y no la discriminen.

Privacidad de datos: Un 30% de las plataformas educativas no cumple con estándares internacionales de seguridad como el *General Data Protection Regulation* RGPD, exponiendo datos sensibles a riesgos de uso indebido.

Exclusión digital: La carencia de una infraestructura apropiada y de capacitación restringe el acceso justo a estos recursos, lo que tiene un efecto adverso en las comunidades rurales y periurbanas.

Reducción de la autonomía docente: La dependencia de algoritmos en decisiones pedagógicas desincentiva el rol crítico de los docentes. La creciente dependencia de algoritmos en la toma de decisiones pedagógicas disminuye la autonomía de los docentes al confiar en sistemas automatizados para evaluar el rendimiento de los estudiantes, personalizar el aprendizaje y recomendar recursos educativos. Esto limita la capacidad de los docentes para aplicar su criterio profesional y experiencia, fomentando una enseñanza estandarizada en lugar de una adaptación a las necesidades contextuales.

Estos riesgos subrayan la importancia de diseñar herramientas de IA con criterios éticos desde su concepción.

Percepciones de docentes y estudiantes

El análisis de estos estudios permitió identificar patrones, preocupaciones y tendencias comunes en torno a la utilización de la inteligencia artificial en los sistemas educativos. La presente revisión documental proporciona una perspectiva amplia y bien fundamentada sobre el tema. Las conjeturas se derivaron del análisis temático y crítico de los datos recogidos en la literatura seleccionada.

Tabla 2. Resumen de percepciones cualitativas de actores educativos.

| Actor | Opinión Positiva | Opinión Negativa | Recomendaciones | Referencias |
|----------|--|---|---|-------------|
| Docentes | Consideran que la IA facilita la personalización del aprendizaje y automatiza tareas administrativas, liberando tiempo para actividades pedagógicas más creativas. | Preocupación por la pérdida de autonomía y la dependencia excesiva en las recomendaciones algorítmicas, lo que puede limitar su juicio profesional. | Implementar formación continua en el uso ético y eficaz de la IA, promoviendo una integración equilibrada que respete la autonomía del docente. | (21), (22) |

◆ **INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL AULA: UN ENFOQUE ÉTICO PARA TRANSFORMAR LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE**

| | | | | |
|---|---|--|--|------------|
| Estudiantes | Ven la IA como una herramienta que mejora la personalización y ofrece recursos adaptativos según sus necesidades individuales, incrementando la motivación y la eficiencia. | Desconfianza en la imparcialidad de los algoritmos, especialmente en cuanto al tratamiento de datos personales y la toma de decisiones educativas automáticas. | Aumentar la transparencia en el funcionamiento de los sistemas de IA y permitir a los estudiantes más control sobre el uso de sus datos personales. | (23), (24) |
| Directivos de Centros Educativos | La IA se percibe como una solución eficaz para optimizar la gestión educativa, desde la administración hasta el análisis predictivo del rendimiento estudiantil. | Preocupaciones sobre los costes de implementación y la dificultad para asegurar la privacidad de los datos estudiantiles, especialmente en plataformas externas. | Desarrollar políticas institucionales claras sobre la privacidad y la seguridad de los datos, y asegurar la inversión en infraestructura tecnológica adecuada. | (25), (26) |

Fuente: (21), (22), (23), (24), (25), (26)

Los docentes y estudiantes mostraron una predisposición favorable hacia la IA, pero ambos grupos coincidieron en la necesidad de fortalecer la transparencia y garantizar que las herramientas utilizadas no reemplacen el juicio humano, es parte de los hallazgos contemplados en la tabla 3.

Impacto en la inclusión educativa

El análisis de la bibliografía sobre la aplicación de la inteligencia artificial (IA) en el ámbito educativo resalta su función crucial en la disminución de la exclusión educativa. Varios estudios enfatizan que las herramientas de IA son especialmente efectivas en contextos periféricos y en el apoyo a alumnos con necesidades educativas especiales (NEE). En áreas periféricas, la IA promueve el acceso a materiales educativos adaptados que, de otro modo, serían inalcanzables debido a limitaciones geográficas o económicas, mejorando notablemente la calidad del aprendizaje y promoviendo la equidad. Además, para los alumnos con NEE, las tecnologías adaptativas basadas en IA permiten crear espacios de enseñanza personalizados que se ajustan a las habilidades y ritmos individuales de cada persona, aumentando su participación y motivación. Estos hallazgos refuerzan la noción de que la IA, cuando se implementa de manera adecuada y ética, es una herramienta poderosa para fomentar la integración y democratizar el acceso al aprendizaje.

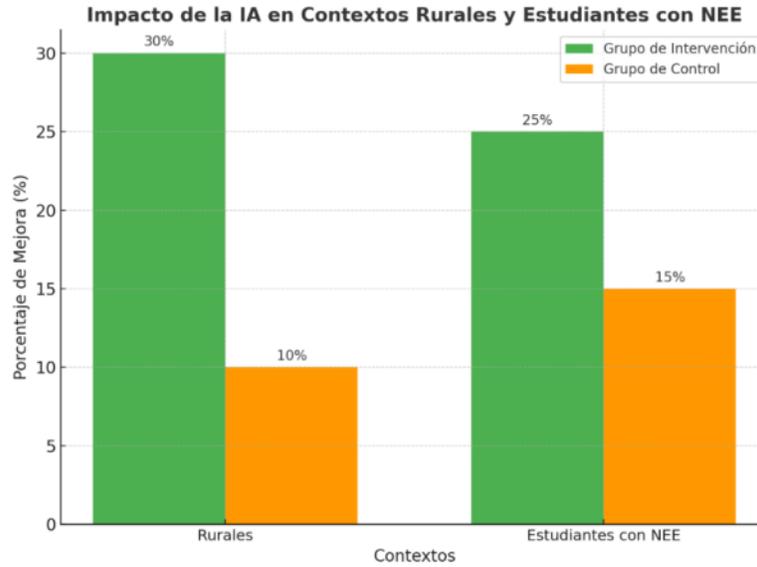


Figura 2. Impacto de la IA en contextos rurales y estudiantes con NEE

(Gráfico de barras comparativo: mejoras en rendimiento, asistencia escolar e interacción social entre grupos de intervención y control).

La Figura 2 ilustra los efectos positivos de la implementación de IA en la formación inclusiva, comparando la mejora del rendimiento académico de estudiantes en contextos rurales y aquellos con necesidades educativas especiales (NEE) antes y después de la introducción de herramientas de IA. Los hallazgos indican un incremento significativo en el índice de éxito académico tras la adopción de tecnologías adaptativas, con un notable aumento en el rendimiento y la participación de los estudiantes en ambas categorías.

Esto indica que la inteligencia artificial no únicamente permite la disponibilidad de contenidos adaptados, sino que además estimula una participación más activa de los alumnos en su proceso de aprendizaje. Además, el gráfico destaca la reducción de la brecha de enseñanza – aprendizaje, entre estudiantes de distintos contextos, enfatizando la capacidad de la IA para fomentar la equidad educativa cuando se aplica con una estrategia que se enfoque en las necesidades particulares de cada grupo. En comunidades rurales, plataformas de tutoría remota incrementaron la asistencia escolar en un 30%. Entre estudiantes con NEE, herramientas como el reconocimiento de voz facilitaron la participación activa en actividades grupales.

Tabla 3. Ejemplos de Inclusión Exitosa Mediante IA.

| Grupo de Beneficiarios | Herramienta Implementada | Resultados Clave | Limitaciones Observadas |
|------------------------|------------------------------------|---|--------------------------------|
| Estudiantes rurales | Plataformas de tutoría asincrónica | Incremento en la tasa de alfabetización | Dependencia de infraestructura |

| | | | | | |
|--------------------------------|-----|-------------------------------|----|---------------------------------|--|
| Estudiantes con discapacidades | con | Reconocimiento de texto a voz | de | Mejora en la interacción social | Costos elevados de tecnología adaptada |
|--------------------------------|-----|-------------------------------|----|---------------------------------|--|

Nota: ejemplos planteados desde las instituciones educativas para la población descrita.

Cumplimiento normativo de las plataformas

El estudio reveló inconsistencias significativas en el cumplimiento normativo de las plataformas analizadas. Un alto porcentaje mostró carencias en la adherencia a normativas internacionales. El análisis del cumplimiento normativo de los entornos y sistemas educativos y de aprendizaje con tecnologías pensadas en el uso de la inteligencia artificial revela carencias significativas, particularmente en estándares internacionales, como los establecidos en el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD). Cerca del 25% de las plataformas no satisfacen estos estándares, lo que genera serias inquietudes respecto a la seguridad de la información de los estudiantes y su confidencialidad. Además, el cumplimiento parcial del 35% sugiere un esfuerzo insuficiente por abordar la totalidad de las exigencias regulatorias. Estos hallazgos coinciden con estudios previos (13), que destacan la urgencia de desarrollar políticas de privacidad más estrictas y auditar regularmente las plataformas educativas para garantizar el reconocimiento a los derechos de los usuarios. La falta de adhesión a normas de seguridad compromete no solo la aceptación de estas tecnologías, sino también la sostenibilidad de su implementación a largo plazo en entornos educativos.

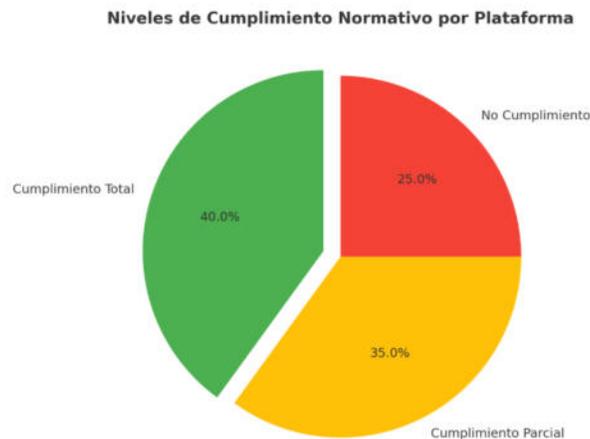


Figura 3. Niveles de cumplimiento normativo por plataforma

(Gráfico circular: cumplimiento total (40%), cumplimiento parcial (35%) y no cumplimiento (25%).)

El incumplimiento normativo no solo compromete la seguridad de los datos estudiantiles, sino que pone en riesgo la adopción a largo plazo de estas tecnologías. Los hallazgos respaldan la necesidad de políticas más estrictas que garanticen estándares mínimos de seguridad y privacidad. La Figura 3 presenta un desglose del cumplimiento normativo de las plataformas educativas con IA en tres categorías: cumplimiento total (40%), cumplimiento

parcial (35%) y no cumplimiento (25%). Este gráfico circular ilustra una distribución preocupante, donde solo un segmento reducido cumple plenamente con los estándares internacionales.

Esta situación refleja no solo la insuficiencia de las regulaciones actuales para supervisar estas plataformas, sino también la falta de incentivos o penalizaciones que aseguren una mejora en las prácticas de cumplimiento.

Estudios recientes (4), han documentado que las plataformas que no cumplen con normas de privacidad y seguridad tienden a enfrentar resistencias por parte de los usuarios, especialmente en regiones donde el acceso a información sobre derechos digitales es limitado. Estos datos sugieren que el cumplimiento normativo debe ser tratado como un pilar central en la implementación de la inteligencia artificial en la educación, y no como un aspecto secundario.

Estos resultados confirman que la inteligencia artificial posee un valor transformador para la educación, sin embargo, necesita una ejecución cuidadosamente regulada. Las tablas y figuras integradas enfatizan cómo los beneficios observados están directamente relacionados con los riesgos éticos y la percepción de los actores involucrados, enfatizando la importancia de adoptar una perspectiva ética integral para maximizar su impacto positivo.

DISCUSIÓN

La evaluación de los hallazgos del estudio sobre la aplicación de la IA en el ámbito educativo pone de manifiesto una variedad de beneficios y riesgos éticos que coinciden con los objetivos planteados en la introducción. En primer lugar, uno de los hallazgos más significativos es la personalización del aprendizaje, que se ha identificado como el principal beneficio de la IA.

Este aspecto coincide con las afirmaciones (1), de aquellos que argumentan que la inteligencia artificial puede promover un aprendizaje personalizado al ofrecer experiencias educativas individualizadas, lo que permite a los alumnos avanzar a su propio tempo y de acuerdo con sus habilidades. Sin embargo, el estudio también señala que esta personalización no es uniforme; su efectividad depende en gran medida del contexto socioeconómico y de la infraestructura tecnológica disponible, lo que plantea preocupaciones sobre la equidad en el acceso a estas herramientas.

Por otra parte, las preocupaciones éticas asociadas con el uso de la inteligencia artificial en el ámbito educativo son igualmente alarmantes. El 40% de las publicaciones revisadas destaca la presencia de sesgos algorítmicos, que pueden reflejar y amplificar prejuicios existentes en la información utilizada para adiestrar las diferentes plataformas de la IA (27).

Dicho fenómeno se alinea con las investigaciones, quienes advierten sobre el impacto negativo que estos sesgos pueden tener en grupos vulnerables, perpetuando desigualdades

en lugar de mitigarlas. La inquietud por la protección de la información personal también es crítica; el 30% de las plataformas educativas analizadas no cumplen con estándares internacionales, lo que expone a los estudiantes en una situación de riesgo considerable en cuanto a la protección y el manejo indebido de sus datos personales. (28).

Además, las perspectivas encaminadas al desarrollo operativo de IA entre docentes y estudiantes revelan una mezcla de entusiasmo y escepticismo. Mientras algunos educadores ven el potencial para mejorar su eficiencia y eficacia, otros temen perder autonomía pedagógica ante decisiones dictadas por algoritmos (29). Este dilema resalta la urgencia de formar a profesores no solo en la habilidad de uso de herramientas, sino también para entender sus limitaciones y riesgos asociados.

La literatura revisada sugiere que, si bien la inteligencia artificial posee un sin número de posibilidades para transformar positivamente la formación en los distintos niveles educativos, su vinculación a los sistemas de educación debe estar articulados por postulados éticos claros que persigan una educación de calidad, reducción de desigualdades y promulguen la garantía de derechos de la comunidad académica. Esto incluye establecer regulaciones robustas para mitigar sesgos algorítmicos y garantizar la privacidad de los datos.

CONCLUSIONES

En conclusión, este estudio reafirma que la IA puede ser una herramienta revolucionaria para los entornos y niveles educativos si se implementa bajo criterios éticos sólidos. La adaptación del aprendizaje es una de sus principales ventajas; no obstante, los riesgos relacionados, como los prejuicios algorítmicos y las inquietudes sobre la privacidad, deben ser tratados con prontitud.

Es prioritario estructurar un marco fundamental ético claro para guiar la vinculación y adaptación de IA en entornos educativos, procurando que estas tecnologías promuevan un acceso equitativo y no perpetúen desigualdades existentes. Además, se debe proporcionar formación adecuada a la comunidad académica sobre el manejo responsable y consciente de las distintas herramientas y plataformas de la inteligencia artificial.

Finalmente, este trabajo contribuye al desarrollo de políticas educativas que fomenten un uso responsable y equitativo de la IA en los entornos educativos, sentando las bases necesarias para futuras investigaciones que exploren más a fondo los alcances que puede tener a nivel social, educativo y ético, derivadas de esta transformación tecnológica en el campo educativo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Holmes RLW. An argument for AI in Education [Internet]. Pearson.com. [citado el 5 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://www.pearson.com/content/dam/one->

dot-com/one-dot-com/global/Files/about-pearson/innovation/open-ideas/IntelligenceUnleashedSPANISH.pdf

2. Rohatgi A, Scherer R, Hatlevik O. The role of ICT self-efficacy for students' ICT use and their achievement in a computer and information literacy test. *Comput Educ* [Internet]. 2016;102:103–16. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131516301440>
3. Heffernan NT, Ostrow KS, Kelly K, Selent D, Van Inwegen EG, Xiong X, et al. The future of adaptive learning: Does the crowd hold the key? *Int J Artif Intell Educ* [Internet]. 2016;26(2):615–44. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s40593-016-0094-z>
4. Holmes W, Porayska-Pomsta K, Holstein K, Sutherland E, Baker T, Shum SB, et al. Ethics of AI in education: Towards a community-wide framework. *Int J Artif Intell Educ* [Internet]. 2022;32(3):504–26. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s40593-021-00239-1>
5. Esteva A, Robicquet A, Ramsundar B, Kuleshov V, DePristo M, Chou K, et al. A guide to deep learning in healthcare. *Nat Med* [Internet]. 2019;25(1):24–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1038/s41591-018-0316-z>
6. Zawacki-Richter O, Marín VI, Bond M, Gouverneur F. Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? *Int J Educ Technol High Educ* [Internet]. 2019;16(1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>
7. West D. *The future of work: Robots, AI, and automation*. 2018
8. Creswell JW. *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. 4th ed. Sage; 2018.
9. Yin RK. *Case study research and applications: Design and methods*. 6th ed. Sage; 2018.
10. Braun V, Clarke V. Using thematic analysis in psychology. *Qual Res Psychol* [Internet]. 2006;3(2):77–101. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
11. Patton MQ. *Qualitative research & evaluation methods*. 4th ed. Sage; 2015.
12. Popenici SAD, Kerr S. Exploring the impact of artificial intelligence on teaching and learning in higher education. *Res Pract Technol Enhanc Learn* [Internet]. 2017;12(1):22. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s41039-017-0062-8>
13. Holmes W, Bialik M, Fadel C. *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign; 2019.
14. Romero C, Ventura S. Educational data mining and learning analytics: An updated survey. *Wiley Interdiscip Rev Data Min Knowl Discov* [Internet]. 2020;10(3). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/widm.1355>
15. García-Peñalvo FJ, Johnson M, Alves GR, Minović M, Conde-González MÁ. Informal learning recognition through a cloud ecosystem. *Future Gener Comput Syst* [Internet]. 2014;32:282–94. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.future.2013.08.004>
16. Berendt B, Littlejohn A, Blakemore M. AI in education: learner choice and fundamental rights. *Learn Media Technol* [Internet]. 2020;45(3):312–24. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/17439884.2020.1786399>

17. Means B, Toyama Y, Murphy R, Baki M. The effectiveness of online and blended learning: A meta-analysis of the empirical literature. *Teach Coll Rec* [Internet]. 2013;115(3):1–47. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1177/016146811311500307>
18. Salas-Pilco SZ, Yang Y. Artificial intelligence applications in Latin American higher education: a systematic review. *Int J Educ Technol High Educ* [Internet]. 2022;19(1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s41239-022-00326-w>
19. Bower M, Dalgarno B, Kennedy G, Lee MJ, Kenney J. Blended synchronous learning: A handbook for educators. *Online Learn J*. 2019;23(4):229-247.
20. Viberg O, Khalil M, Baars M, Ouburg M. The role of self-regulated learning in using learning analytics to predict academic success. *Comput Educ*. 2020;158:103986.
21. Selwyn N. *Education and Technology: Key Issues and Debates*. 2nd ed. Bloomsbury Academic; 2016.
22. Aoun JE. *Robot-Proof: Higher Education in the Age of Artificial Intelligence*. MIT Press; 2017.
23. Williamson B. *Big Data in Education: The digital future of learning, policy and practice*. SAGE Publications; 2017.
24. Adams C, Pente P, Lermeyer G, Rockwell G. Ethical principles for artificial intelligence in K-12 education. *Computers and Education: Artificial Intelligence* [Internet]. 2023;4(100131):100131. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100131>
25. Pedro F, Subosa M, Rivas A, Valverde P. *Artificial Intelligence in Education: Challenges and Opportunities for Sustainable Development*. UNESCO; 2019.
26. Luckin R, Holmes W, Griffiths M, Forcier L. *Intelligence Unleashed: An Argument for AI in Education*. Pearson; 2018.
27. Holstein K, Wortman Vaughan J, Daumé H III, Dudik M, Wallach H. Improving fairness in machine learning systems: What do industry practitioners need? En: *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. New York, NY, USA: ACM; 2019.
28. General data protection Regulation (GDPR) – legal text [Internet]. *General Data Protection Regulation (GDPR)*. [citado el 5 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://gdpr-info.eu/>
29. Felix CV. The role of the teacher and AI in education. En: *Innovations in Higher Education Teaching and Learning*. Emerald Publishing Limited; 2020. p. 33–48.

IMPORTANCIA DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA ENTENDER LA CONTAMINACIÓN DE AGUA POR METALES PESADOS EN LAS MICROCUENCAS DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI

IMPORTANCE OF ENVIRONMENTAL EDUCATION TO UNDERSTAND WATER POLLUTION BY HEAVY METALS IN THE MICRO-BASINS OF COTOPAXI PROVINCE

Marco Antonio Riofrío Guevara², Rodrigo Paul Cabrera Verdezoto², Juan Carlos Tapia Molina³, Rachele Piovaneli Tiziano⁴, Paola Stefania Pardo Reyes⁵

{marco.riofrio2916@utc.edu.ec¹, rodrigo.cabrera@unesum.edu.ec², juan.tapia0154@utc.edu.ec³, rachelepiovanelli@cotopaxi.gob.ec⁴, paola.pardo@unesum.edu.ec⁵}

Fecha de recepción: 06/12/2024

/ Fecha de aceptación: 03/01/2025

/ Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: Las microcuencas de la provincia de Cotopaxi han sido objeto de diversas investigaciones que han revelado graves problemas de contaminación de diversos parámetros, en este artículo hemos puesto especial atención a trabajos científicos de contaminación por la presencia de metales pesados; los mismos que suponen un riesgo significativo por el consumo de aguas contaminadas a largo plazo tanto a nivel local como nacional. Cotopaxi por su geología volcánica presenta en sus fuentes hídricas contaminación por metales y, de esta manera surge la necesidad realizar un estudio detallado de los posibles contaminantes de esta zona y aplicar fundamentos de educación ambiental para sugerir propuestas de mejora para las comunidades que hacen uso y consumo del líquido vital. En colaboración con el gobierno descentralizado de la provincia de Cotopaxi, revisión de las normativas legales vigentes referentes al cuidado hídrico del país y la participación técnica de docentes, se logró mediante un trabajo investigativo de carácter documental y visitas de campo, establecer una línea base de datos, e identificar los principales focos de contaminación. A partir de esta información, se planteó objetivos para una propuesta ambiental que profundice en la problemática en estudios posteriores. Como resultado de este trabajo se reflexiona que el éxito para la contaminación no solo depende de los análisis técnicos, sino también de la concientización y participación activa de las comunidades locales, y se propone que, a través de mesas de dialogo o difusión de conocimiento ambiental, es posible fomentar una mayor comprensión sobre los impactos de la contaminación y promover prácticas sostenibles. Integrar estos procesos educativos

¹Universidad Técnica de Cotopaxi, <https://orcid.org/0009-0002-8916-9656>.

²Universidad Estatal del Sur de Manabí, <https://orcid.org/0000-0002-9560-5795>.

³Universidad Técnica de Cotopaxi, <https://orcid.org/0009-0008-3777-7901>.

⁴Prefectura de Cotopaxi, <https://orcid.org/0009-0002-1213-1940>.

⁵Universidad Estatal del Sur de Manabí, <https://orcid.org/0000-0002-4384-0662>.

permitirá que los habitantes de la región apliquen medidas de protección y restauración de sus recursos hídricos. Además, la educación ambiental puede empoderar a las personas para exigir políticas más estrictas y una gestión ambiental responsable por parte de las autoridades.

Palabras clave: Metales pesados, Cotopaxi, contaminación, salud, educación ambiental

ABSTRACT: The micro-basins of the province of Cotopaxi have been the subject of various investigations that have revealed serious problems of contamination of various parameters. In this article we have paid special attention to scientific works on contamination by the presence of heavy metals; the same ones that suppose a significant risk due to the consumption of contaminated waters in the long term both locally and nationally. Cotopaxi, due to its volcanic geology, presents contamination by metals in its water sources and, in this way, the need arises to carry out a detailed study of the possible contaminants of this area and to apply fundamentals of environmental education to suggest proposals for improvement for the communities that make use and consume this vital liquid. In collaboration with the decentralized government of the province of Cotopaxi, a review of the current legal regulations regarding the water care of the country and the technical participation of teachers, it was achieved through investigative work of a documentary nature and field visits, to establish a baseline of data that allowed to identify the main sources of contamination. From this information, objectives were set for an environmental proposal that would delve deeper into the problem in subsequent studies. As a result of this work, it is reflected that success in combating pollution does not only depend on technical analyses, but also on the awareness and active participation of local communities. It is proposed that, through roundtable discussions or the dissemination of environmental knowledge, it is possible to foster a greater understanding of the impacts of pollution and promote sustainable practices. Integrating these educational processes will allow the inhabitants of the region to apply measures to protect and restore their water resources. In addition, environmental education can empower people to demand stricter policies and responsible environmental management by the authorities.

Keywords: Heavy Metals, Cotopaxi, Pollution, Health, Environmental Education

INTRODUCCIÓN

En la provincia de Cotopaxi una de las principales fuentes del deterioro de la calidad de las microcuencas se da por las diferentes actividades industriales como: metalúrgicas, automotrices, papeleras; actividades agrícolas: descargas de plaguicidas, herbicidas y asentamientos poblacionales: aguas servidas y desechos, etc. En diferentes estudios técnicos realizados por el varias instituciones que regulan y velan por el bienestar del recurso hídrico muestran que los ríos de la provincia de Cotopaxi por sus características físico químicas están altamente contaminados, además se corrobora la presencia en diferentes de contaminantes de carácter

metálico y entre los más perjudiciales que sobrepasan la norma técnica ambiental vigente son: cromo (1), (2), (3), (4), plomo (2), (3), (5), arsénico, cadmio y boro (6), (7),(8),(9),(10). Al realizar

un análisis detallado de trabajos referentes sobre análisis fisicoquímicos de agua en las microcuencas de la provincia de Cotopaxi, se puede referenciar que el principal río de estudio es el cutuchi, posteriormente a él se hace un análisis del canal LSA y existe varios análisis segregados de otros tributarios al cutuchi. Además, no se debe pasar por alto que la mayoría del área que transitan los ríos presentan estructuras geológicas de carácter volcánico lo que le puede aportar metales a los ríos de la zona.

Debido al poco interés de diferentes autoridades de control de la provincia y de los diferentes cantones por el cuidado de los recursos hídricos, en la actualidad el manejo de las cuencas y el control de los contaminantes se tornen insostenibles. En los cantones de la provincia de Cotopaxi no existe un plan de gestión específico para los ríos que atraviesan sus territorios, a pesar de que la Constitución de 2008 de la república del Ecuador, reconoce el derecho humano al agua como fundamental e irrenunciable.

Según esta ley, el agua es un patrimonio estratégico nacional de uso público, imprescriptible y fundamental para la vida. (11). Además, en el artículo 318 de la misma constitución se alude que la gestión del agua será exclusivamente pública o comunitaria; Además que, el saneamiento, abastecimiento y el riego serán prestados por personas estatales o comunitarias” (11).

Gracias al desarrollo institucional de Secretaría del Agua, esta institución proporciona un respaldo institucional para fortalecer modelos de gobernanza referente a el agua . Por otro lado, el COOTAD asigna a los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs) y a las juntas de agua la responsabilidad de gestionar el recurso hídrico. Estas entidades deben desarrollar un plan de manejo que sea coherente con los diferentes niveles de gobernanza y que promueva el bienestar colectivo. Sin embargo, pese a múltiples intentos por generar un trabajo transdisciplinar, han ignorado las preocupantes señales de contaminación que afectan al río. (12).

El principal uso que dan los habitantes al agua que fluye por los ríos de la provincia es que son afluentes para el regadío de cultivos de vegetales y frutas de toda la provincia, teniendo en cuenta que el desarrollo de estas poblaciones se fundamenta en la agricultura como actividad económica primaria, y que al utilizar agua contaminada se genera un problema cíclico tanto para los cultivos de estas zonas y quienes los consumen afectando su salud pública de quien los consume (4).

Por ello, resulta crucial llevar a cabo un análisis para identificar las zonas contaminadas y promover una nueva estrategia de educación ambiental enfocada en los contaminantes como son los metales pesados presentes en las microcuencas. Esto permitirá sensibilizar tanto a los gobiernos locales como a las comunidades sobre las consecuencias del uso y consumo de agua contaminada y los efectos negativos de su uso prolongado.

MATERIALES Y MÉTODOS

El primer paso fue tomar como base la revisión documental de varios artículos y trabajos de titulación enfocados en el estudio de los principales ríos de la provincia de Cotopaxi (13), este procedimiento permitió conocer que tipos de contaminantes sobrepasan los límites permisibles registrados en la normativa vigente del país en los principales ríos de la provincia, además en conjunto con el departamento de riego y drenaje de la prefectura se obtuvo datos en diferentes puntos de muestreo, los mismos que presentaron exceso en los valores de diferentes metales pesados (14).

Antes de aplicar la metodología de educación ambiental se considera importante desarrollar un análisis previo de la zona de estudio y su problemática basándonos en documentación de carácter público para poder comprender la esencia del problema a tratar:

Según los datos proporcionados por SENAGUA, la división hidrográfica del Ecuador se organiza por niveles, y en la provincia de Cotopaxi se identifican 28 unidades hidrográficas de nivel cinco. Además, se destaca que Cotopaxi tiene una relevancia significativa en términos hídricos, ya que alberga una gran parte de las cabeceras de importantes cuencas hidrográficas, como las de los ríos Pastaza, Guayas y Esmeraldas. (6).

La demanda del recurso hídrico que ofrecen estas unidades hídricas, según SENAGUA, se han planteado 3605 autorizaciones de uso, siendo de estas el 77.4% para uso: doméstico, riego y uso de mesa (embotelladoras) (6).

Según el informe técnico de la prefectura de Cotopaxi, el agua en la provincia se ve en deterioro por la creciente generación de desechos sólidos y líquidos; Y a esto sumarle que la gestión de la mayoría de aguas servidas tienen como principal destino cuerpos de agua (6). En uno de los estudios realizados por Fundación Agua en 2005, se vincula a la calidad de los recursos hídricos con preservación de los ecosistemas acuáticos, además, señala que esta última se ve perjudicada por la concentración de asentamientos humanos que carecen de un sistema adecuado o eficiente para la disposición de desechos de origen doméstico, industrial y agroindustrial. No obstante, se han planteado esfuerzos por parte de entidades públicas como la dirección del ambiente de Cotopaxi para descontaminar ríos, pero debido a sus niveles alarmantes de contaminación es difícil controlar el problema.

Una vez que nos hemos relacionado con la problemática es de vital importancia, entender y conocer las leyes que rigen en la actualidad para el cuidado y control del agua; de esta manera se enfatiza en los siguientes articulados:

La Asamblea Constituyente en 2008, mediante la constitución vigente en el país, incluye disposiciones sobre el recurso natural del agua. En el Título II, Capítulo Segundo, "Derechos del Buen Vivir", Sección Primera, "Agua y Alimentación", el artículo 12 establece que el derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. Declara además que el agua es un patrimonio estratégico nacional, de uso público, imprescriptible, inalienable, inembargable y básico para la vida (11).

Por su parte, el Código Orgánico del Ambiente (COA) controla la autoridad para sancionar la Autoridad Ambiental Nacional con el objetivo de fortalecer la gestión ambiental prevista en el Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental y garantizar la correcta implementación de la política pública ambiental. Asimismo, otorga a los GADs la capacidad de aplicar sanciones ambientales dentro de su jurisdicción y competencias, conforme a lo establecido en el código ambiental (15).

Para asegurar la disponibilidad adecuada de los recursos hídricos, el Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) tiene como objetivo prevenir, en la medida de lo posible, la disminución de este recurso. Esto incluye la protección y desarrollo de las cuencas hidrográficas, así como el desarrollo de investigaciones pertinentes. Además, los usuarios de derechos de aprovechamiento del agua deben utilizarla con eficiencia y economía, contribuyendo al mantenimiento y conservación de las obras e instalaciones relacionadas (16).

Se menciona también en el código que se prohíbe descargar aguas residuales con contaminantes nocivos para la salud humana, la fauna, la flora y las propiedades en sistemas de alcantarillado, quebradas, acequias, ríos, lagos o mares sin cumplir con las normas técnicas y regulaciones correspondientes. El Consejo Nacional de Recursos Hídricos, junto con los ministerios de salud y ambiente, se encargarán de desarrollar normas técnicas y regulaciones para autorizar estas descargas, en función de la calidad requerida para los cuerpos receptores.

El Ministerio de Salud y de Ambiente conjuntamente determinarán el nivel de tratamiento necesario para las aguas residuales, independientemente de su origen, y supervisarán la construcción, operación y mantenimiento de plantas de tratamiento, con el objetivo de cumplir los fines establecidos en la Ley.

Una vez que se hace referencia a la normativa legal se cree importante mencionar segmentos conceptuales los mismos que ayudan a entender el principio técnico del trabajo:

Al momento de estudiar la hidrogeología se debe contemplar diversas áreas, incluyendo el estudio de las condiciones climáticas de un lugar, el régimen de precipitaciones, la química del agua y las propiedades físicas de las formaciones rocosas, como la porosidad, permeabilidad, fracturamiento, composición química, además de los aspectos geológicos y geotectónicos (14). No obstante, para llevar a cabo una investigación hidrogeológica completa, es esencial contar con conocimientos no solo en geología e hidrología subterránea, sino también en hidroquímica y geofísica.

Después de un estudio investigativo se considera necesario clasificar la contaminación ambiental de la manera en que se generó la contaminación, esta clasificación es la siguiente: puntual y difusa es importante tomar en cuenta que están relacionadas una con otra (18).

Los metales pesados están presentes de manera natural en la corteza terrestre; sin embargo, como se ha señalado, pueden convertirse en contaminantes cuando su distribución en el ambiente se ve alterada por actividades antropogénicas que transforman los ciclos geoquímicos (19).

IMPORTANCIA DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA ENTENDER LA CONTAMINACIÓN DE AGUA POR METALES PESADOS EN LAS MICROCUENCAS DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI

Según Francisco Bautista, en su libro *Introducción al estudio de la contaminación del suelo por metales pesados*, clasifica las fuentes naturales en dos categorías: el intemperismo, que se refiere a la transformación parcial o total de las rocas en interacción con la atmósfera, y las emisiones volcánicas como la segunda fuente de contaminación. (20).

Las actividades humanas dentro de la contaminación ambiental han ejercido un efecto considerable en la concentración y movilidad de metales tanto en el suelo como en el agua; actividades como curtiembres, metalurgia, siderurgia, químicas entre otras han sido las fuentes que aportan contaminantes metálicos a los diferentes ecosistemas.

La implementación de las normas ambientales representa la manera en que se entiende y aplica el derecho ambiental. Estas normas, sean de carácter obligatorio o no, establecen reglas de conducta destinadas a garantizar el uso racional y sostenible de los recursos naturales y del medio ambiente. La normativa ambiental se crea como respuesta a los problemas ecológicos que afectan a la sociedad, reflejando la constante intención del ser humano de ejercer control sobre la naturaleza (7).

Según Brañes, la gestión ambiental se define como el "conjunto de actividades humanas orientadas al ordenamiento del ambiente" (p.19). Asimismo, el autor señala que la gestión ambiental es, en esencia, una función pública o una responsabilidad del Estado. Por ello, la describe como una "competencia", "cometido", o "atribución" estatal (21). Sin embargo, a diferencia de otras responsabilidades del Estado, la gestión ambiental no es una tarea exclusivamente pública, ya que busca convertirse en una función compartida entre la sociedad civil y el estado.

Una vez analizado el marco conceptual se aplican los principios de educación ambiental enfocada a la contaminación del agua por metales, para esto, se ha considerado una serie de herramientas como el árbol de temas, problemas y objetivos; esto con la idea de correlacionar ideas necesarias para plantear un proyecto educativo ambiental que sugiera propuestas claras para controlar o mitigar el uso y consumo del agua contaminada con metales pesados. De esta manera, se resumió y se desarrolló una Tabla 1 dinámica que resume las ideas del proyecto educativo ambiental.

Tabla 1: Resumen de actividades planteadas para el desarrollo del proyecto educativo.

| Objetivos | Actividades | Tareas |
|---|---|---|
| 1. REDUCIR EL DESCONOCIMIENTO DE COMPOSICION DE USO DE QUIMICOS O RESIDUOS VERTIDOS AL CUERPO DE AGUA | 1.1.- Analizar las deficiencias en el servicio de agua referente a su distribución y calidad. | 1.1.1 EXPLICAR DIAGRAMAS DE CONTAMINANTES EN ETIQUETAS DE PRODUCTOS AGROQUIMICOS 1.1.2 REVISAR NORMATIVA PARA EL USO DE PRODUCTOS QUIMICOS 1.1.3 ESTABLECER FORMAS ADECUADAS DE AGROQUIMICOS PARA EVITAR CONTAMINACION 1.2.1 GEORREFERENCIAR ZONA DE ESTUDIO |

IMPORTANCIA DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA ENTENDER LA CONTAMINACIÓN DE AGUA POR METALES PESADOS EN LAS MICROCUENCAS DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI

| | | |
|---|---|--|
| | 1.2.-Vigilar a industrias que no controlan vertidos de contaminantes y superan limites permisibles. | 1.2.2 BUSCAR ACTORES SOCIALES QUE CONTAMINAN 1.2.3 ANALIZAR ACTIVIDADES ANTROPOGENICAS |
| 2 .-MEJORAR FALTA DE INFRAESTRUCTURA DE POTABILIZACION DEL AGUA | 2.1 Analizar las deficiencias en el servicio de distribución de agua potable y calidad de agua deplorable 2.2.-Mejorar la falta de inversión para mejorar calidad del agua | 2.1.1 GEORREFERENCIAR SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE AGUA 2.1.2 TOMAR MUESTRAS DE AGUA 2.1.3 ANALIZAR RESULTADOS 2.2.1 PLANTEAR PROYECTOS DE MEJORA DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO 2.2.2 SOCIABILIZAR PROBLEMÁTICA A LAS AUTORIDADES 2.2.3 CREAR MESAS DE DIALOGO |
| 3.-SOCIALIZAR DESCONOCIMIENTO DEL PROBLEMA | 3.1.- Explicar a la comunidad que no conoce que los suelos tienen metales pesados y contaminan el agua 3.2.-Usar agua sin un tratamiento previo es perjudicial para la salud | 3.1.1 BUSCAR INFORMACION SOBRE GEOLOGIA DE LA ZONA 3.1.2 REVISAR NORMATIVA AMBIENTAL VIIGENTE 3.1.3 ESTABLECER LUGARES Y FECHAS DE CHARLAS 3.2.1 CORRELACIONAR CONTAMINANTES Y SUS EFECTOS EN LA SALUD 3.2.2 EXPLICAR PROCESOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS CONTAMINADAS 3.2.3 PLANIFICAR ACCIONES PARA DIRECCIONAR AYUDA. |

Después de revisar las actividades planteadas, se resume todos los actores sociales, fundamentos técnicos y otros aspectos que participarán en el proyecto mediante un sociograma que se presenta a continuación en la Figura 1.

IMPORTANCIA DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA ENTENDER LA CONTAMINACIÓN DE AGUA POR METALES PESADOS EN LAS MICROCUENCAS DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI

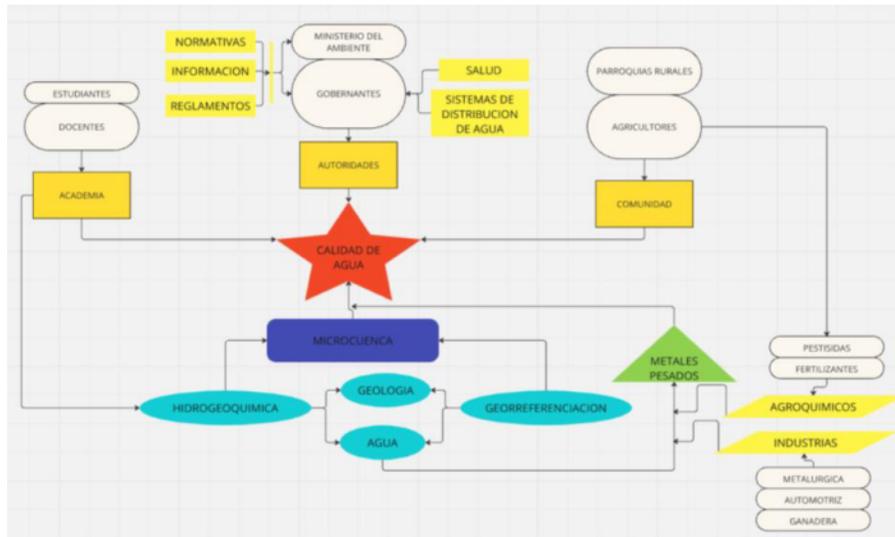


Figura 1: Sociograma del Proyecto Educativo.

RESULTADOS

Luego de crear nuestro plan de proyecto educativo ambiental y conocer los detalles del mismo y en base a la ficha pedagógica se considera generar los resultados del trabajo mediante los criterios de: conocimiento, aptitud y práctica, generando los siguientes datos:

Propósito de la iniciativa: el proyecto claramente establece los principios y propósitos sobre el agua y la contaminación en las microcuencas de la provincia de Cotopaxi por metales pesados.

Enfoque pedagógico explícito: el proyecto enlista una serie de actividades como la: capacitación a comunidades y agricultores, reuniones con todos los actores sociales y detalla o sugiere acciones para mitigar la contaminación.

Valores y actitudes explícitas: se ha hecho un análisis minucioso de los posibles saberes previos que necesita los principales actores sociales conocer antes de participar en el proyecto:

Saberes previos de los docentes:

Conocimiento sobre educación ambiental

Técnicas pedagógicas para la sostenibilidad

Contextualización local

Saberes previos de la comunidad:

Percepción de formas de contaminación de agua

Contaminantes presentes en agroquímicos

Actitudes y prácticas cotidianas de tratamiento de agua

Saberes previos de las autoridades:

Políticas y regulaciones existentes

Gestión del desarrollo

Transversalidad institucional

Red temática involucrada: una de las temáticas más importantes que el proyecto considera es el control de la calidad del agua: La aplicación de un sistema de recolección de muestras en diferentes temporadas (seca y lluvias) para evaluar cómo varían los niveles de contaminantes y la calidad del agua a lo largo del tiempo y su correlación con la geología de la zona y su actividad antropogénica cercana a las riberas de los ríos.

Estrategias de enseñanza explícita para el propósito del proceso de sensibilización: El proceso efectivamente busca hacer conciencia social sobre el consumo de agua contaminada con metales pesados y los efectos adversos a mediano o largo plazo de los mismos.

Estrategias de aprendizaje definidas para la participación de los actores: se plantea las siguientes estrategias:

Comunidad: Las prácticas tradicionales y la percepción local del agua son claves para entender cómo se usa, quién tiene acceso y qué desafíos específicos se enfrentan.

Docentes: Son quienes transmiten el conocimiento a las futuras generaciones. Si los docentes no comparten sus experiencias y conocimientos a los estudiantes y su entorno, la educación ambiental será desconectada de la realidad, y los jóvenes no entenderán la relevancia de cuidar el agua en su contexto.

Autoridades: Las políticas y regulaciones pueden ser ineficaces si no consideran el contexto y los saberes locales. Además, las autoridades juegan un papel clave en la ejecución de proyectos. Sin comprender las limitaciones y capacidades institucionales, es difícil diseñar e implementar estrategias de manejo del agua que sean realistas y sostenibles.

Recursos pedagógicos contextualizados: una de las partes innovadoras del proyecto es llegar a concientizar a las personas que no solo las industrias contaminan el agua sino la naturaleza misma de la zona aporta metales a el agua. mediante charlas y mesas de diálogo se busca crear una sinergia de conocimientos y formas de cuidar la salud e integridad de la sociedad.

Estrategias de retroalimentación: se busca planificar charlas periódicas para ir refrescando y actualizando el conocimiento de todos los ciudadanos referente a la contaminación y contaminantes.

Estrategias para el monitoreo del proceso del proyecto: la estrategia esencial del proyecto es el trabajo transdisciplinar entre las diferentes partes y el aporte que las mismas van a dar al proyecto.

Estrategias para la evaluación transversal del proceso del proyecto: en base a las normativas legales vigentes para control de aguas, se sugiere seguir la normativa para precautelar la salud de la sociedad.

Reflexión del Proyecto: El estudio de una cuenca de un río, se lo debe considerar como un sistema dinámico abierto, el cual siempre está expuesto a cambios, por lo que se debe tener un constante monitoreo de las propiedades y estándares de calidad que aseguren la pureza del agua. Se comprueba que el flujo hídrico por suelos volcánicos, le aportan a el agua minerales y metales. En la actualidad, todos los países buscan cuidar el agua y racionalizarla, además, que no se detiene la búsqueda incesante de formas más simples para tratar el líquido vital y es lo que este proyecto quiere plantear para sugerir a autoridades y comunidad a que sean más conscientes de que el recurso hídrico es limitado y se lo debe respetar y cuidar.

DISCUSIÓN

En la actualidad se considera necesario combinar disciplinas técnicas con la sociología en la educación ambiental ya que se resalta la importancia de considerar tanto los fundamentos técnicos y el sentir humano en la resolución de problemas ambientales. Esto nos impulsa a promover el diseño de políticas y estrategias que sean no solo técnicamente eficaces, sino también socialmente inclusivas y culturalmente pertinentes.

Al revisar información bibliográfica en fuentes digitales o de texto se ve la falta de proyectos que vinculen los diferentes polos que relaciona una educación ambiental plena, es necesario como primer paso proponer mesas de diálogo en las cuales se busque fines comunes en beneficio de la comunidad y del ambiente.

La falta de conciencia ambiental de diferentes entes privados y el poco conocimiento de los efectos agudos a largo plazo que puede tener el consumo y uso de estas aguas hace que sea imperante más estudios detallados sobre esta temática

CONCLUSIONES

Las microcuencas de la provincia de Cotopaxi enfrentan una grave contaminación con diversos metales pesados como arsénico, cadmio y boro, causada principalmente por la naturaleza volcánica de la región y las descargas industriales sin tratamiento. Estos metales constituyen un peligro significativo para la salud pública y la seguridad alimentaria en la zona ya que varios autores aseveran que las principales fuentes hídricas de Cotopaxi contienen estos metales.

La falta de compromiso y aplicación efectiva de normativas y procedimientos técnicos de monitoreo y control ambiental por parte de las autoridades locales y nacionales ha dificultado la implementación de soluciones para reducir la concentración de metales pesados, esto se denota fácilmente ya que el porcentaje de contaminantes va en aumento.

La capacidad para enfrentar y mitigar la contaminación en los ríos se ve obstaculizada por la escasa difusión y concienciación sobre el problema. Si bien los suelos volcánicos de la región aportan metales a las microcuencas, la carencia de equipos suficientemente sensibles para obtener datos precisos impide identificar y delimitar los puntos críticos de contaminación. Asimismo, el desconocimiento sobre el uso adecuado de químicos, las descargas indiscriminadas en cuerpos de agua y la falta de tratamientos eficaces han agravado la proliferación de enfermedades. Por esta razón, la implementación de un proyecto de educación ambiental se presenta como una medida esencial para mejorar la situación actual de la provincia de Cotopaxi.

AGRADECIMIENTOS

La Universidad Técnica de Cotopaxi desde el centro de investigación de la Facultad de las Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas agradece a la Prefectura de Cotopaxi en especial al departamento de Riego y Drenaje por el trabajo en conjunto y por el aporte de información; Sin ello no sería posible la presente investigación, además augura continuar trabajando en conjunto para el beneficio de la población de Cotopaxi.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Hidalgo C, Osorio E. Evaluación y determinación de la capacidad secuestrante de los metales pesados cromo (CR) y cadmio (CD) por taxas de mohos aisladas de los alrededores de los ríos Cutuchi y Machángara [Internet]. Universidad Técnica Salesiana; 2013. Available from:
2. Gómez Castro, A. D. Determinación de plomo y cadmio por espectroscopia de absorción atómica con horno de grafito, para la evaluación de la calidad del agua en afluentes cercanos al volcán Cotopaxi [Internet]. Universidad Técnica Particular de Loja; 2018. Available from:
3. Taipei CA, Chilingua VN. Determinación de los contaminantes presentes en las aguas del canal Latacunga-Salcedo-Ambato, tramo CEASA UTC, Periodo 2013 [Internet]. Universidad Técnica de Cotopaxi. 2013. Available from:
4. Sánchez S, Pérez L, Córdova M, Cabrera D. Heavy metal contamination in the Cotopaxi and Tungurahua rivers: a health risk. Environmental Earth Sciences [Internet]. 2020: 79-144. Available from:
5. Mafla E. Determinación de cromo, plomo y arsénico en aguas del canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato y evaluación de la transferencia de dichos metales a hortalizas cultivadas en la zona; mediante espectrofotometría de absorción atómica [Internet]. Universidad Central del Ecuador; 2015. Available from:
6. Cotopaxi P. Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la provincia de Cotopaxi 2021-2025. Latacunga: Prefectura de Cotopaxi [Internet]. 2021. Available from:
7. Garay F. La aplicación de las normas ambientales y la contaminación del Río Cutuchi en la ciudad de Latacunga, en el período enero 2015 a octubre 2016 [Internet]. Universidad Técnica de Cotopaxi; 2018. Available from:
8. Lasluisa, A., & Toaquiza, K. (2021). "DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ADSORCIÓN DE ARSÉNICO EN LOS SUELOS DE LA RESERVA ECOLÓGICA LOS ILINIZAS EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI DURANTE DEL PERIODO 2020- 2021. UTC. Available from:

9. Guanotásig, C. (2022). Evaluación de fuentes puntuales de contaminación de la cuenca del Río Cutuchi en el sector La Estación del cantón Latacunga provincia de Cotopaxi. UTI. Available from:
10. Mayorga, E. (2014). PURIFICACIÓN DE AGUAS DE REGADÍO DEL CANAL LATACUNGA-SALCEDO-AMBATO POR FILTRACIÓN ANAERÓBICA-AERÓBICA. ESPE. Available from:
11. Constitución. Registro Oficial. Código Orgánico de Ordenamiento Territorial Autonomía y descentralización COOTAD [Internet]. 2008. Available from:
12. Almeida A. Contaminación de los recursos hídricos. En Foro de los Recursos Hídricos. Segundo Encuentro Nacional [Internet]. 2006: 371-383. Available from: <https://camaren.org/recursos-hidricos/>
13. Riofrío Guevara, M.A., Mogro Cepeda, Y.V., Carvajal Jiménez, B.D., Cando Sangucho, B.J., & Jacho Lugmaña, A.Y. (2024). El río Cutuchi, contaminante que fluye en nuestra sociedad y la afecta. *RECIMUNDO*. Available from:
14. Memorando Prefectura de Cotopaxi Nro.GADPC-GRYD-WC-RP-2023-03. ASUNTO: Resultados análisis de calidad de agua- Monitoreo calidad de agua.
15. Ambiente M. Código Orgánico del Ambiente. [Internet]. 2024. Available from: https://www.ambiente.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf
16. MAATE. Ministerio de Ambiente, Agua y transición Ecológica. [Internet]. 2024. Available from: <https://suia.ambiente.gob.ec/>
17. Fetter C. Applied Hydrogeology (Fourth) [Internet]. 2001. Available from:
18. Campaña A, Gualomoto E. Evaluación físico-química y microbiológica de la calidad del agua de los ríos Machángara y Monjas de la red hídrica del distrito metropolitano de Quito. Latin American journal of Biotechnology and Life Sciences [Internet]. 2017: 305-310. Available from:
19. Galán, E. (2003). Aportaciones de la mineralogía a la evaluación y tratamientos de suelos y sedimentos contaminados por elementos traza. España: Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía. Available from:
20. Bautista F. Introducción al Estudio de Suelos Contaminados por Metales Pesados. Yucatán: UAY. [Internet]. 1999. Available from:
21. Brañes, R. (2000). Manual de Derecho Ambiental Mexicano. Distrito Federal de México: Fundación Mexicana para la Educación. Available from:

PROTECCIÓN DE DATOS EN ECUADOR - UN ANÁLISIS AL PROCESO DE ANONIMIZACIÓN DE LOS DATOS PERSONALES EN ECUADOR

DATA PROTECTION IN ECUADOR - AN ANALYSIS OF THE ANONYMIZATION PROCESS OF PERSONAL DATA IN ECUADOR

Jennifer María Cornejo Viejó¹, José Miguel Castro Macias², Marielisa López Puentes³,
Ángel Miguel Maya Monar⁴, Enrique Colon Ferruzola Gomez⁵

{jcornejov@unemi.edu.ec¹, jcastrom14@unemi.edu.ec², mlopezp8@unemi.edu.ec³,
amayam@unemi.edu.ec⁴, eferruzolag@unemi.edu.ec⁵}

Fecha de recepción: 06/12/2024

/ Fecha de aceptación: 03/01/2025

/ Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: Este estudio examina la anonimización de datos personales en Ecuador según la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales (LOPD), implementada en 2021. Esta ley crea un marco legal sólido para proteger la privacidad de los ciudadanos ecuatorianos. El objetivo de esta investigación es analizar la conexión entre la LOPD y los estándares internacionales de protección de datos como el GDPR de la Unión Europea y la LGDP de Brasil ofreciendo un análisis comparativo. La metodología utilizada es una revisión bibliográfica, donde se analiza las técnicas de anonimización utilizadas en áreas cruciales como salud, finanzas y administración logrando evaluar la eficacia para evitar la re-identificación de las personas. Se reconoce que, aunque la anonimización es crucial para salvaguardar la privacidad, presenta desafíos técnicos y éticos en su aplicación, como la carencia de infraestructura tecnológica adecuada y la necesidad de más formación especializada en Ecuador. Asimismo, el análisis aborda las consecuencias éticas del manejo de los datos anonimizados de los ciudadanos y su vínculo con el derecho a la autodeterminación informativa. Las conclusiones enfatizan la necesidad de mejorar las estrategias de anonimización para salvaguardar los datos personales en un entorno digital global, equilibrando la privacidad con la utilidad de los datos anonimizados.

Palabras clave: Anonimización, privacidad, datos, derecho, conexión

¹Estudiante Derecho, Universidad Estatal de Milagro (UNEMI), <https://orcid.org/0009-0002-7766-668X>.

²Estudiante Derecho, Universidad Estatal de Milagro (UNEMI), <https://orcid.org/0009-0009-3609-9827>.

³Estudiante Derecho, Universidad Estatal de Milagro (UNEMI), <https://orcid.org/0009-0005-1164-2193>.

⁴Universidad Estatal de Milagro (UNEMI), <https://orcid.org/0009-0009-2170-2267>.

⁵Universidad Estatal de Milagro (UNEMI), <https://orcid.org/0000-0002-6842-9634>.

ABSTRACT: This study examines the anonymization of personal data in Ecuador under the Organic Law on Personal Data Protection (LOPD), implemented in 2021. This law creates a solid legal framework to protect the privacy of Ecuadorian citizens. The objective of this research is to analyze the connection between the LOPD and international data protection standards such as the GDPR of the European Union and the LGDP of Brazil, offering a comparative analysis. The methodology used is a bibliographic review, where the anonymization techniques used in crucial areas such as health, finance, and administration are analyzed, managing to evaluate the effectiveness in avoiding the re-identification of individuals. It is recognized that, although anonymization is crucial to safeguard privacy, it presents technical and ethical challenges in its application, such as the lack of adequate technological infrastructure and the need for more specialized training in Ecuador. Likewise, the analysis addresses the ethical consequences of handling citizens' anonymized data and its link to the right to informational self-determination. The findings emphasize the need to improve anonymization strategies to safeguard personal data in a global digital environment, balancing privacy with the utility of anonymized data.

Keywords: *Anonymization, privacy, data, law, connection*

INTRODUCCIÓN

La anonimización de identidad es clave para proteger la privacidad en la era digital, donde las tecnologías que analizan grandes volúmenes de datos presentan nuevos desafíos. Este avance se relaciona con técnicas para recuperar identificadores que asocian la identidad a un cuerpo específico, garantizando que el testimonio sea seguro sin comprometer la filiación de los titulares (1).

La Ley Orgánica de Protección de Datos Personales (LOPD) de Ecuador, de 2021, establece un entorno universitario que protege la privacidad de los ciudadanos, alineándose con altos estándares internacionales como el GDPR de la Unión Europea (2). El objetivo de este artículo es analizar la LOPD en el contexto y su relación con estándares internacionales de protección de datos, evaluando la anonimización para respaldar la privacidad en sectores clave como salud, economía y sector público (3).

Esta observación analiza cómo el estatuto ecuatoriano permite el testimonio anónimo sin comprometer la filiación de los ciudadanos y los desafíos en su implementación. En una atmósfera donde la privacidad es cada vez más valorada, la anonimización se convierte en una práctica técnica y un imperativo moral que afecta la información pública y los derechos individuales (4).

La importancia de este artículo radica en el papel creciente de las organizaciones en decisiones, políticas públicas e investigaciones científicas. En Ecuador, al igual que en otros lugares, las identidades se han vuelto vulnerables y su revelación puede acarrear graves

consecuencias, como la invasión de la privacidad y el uso indebido para fines discriminatorios o delictivos. La anonimización de datos permite aprovechar testimonios legítimos sin comprometer la privacidad de los titulares (5).

La implementación de estas técnicas enfrenta desafíos, especialmente en un condado con infraestructura y capacitación técnica limitadas. Este trabajo es crucial para analizar los avances y obstáculos de la anonimización de datos en Ecuador, comparándolo con normativas internacionales (6).

Esta investigación identifica avances del condado y áreas urgentes de mejora en infraestructura tecnológica y capacitación de profesionales en gestión de datos. Este trabajo examina las implicaciones éticas de la anonimización, balanceando la privacidad y la libertad de información. La observación ofrece un análisis completo del entorno ecuatoriano, incluyendo recomendaciones sobre mejores prácticas internacionales en la protección de datos (7), (8).

La disertación destaca la necesidad de que las instituciones ecuatorianas adopten métodos más avanzados para manejar el testimonio partidista en un entorno digital en crecimiento, abordando las implicaciones sociales, técnicas y éticas de la anonimización de datos. La anonimización en la vida es un avance técnico que afecta cómo se expresa el amor por los impuestos en el entorno digital. Este trabajo ayuda a analistas, legisladores y grupos civiles, a comprender los retos y oportunidades de la protección de datos en Ecuador, respaldando investigaciones y desarrollos normativos, donde la implementación adecuada de la LOPDP y técnicas avanzadas de anonimización refuerzan la privacidad y son cruciales para asegurar la protección de los datos ciudadanos en un entorno interconectado (9).

MATERIALES Y MÉTODOS

El enfoque metodológico sobre la protección de datos en el ámbito académico de Ecuador incluye aspectos normativos y operativos, utilizando fuentes primarias y secundarias. Se ha investigado cómo la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales se relaciona con estándares internacionales y la influencia de la anonimización en la privacidad en áreas como salud, economía y administración.

Se emplearon estrategias metodológicas como revisión documental, comparación de normativas internacionales y análisis de desafíos técnicos para la implementación de la anonimización. La revisión documental ha sido esencial para comprender el efecto de la LOPDP. La investigación se fundamenta en la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales (2021) y la Constitución del Ecuador en relación con la privacidad y autonomía informativa.

Se analizaron estos documentos para confirmar la concordancia de la Constitución del Ecuador sobre protección de datos con el GDPR, la LGPD de Brasil y la APPI de Japón relacionados con tesis y artículos académicos que contenían esta información relevante.

Este estudio permite comparar similitudes y diferencias en métodos de anonimización y protección de datos en distintos contextos regulatorios.

Por lo que, se centra en la LOPDP sobre la anonimización, especialmente en el artículo 4, que establece criterios para que los datos anonimizados no estén protegidos por la ley, y en el artículo 37, que exige medidas para resguardar la confidencialidad ante amenazas tecnológicas. Se analizó la conformidad de estas disposiciones con las mejores prácticas internacionales y su impacto técnico en las instituciones ecuatorianas. La investigación incluyó una revisión comparativa internacional de marcos regulatorios de protección de datos en la UE, América Latina y EE. UU. y Asia Oriental.

Las técnicas de disección comparativa mostraron patrones en políticas de anonimización, resaltando áreas donde la constitución ecuatoriana podría coincidir con mejores prácticas internacionales. Se llevó a cabo un análisis técnico de los métodos de anonimización más utilizados en Ecuador, enfocado en la ilusión de datos, generalización, seudonimización y algoritmos de privacidad diferencial.

Se estudió la educación de eventos en vitalidad y economías, donde la anonimización de datos resulta esencial. Se exploraron las implicaciones técnicas y éticas de estos métodos, analizando su eficacia en protección contra la reidentificación y su utilidad para el análisis de datos posterior, donde se abordaron los desafíos de aplicar técnicas de anonimización en Ecuador, como la escasez de infraestructura tecnológica y la necesidad de capacitación especializada.

La investigación evaluó organismos reguladores como la Autoridad de Protección de Datos Personales de Ecuador para analizar la efectividad de las políticas actuales y las carencias en su implementación. El enfoque metodológico examinó la transformación tecnológica y su repercusión en la anonimización de datos, resaltando la reidentificación en conjuntos previamente anonimizados por técnicas de Big Data.

Finalmente, el enfoque metodológico incluyó conclusiones operativas sobre datos normativos y recomendaciones para que Ecuador implemente técnicas de anonimización más efectivas. Se discutieron las implicaciones normativas y soluciones tecnológicas para abordar desafíos, proponiendo estrategias para mejorar la coordinación interinstitucional y la protección de datos.

RESULTADOS

Marco normativo de la protección de datos en Ecuador

La Ley Orgánica de Protección de Datos Personales (LOPDP), promulgada en 2021, apoya la protección de datos en Ecuador. Esta ley pretende asegurar el derecho a la autodeterminación informativa, mencionado en el artículo 66 numeral 19 de la Constitución

de la República del Ecuador (2008), que resguarda los datos personales y el derecho de decidir sobre su tratamiento.

El artículo 1 de la LOPDP “protege los datos personales, garantizando un tratamiento transparente, confidencial y seguro” (10). La ley define principios para su aplicación, como el de lealtad, que asegura el uso correcto de los datos con el consentimiento del titular. Se enfatiza también el principio de transparencia, que obliga a quienes gestionan datos a informar claramente sobre su uso y objetivos.

Por otro lado, la LOPDP abarca un extenso y detallado campo de aplicación, donde la normativa se aplica a cualquier manejo de datos personales en Ecuador, sea automatizado o manual. Esto abarca datos en cualquier formato, sin importar la nacionalidad del encargado, si impacta en los derechos de ciudadanos o residentes en Ecuador. Esta legislación no se aplica a datos anonimizados que impidan identificar a su propietario, garantizando así protección de privacidad a través de anonimización y seudonimización, como menciona el artículo 4.

La LOPDP establece la Autoridad de Protección de Datos, encargada de supervisar la ley según el artículo 4 esta entidad proporciona directrices para asegurar el cumplimiento normativo y aplica sanciones por violaciones, donde la instauración de esta autoridad representa un progreso en Ecuador, asegurando el control sobre datos personales y protecciones ante vulneraciones (10).

El artículo 7 “regula el tratamiento legítimo de datos, en el cual, este es válido solo si se cumple una condición, como el consentimiento explícito del titular, la obligación legal o la protección de intereses vitales” (10). El consentimiento debe ser claro, libre y específico, informando al titular sobre el uso de sus datos, de acuerdo con el artículo 8, donde este enfoque garantiza que los ciudadanos controlen sus datos personales, un principio fundamental en la legislación de protección de datos.

El artículo 10 define los principios fundamentales para el tratamiento de datos personales, que incluye el principio de proporcionalidad, que demanda un tratamiento adecuado y no excesivo para los fines previstos (10). La confidencialidad asegura que los datos no se compartirán sin el consentimiento del propietario, excepto en casos legales.

De tal modo, que la protección de datos personales es esencial para salvaguardar derechos individuales en la era digital. La anonimización evita identificar individuos, permitiendo el uso de datos con fines estadísticos e históricos sin afectar la privacidad. Es fundamental resguardar la identidad en el manejo de datos sensibles, como los de salud o financieros.

Asimismo, la LOPDP concede derechos a los propietarios de datos y establece obligaciones a quienes los manejan. El artículo 37 “requiere adoptar medidas de seguridad para salvaguardar la integridad y confidencialidad de los datos personales frente a amenazas o

accesos indebidos” (10). Estas medidas deben cumplir con las mejores prácticas internacionales en tecnología de la información.

Por lo que, la LOPDP progresa en la salvaguarda de la privacidad de los ciudadanos frente al manejo masivo de información. Su concordancia con el Reglamento General de Protección de Datos (GDPR) fortalece su validez y eficacia, conciliando la innovación tecnológica con la defensa de los derechos ciudadanos, donde la adecuada implementación de esta norma es crucial para resguardar los datos personales en una sociedad interconectada.

Anonimización de datos personales: conceptos y definiciones

La anonimización de datos es esencial para proteger la privacidad en la era de tecnologías que recopilan información masivamente. Este concepto es un conjunto de técnicas para identificar indirectamente datos mediante normativas de protección. El crecimiento busca proteger la confidencialidad al eliminar pistas que vinculen datos a un individuo, esencial para salvaguardar los derechos fundamentales del titular. Según (11) la anonimización implica transformaciones irreversibles de los datos, a diferencia de la seudonimización, donde los datos se desvinculan temporalmente pero aún pueden ser identificados con claves o información adicional.

Por otro lado, la anonimización puede fallar, permitiendo identificar a individuos incluso en condiciones extremas, donde la anonimización es clave para equilibrar la rapidez en la conservación de datos con la privacidad ciudadana. La Ley Orgánica de Protección de Datos Personales de Ecuador define la anonimización como medidas para evitar la reidentificación de un individuo sin esfuerzos desproporcionados. Esta delimitación destaca la importancia del equilibrio entre la reidentificación del cuerpo y la viabilidad de la anonimización.

Los datos completamente anonimizados no se consideran identificables y no están sujetos a la legislación correspondiente. Las medidas deben ser robustas para resistir reidentificación y proteger la privacidad permanente en a anonimización plantea retos técnicos y legales. Un obstáculo clave es asegurar que los datos del crecimiento sigan siendo útiles para el análisis y la toma de decisiones, mientras se cuestiona la solidez de la anonimización (12).

Existen varias técnicas para lograr la anonimización, como la ofuscación, que distorsiona los datos eliminando identificadores, y la generalización, que agrupa datos en categorías amplias. También se pueden utilizar métodos avanzados como la encriptación irreversible y algoritmos de perturbación que distorsionan los datos originales para dificultar su reversión. La efectividad de la anonimización en la vida romana depende de técnicas adecuadas y del contexto. Las autoridades, como la de Protección de Datos en Ecuador, establecen criterios estrictos para evaluar la adecuada anonimidad de los datos, considerando su tipo, contexto y posibles identificaciones.

La regulación internacional, especialmente el GDPR de la Unión Europea, ha influido en la Constitución de la República del Ecuador al establecer altos estándares para la anonimización y proteger los derechos de los titulares de datos. Conceptualmente, la anonimización y seudonimización son procesos distintos con diferentes finalidades y niveles de protección (12).

La seudonimización permite rastrear datos con un identificador reversible, mientras que la anonimización elimina totalmente cualquier rastro identificable. En la investigación científica, la seudonimización se usa para reducir el valor explicativo de los datos, permitiendo reidentificación si es necesario, donde la anonimización contundente asegura la desconexión de los datos de identidades específicas, fortaleciendo la privacidad en contextos de reidentificación pasiva.

El Big Data y la genialidad han creado nuevos retos para la anonimización, donde las crecientes capacidades de estas tecnologías acoplan grandes volúmenes de datos, aumentando el riesgo de reidentificación, incluso de datos anonimizados, superando métodos tradicionales. Es crucial mejorar las técnicas de anonimización ante nuevas amenazas. Los algoritmos de privacidad diferencial, que alteran los datos para proteger la privacidad sin comprometer su utilidad, son una solución moderna ante los desafíos del Big Data.

Técnicas de anonimización aplicadas en Ecuador

Las técnicas de anonimización de datos personales son cruciales en Ecuador hoy en día, el aumento de la información digital y la Ley de Protección de Datos han promovido procesos avanzados para garantizar la privacidad mediante la desreidentificación irreversible de datos. La legislación ecuatoriana exige métodos sólidos para evitar la reidentificación, preservando el uso legítimo de datos anonimizados en la investigación y el desarrollo (13).

En Ecuador, la ofuscación de datos es un método común y efectivo para anonimizar información. Este proceso consiste en alterar los atributos de los datos al sustituir o eliminar elementos que puedan identificar a una persona. La ofuscación puede ocultar nombres, direcciones y otros datos clave para identificar a una persona. La eficacia de este método se debe a que disocia la información sin alterar su estructura, protegiendo así la privacidad del sujeto.

La generalización transforma datos específicos en categorías más amplias, en lugar de guardar la fecha de nacimiento exacta, se puede usar rangos de edad. La generalización de datos oculta la identidad del individuo y protege contra correlaciones de múltiples fuentes. La generalización desafía a equilibrar la granularidad de los datos y su utilidad analítica. Una excesiva generalización puede disminuir la precisión y aplicabilidad de los resultados (14).

Ecuador ha comenzado a usar algoritmos de perturbación de datos para mejorar la seguridad, además de las técnicas básicas. Este método altera deliberadamente los datos mediante ruido estadístico controlado, dificultando su recuperación. La perturbación es útil para mantener datos útiles en análisis agregados sin comprometer la privacidad del individuo. Este enfoque ha sido efectivo en salud y finanzas, donde se maneja información sensible.

El artículo 4 de la LOPDP ecuatoriana exige que la anonimización evite la reidentificación de personas sin esfuerzos desproporcionados. Este mandato destaca la necesidad de utilizar métodos avanzados que eliminen identificadores y aborden vulnerabilidades potenciales. La seudonimización, a diferencia de la anonimización, no ofrece la misma protección, pues los datos seudonimizados pueden ser relacionados con una persona usando información adicional. Por ello, las entidades en Ecuador están adoptando estrategias de anonimización más complejas.

Para (13) “un enfoque internacionalmente emergente que se explora en Ecuador es el uso de algoritmos de privacidad diferencia. Estos algoritmos garantizan que los datos individuales no se pueden inferir al publicar datos agregados, incluso al combinar múltiples conjuntos. La privacidad diferencial añade “ruido” a los resultados, asegurando que la inclusión o exclusión de una persona no afecte significativamente los resultados y protegiendo su confidencialidad. Esta técnica, aún en sus primeras etapas en Ecuador, avanza en la anonimización de grandes bases de datos para análisis agregados sin comprometer la identidad.

La evaluación continua del riesgo de reidentificación es clave en el proceso de anonimización en Ecuador. Las entidades que tratan datos deben actualizar regularmente las técnicas de anonimización, según el artículo 37 de la LOPDP. Incluye vigilar nuevas amenazas tecnológicas y mejorar las estrategias de protección a medida que surgen nuevas capacidades de análisis de datos. En un entorno dinámico, la anonimización debe evolucionar junto a la inteligencia artificial y el aprendizaje automático para seguir siendo efectiva.

La combinación de técnicas de anonimización es clave para fortalecer el proceso, donde las organizaciones pueden combinar técnicas como ofuscación, generalización y perturbación para complicar la reidentificación. Esta estrategia de capas mejora la seguridad y mantiene la utilidad de los datos anonimizados, maximizando su valor sin violar derechos fundamentales.

Retos del proceso de anonimización en Ecuador

Según (15) anonimización de datos personales enfrenta complejos desafíos tecnológicos, normativos y sociales. La LOPDP ofrece un marco sólido para la gestión de datos, pero su implementación enfrenta obstáculos que requieren un enfoque multidimensional. Estos

◆ desafíos están relacionados con la complejidad de la anonimización y la evolución tecnológica, así como con la alineación a estándares internacionales.

Un reto en Ecuador es la falta de infraestructura tecnológica, donde la anonimización avanzada necesita una infraestructura robusta de hardware y software. Sin embargo, muchas organizaciones aún utilizan sistemas sin la tecnología necesaria para procesos eficientes y seguros. La adopción de estas técnicas requiere inversiones significativas en tecnología, un reto en un país con limitaciones en su modernización digital.

Es innegable que hay un desafío en la capacitación técnica del personal para la anonimización en la LOPDP establece responsabilidades para los responsables del tratamiento de datos, pero es crucial que los profesionales tengan formación especializada en protección de datos y anonimización. En Ecuador, la falta de capacitación en anonimización y ciberseguridad crea una brecha de conocimiento que afecta la efectividad del proceso. Se necesita un esfuerzo conjunto de gobierno, educación y sector privado para fomentar la formación continua y especialización.

Un reto clave es la complejidad técnica de la anonimización en las técnicas como la generalización, ofuscación y perturbación de datos tienen limitaciones y riesgos propios. El reto es equilibrar la anonimización y la utilidad de los datos. La anonimización puede disminuir tanto la granularidad de los datos que su utilidad para análisis estadísticos se reduce. Las organizaciones enfrentan un dilema: ¿cómo aprovechar los datos anonimizados sin afectar la privacidad? Es un reto que requiere una estrategia y técnicas diversas para mantener la utilidad de los datos sin sacrificar su anonimato.

La reidentificación de datos sigue siendo un desafío global, incluido Ecuador. A pesar de los esfuerzos en anonimización, los avances en inteligencia artificial y Big Data han aumentado la reidentificación de datos. Las técnicas de machine learning pueden unir datos disociados para revelar patrones que reidentifican individuos. El riesgo de reidentificación plantea un desafío constante para quienes manejan datos, que deben asegurar técnicas efectivas frente a avances tecnológicos (16).

El cambiante marco normativo es otro gran reto, en el cual, la Ley de Protección de Datos exige principios de anonimización, pero el rápido avance digital necesita actualizaciones constantes en la legislación. La actualización normativa puede ser lenta, causando desincronización con las realidades tecnológicas de las organizaciones. Este desajuste normativo puede generar lagunas en la protección de datos y confusión para las entidades responsables.

El consentimiento y la transparencia también enfrentan desafíos en la anonimización los datos anonimizados no necesitan consentimiento, pero la anonimización debe ser transparente y clara. Las organizaciones a menudo tienen problemas para explicar cómo protegerán y anonimizarán los datos de los titulares. Esto es complejo en un país con una cultura de protección de datos en desarrollo, lo que genera desconfianza entre los

♦ usuarios. Para enfrentar este reto, las entidades que gestionan grandes datos deben adoptar políticas de comunicación efectivas que cumplan legalmente y generen confianza pública.

Según (16) “la falta de coordinación interinstitucional es un reto crítico en Ecuador en la anonimización de datos necesita colaboración constante entre el sector público, privado y reguladores”. La desalineación entre estas partes puede causar inconsistencias en la anonimización y en el cumplimiento normativo. Este reto destaca la necesidad de un ecosistema colaborativo para intercambiar prácticas y garantizar una anonimización efectiva de datos en todos los sectores.

Impacto de la anonimización en los derechos de los ciudadanos

La anonimización de datos personales impacta significativamente los derechos civiles, sobre todo la privacidad, la autodeterminación informativa y la protección de la identidad digital. Esta práctica resguarda a los ciudadanos de peligros como el uso abusivo de datos, la vigilancia desmedida y la discriminación al suprimir conexiones identificativas. Este proceso no es neutral y puede influir en otros derechos, creando problemas en transparencia, confianza pública y gestión de información (17).

Asimismo, la anonimización defiende el derecho a la privacidad de los ciudadanos, reconocido por la Constitución y la LOPDP de Ecuador. Al garantizar que los datos no se asocien a un individuo, se salvaguarda su privacidad. Esta protección contra la reidentificación es esencial para resguardar los datos personales de usos comerciales, políticos o delictivos que impactan la vida del ciudadano.

Por otro lado, la anonimización impacta otros derechos de los ciudadanos, además de potenciar la privacidad. Existe un dilema entre la anonimización y el derecho a manejar los datos personales. La anonimización refuerza la seguridad al salvaguardar datos identificables, aunque puede limitar el derecho del ciudadano a acceder, corregir o eliminar su información después del proceso. La anonimización puede llevar a una “desposesión” de datos, excluyendo al propietario de algunos derechos sobre su información.

Es crucial evaluar el efecto en la transparencia y la confianza del público, donde la anonimización puede provocar opacidad en el manejo de datos, ya que suprimir identificadores personales podría hacer que los ciudadanos se sientan distantes de los procesos que afectan su información. La LOPDP autoriza el uso de datos anonimizados sin permiso, lo que inquieta a varios ciudadanos. Es esencial que las organizaciones que anonimizan datos establezcan políticas de comunicación efectivas para describir el proceso y mitigar la desconfianza.

En el cual, la anonimización impacta considerablemente el derecho a la protección contra la discriminación. Los datos anonimizados resguardan a las personas de usos inapropiados de información sensible. La anonimización de datos en salud, educación y empleo previene

♦ la discriminación por etnicidad, género, salud o historial financiero. Este punto es crucial en Ecuador, donde las desigualdades pueden incrementar el riesgo de discriminación por el manejo indebido de datos.

Aunque la anonimización tiene ventajas, el riesgo de reidentificación impacta los derechos ciudadanos. En un entorno digital interconectado, los datos anonimizados pueden fusionarse con otros conjuntos y reidentificar a personas. Esta vulnerabilidad pone en peligro la anonimización y afecta derechos fundamentales como la privacidad y la seguridad (17). Es esencial que las técnicas de anonimización se adapten a la tecnología y que las autoridades realicen evaluaciones constantes para garantizar que los datos permanezcan inidentificables.

Junto a los riesgos técnicos, aparecen retos en los derechos colectivos por la anonimización, en la anonimización de datos puede restringir los derechos comunitarios en justicia social y equidad. La total despersonalización puede eliminar la identidad de grupos marginalizados, complicando investigaciones sobre sus desigualdades. Esto requiere considerar el equilibrio entre derechos individuales y colectivos en la anonimización.

Anonimización de datos en sectores clave: salud, finanzas y gobierno

Según (18) la anonimización se ha vuelto crucial para proteger la privacidad en sectores como la salud, la economía y la gestión. Estos ámbitos gestionan grandes volúmenes de datos sensibles que, si se exponen o tratan inapropiadamente, pueden tener graves consecuencias para sus propietarios. La LOPDP de Ecuador establece normas estrictas para el manejo y anonimización de datos, evitando su uso indebido para reidentificación.

Cada sector presenta retos únicos y las técnicas de anonimización deben ajustarse a su comunicación. En la parte del vigor, la anonimización de identidades es crucial para una comunicación estable. Los datos médicos contienen información sensible sobre la salud física, mental y emocional de los pacientes, cuya divulgación podría violar la privacidad y provocar discriminación. La LOPDP exige la anonimización efectiva de los datos para fines de investigación científica o estadística relacionados con la curiosidad médica.

Por lo que, se usa la seudonimización, que sustituye identificaciones por un identificador simple, evitando la filiación directa sin claves de seguridad adicionales. La seudonimización por sí sola no es suficiente, por lo que se combinan otras técnicas para evitar la reidentificación. Los datos anonimizados son clave para el avance del examen biomédico y la expansión de políticas públicas. Asimismo, los datos anonimizados son esenciales para la educación epidemiológica, permitiendo identificar patrones de enfermedades sin comprometer la privacidad de los pacientes.

Es esencial garantizar que los datos anonimizados sigan siendo útiles para el análisis, manteniendo la máxima protección de la comunicación independiente. Esto exige un delicado equilibrio entre anonimización e interés de datos, un reto que las instituciones

♦ públicas de Ecuador enfrentan al adoptar algoritmos avanzados de anonimización y evaluar riesgos de reidentificación. La anonimización de datos es crucial en las economías, ya que protege información valiosa y vulnerable, como historiales crediticios y activos financieros. Los bancos y aseguradoras almacenan datos sensibles que, si se comprometen, podrían causar fraudes y pérdidas económicas.

Por otro lado, la anonimización de datos es clave para reducir los daños de ciberataques y proteger a los consumidores. La técnica de anonimización más común es el cifrado, que hace los datos ilegibles sin la clave adecuada. Esta lógica asegura que los datos no sean interceptados ni utilizados por terceros no autorizados. Además, los datos anonimizados son cada vez más importantes para analizar casos y crear modelos predictivos sin comprometer la privacidad del consumidor. Esto es notable dado el uso creciente de Big Data y la inteligencia artificial para analizar grandes volúmenes de comunicación y crear perfiles de inversión.

Sin embargo, el uso de tecnología puede ocultar el riesgo de que la combinación de datos reidentifique a los usuarios. Las instituciones financieras deben adoptar enfoques multifacéticos que protejan la privacidad de datos y minimicen la reversión a formas identificables. La anonimización de datos es crucial en el gobierno para proteger la privacidad ciudadana y evitar la vigilancia excesiva.

La dirección gestiona datos de identificación, comunicación fiscal, informes judiciales y contribuciones a programas sociales. Estos datos, si no se manejan con cuidado, pueden causar discriminación y persecución a los ciudadanos. La anonimización ayuda a que la dirección utilice estos datos de manera responsable, promoviendo políticas públicas y protegiendo la privacidad (18).

El artículo 33 de la LOPDP detalla cómo las instituciones públicas deben anonimizar las identidades de los ciudadanos en transferencias a terceros. Este entorno exige que los gobiernos implementen estrictas medidas de anonimización al usar datos para análisis estadísticos o investigaciones sin necesidad de identificar a las personas. En el cual, esta relación permite el intercambio de datos anonimizados entre entidades públicas si se garantiza que no habrá reidentificación (19).

Comparación Internacional: anonimización en Ecuador y el mundo

El GDPR europeo es uno de los sistemas más avanzados en protección de datos y un estándar mundial. Similar a Ecuador, el GDPR estipula que los datos totalmente anonimizados no son personales y no están sujetos a regulaciones de privacidad. El GDPR impone normas más estrictas sobre la anonimización (20). Exige que los datos anonimizados sean irreversiblemente desvinculados y que se evalúen continuamente los riesgos de reidentificación, un aspecto también presente en la LOPDP de Ecuador, aunque con menor énfasis en los procedimientos de evaluación. Esta diferencia resalta una variación clave en la exhaustividad de las normativas.

El GDPR considera la privacidad diferencial un estándar óptimo, pero Ecuador no la ha adoptado ni regulado por completo. Esta técnica añade “ruido” a los datos para salvaguardar la información personal en análisis estadísticos y en inteligencia artificial. La LOPDP permite técnicas de anonimización sofisticadas, pero su uso y comprensión local son limitados en comparación con la Unión Europea.

Por otro lado, la regulación de EE. UU. “exhibe una protección de datos fragmentada y sectorial, menos integrada que la de Ecuador o la Unión Europea. En EE. UU. no hay una ley federal como el GDPR, pero hay regulaciones sectoriales como la HIPAA para datos de salud” (20). La Ley de Portabilidad y Responsabilidad de Seguros de Salud (HIPAA) exige anonimizar datos médicos quitando identificadores, parecido a la LOPDP en Ecuador sobre protección de datos sensibles. En EE. UU., la ausencia de una ley federal de protección de datos provoca diferencias en la anonimización entre sectores y estados, a diferencia del enfoque homogéneo de Ecuador con la LOPDP.

En Japón y Corea del Sur, la anonimización de datos personales combina principios occidentales y normas adaptadas a su contexto cultural y tecnológico. Japón, mediante la Protección de Información Personal (APPI), ha establecido estándares altos de anonimización, similar al GDPR, debido a su compromiso con la privacidad. Según (21) la ley japonesa incluye técnicas avanzadas como transformación irreversible de datos y sanciones severas por incumplimiento. En Corea del Sur, la PIPA impone requisitos estrictos para la gestión y anonimización de datos. La LOPDP en Ecuador está en proceso de consolidación y no ha alcanzado la sofisticación técnica de otras jurisdicciones, aunque avanza en la protección de derechos digitales.

Ecuador lidera en la protección de datos en América Latina, solo detrás de Brasil, que implementó la LGPD en 2020. La LGPD brasileña, inspirada en el GDPR, exige procesos estrictos de anonimización de datos antes de su uso comercial, estadístico o científico. Ambas, LGPD y LOPDP, son semejantes y comparten principios, aunque la brasileña es más clara en anonimización y seudonimización. Esta influencia normativa impulsa la armonización regulatoria en América Latina, con Ecuador siguiendo a Brasil hacia un entorno más seguro en la protección de datos.

La reidentificación de datos anónimos es un reto habitual en Ecuador y globalmente. A pesar de métodos sofisticados de anonimización, la IA y el aprendizaje automático permiten reidentificar personas al estudiar grandes cantidades de datos. Este reto es mundial; en Ecuador y en naciones con legislaciones más avanzadas, las autoridades deben actualizar regularmente sus normativas para salvaguardar la privacidad de los ciudadanos frente a nuevas amenazas tecnológicas (21).

La anonimización de datos en Ecuador intenta cumplir con normas internacionales como el GDPR y la LGPD, aunque existe espacio para avanzar en tecnologías de anonimización y en el análisis de riesgos de reidentificación. La LOPDP proporciona un robusto marco que

♦ posiciona a Ecuador en América Latina por su protección de datos personales, ajustándose a las mejores prácticas globales.

DISCUSIÓN

La anonimización de datos plantea un debate complejo en Ecuador, particularmente al considerar los avances legislativos de la LOPDP y su aplicación práctica. Este análisis coincide con autores como (22) quienes argumentan que la anonimización nunca es absoluta, ya que los avances tecnológicos pueden facilitar la reidentificación incluso en conjuntos de datos cuidadosamente procesados. La normativa ecuatoriana, aunque inspirada en marcos como el GDPR europeo, enfrenta desafíos similares, especialmente en cuanto a mantener la funcionalidad de los datos anonimizados para fines de investigación sin comprometer la privacidad.

De acuerdo con (23), las técnicas como la privacidad diferencial representan un estándar emergente para abordar estos desafíos, permitiendo un equilibrio entre privacidad y utilidad. Sin embargo, en Ecuador, la limitada infraestructura tecnológica y la falta de capacitación dificultan la adopción de estas técnicas avanzadas, un problema también señalado por autores como (24), quien destaca que la implementación de la privacidad diferencial requiere recursos significativos y personal especializado.

Además, el riesgo de reidentificación enfatizado por este estudio se alinea con las preocupaciones expresadas por (25), quien advierte que la proliferación de Big Data y la inteligencia artificial aumenta las probabilidades de que datos anonimizados puedan ser revertidos a su estado original. Esto subraya la necesidad de enfoques dinámicos para la anonimización, algo que la LOPDP aborda, pero con retos significativos en su aplicación práctica.

En cuanto a la dimensión ética, este análisis resuena con autores como (26), quien argumenta que la anonimización, aunque esencial para la privacidad, puede limitar la autodeterminación informativa y generar tensiones éticas. La armonización entre los derechos individuales y colectivos, como se menciona en este estudio, es crucial para construir confianza social, un aspecto también subrayado por (27), quien destaca que la confianza en el uso de datos está profundamente ligada a la percepción de justicia y transparencia en su manejo.

En resumen, el debate sobre la anonimización de datos en Ecuador refleja desafíos globales, pero con matices locales específicos como la infraestructura tecnológica limitada y la capacitación insuficiente. La convergencia entre marcos legales, avances tecnológicos y consideraciones éticas resulta esencial para lograr una implementación efectiva que beneficie tanto a la privacidad individual como a la utilidad colectiva de los datos.

CONCLUSIONES

La anonimización de datos, como lo establece la LOPDP, enfrenta el desafío de equilibrar la protección de la privacidad y la utilidad de los datos para la investigación y las políticas públicas. Aunque las técnicas avanzadas, como la privacidad diferencial y los algoritmos de perturbación, ofrecen garantías de confidencialidad, su implementación puede limitar la granularidad de los datos. Esto resalta la necesidad de adoptar un enfoque dinámico y contextualizado para garantizar que las herramientas tecnológicas puedan evolucionar sin sacrificar la capacidad analítica de los datos.

La limitada infraestructura tecnológica en Ecuador dificulta la adopción de técnicas avanzadas de anonimización, lo que representa un obstáculo para el cumplimiento efectivo de la LOPDP. Es fundamental invertir en la modernización tecnológica y en la capacitación técnica de los profesionales responsables del manejo de datos. Esto permitiría implementar metodologías robustas de anonimización que salvaguarden la privacidad y aseguren la confianza pública en las instituciones que manejan datos personales.

La anonimización plantea dilemas éticos y sociales significativos, especialmente en relación con el control individual sobre los datos personales y las implicaciones colectivas de su manejo. La pérdida de control por parte de los ciudadanos sobre la corrección o eliminación de sus datos tras la anonimización puede generar desconfianza en las instituciones.

Es crucial que las organizaciones adopten estrategias transparentes y educativas que informen a los titulares sobre los beneficios, riesgos y garantías asociados con la anonimización, fomentando así la confianza y promoviendo la equidad en el uso de datos anonimizados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rosa-Lanas G, Pila-Cardenas G. LA PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES EN ECUADOR. *Revista Internacional de Cultura Visual*. 2023;2-16.
2. Asamblea Nacional. Ley Orgánica de Protección de Datos Personales. Registro Oficial Suplemento 459. 2021.
3. Martínez-Jara JN, Pérez-Ycaza JC. Protección de datos personales en la historia clínica electrónica bajo el marco legal ecuatoriano. *Iustitia Socialis. Revista Arbitrada de Ciencias Jurídicas*. 2022;1:7.
4. Roldán Carrillo FN. Los ejes centrales de la protección de datos: consentimiento y finalidad. Críticas y propuestas hacia una regulación de la protección de datos personales en Ecuador. *USFQ LAW REVIEW*. 2021;7(1):175-202.
5. Morales Oñate DA. Implicaciones jurídicas del algoritmo: derechos intelectuales y privacidad. *FORO, Revista de Derecho*. 2021;(36):111-130.

6. Peñaherrera Yanez J. Garantía en los procedimientos de anonimización de historia clínica. *Revista Médico Científica CAMBIOS*. 2023;22(1).
7. Durán Ramírez MF, Zamora Vázquez AF. Vulneración de derechos y protección de datos personales en Ecuador. Caso de estudio: Empresa SmartSolutions. *MQRInvestigar*. 2023;7(1):330-343.
8. Muñoz-del-Carpio-Toia A, Mondragón-Barrios L, Alfredo Duro E, Rueda Castro L, Sorokin P. Protección de datos de salud: el reto de la armonización legislativa en América Latina. *Revista del Cuerpo Médico Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo*. 2023;16(2).
9. Andrade Armas D, Toapanta Toapanta M, Baño Hifong M, Gómez Díaz E. Un enfoque de la inteligencia artificial para la protección de datos personales sustentado en la base legal. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*. 2023;4:5.
10. Andrade Armas, D., Toapanta Toapanta, M., Baño Hifong, M., & Gómez Díaz, E. (2023). Un enfoque de la inteligencia artificial para la protección de datos personales sustentado en la base legal. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4, 5. <https://doi.org/10.56712/latam.v5i4.2530>
11. Asamblea Nacional. (2021). Ley Orgánica de Protección de Datos Personales. *Registro Oficial Suplemento 459*. https://www.finanzaspopulares.gob.ec/wp-content/uploads/2021/07/ley_organica_de_proteccion_de_datos_personales.pdf
12. Asamblea Nacional Constituyente. (2021). Constitución de la República del Ecuador. *Registro Oficial 449*. https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf
13. Córdova-Real, J. L., & López-Sevilla, G. M. (2024). Técnicas de anonimización y pseudonimización en la protección de datos personales. *MQRInvestigar*, 8(1), 204-235. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.1.2024.204-235>
14. Durán Ramírez, M. F., & Zamora Vázquez, A. F. (2023). Vulneración de derechos y protección de datos personales en Ecuador. Caso de estudio: Empresa SmartSolutions. *MQRInvestigar*, 7(1), 330-343. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.1.2023.330-343>
15. Lasso Roldan, E. A. (2024). "INCIDENCIA DE LA ANONIMIZACIÓN DE BASES DE DATOS EN EL CUMPLIMIENTO DE LA LEY ORGÁNICA DE PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES EN EL ECUADOR. *INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO REY DAVID*. <https://dspace-api.itred.edu.ec/server/api/core/bitstreams/07e1a6d3-6b52-4fa6-9909-907f56bb666b/content>
16. Martínez-Jara, J. N., & Pérez-Ycaza, J. C. (2022). Protección de datos personales en la historia clínica electrónica bajo el marco legal ecuatoriano. *Iustitia Socialis. Revista Arbitrada de Ciencias Jurídicas*, 1, 7.
17. Morales Oñate, D. A. (2021). Implicaciones jurídicas del algoritmo: derechos intelectuales y privacidad. *FORO, Revista de Derecho*(36), 111-130. <https://www.redalyc.org/journal/900/90071840007/90071840007.pdf>
18. Muñoz-del-Carpio-Toia, A., Mondragón-Barrios, L., Alfredo Duro, E., Rueda Castro, L., & Sorokin, P. (2023). Protección de datos de salud: el reto de la armonización

- legislativa en América Latina. *Revista del Cuerpo Médico Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo*, 16(2). <https://doi.org/10.35434/rcmhnaaa.2023.162.1886>
19. Peñaherrera Yanez, J. (2023). Garantía en los procedimientos de anonimización de historia clínica. *Revista Médico Científica CAMBIOS*, 22(1). <https://doi.org/10.36015/cambios.v22.n1.2023.908>
 20. Roldán Carrillo, F. N. (2021). Los ejes centrales de la protección de datos: consentimiento y finalidad. Críticas y propuestas hacia una regulación de la protección de datos personales en Ecuador. *USFQ LAW REVIEW*, 7(1), 175-202. <https://doi.org/10.18272/ulr.v8i1.2184>
 21. Rosa-Lanas, G., & Pila-Cardenas, G. (2023). LA PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES EN ECUADOR. *Revista Internacional de Cultura Visual*, 2 – 16
 22. Cavoukian, A. (2010). *Privacy by Design: The 7 Foundational Principles. Implementation and Mapping of Fair Information Practices*. Information and Privacy Commissioner of Ontario, Canada.
 23. Dwork, C. (2006). *Differential Privacy*. In *33rd International Colloquium on Automata, Languages, and Programming* (pp. 1–12). Springer.
 24. Floridi, L. (2013). *The Ethics of Information*. Oxford University Press.
 25. Narayanan, A., & Shmatikov, V. (2008). *Robust De-anonymization of Large Sparse Datasets*. In *2008 IEEE Symposium on Security and Privacy* (pp. 111–125). IEEE.
 26. Nissenbaum, H. (2004). *Privacy as Contextual Integrity*. *Washington Law Review*, 79(1), 119–158.
 27. Ohm, P. (2010). *Broken Promises of Privacy: Responding to the Surprising Failure of Anonymization*. *UCLA Law Review*, 57, 1701–1777.

IMPACTO DEL ARBOLADO URBANO EN LA CALIDAD DEL AIRE DE BARRIOS URBANOS DE LA CIUDAD DE MANTA, ECUADOR

IMPACT OF URBAN TREES ON AIR QUALITY IN URBAN NEIGHBORHOODS OF THE CITY OF MANTA, ECUADOR

Yajhaira Vanessa Romero Añazco¹, Paola Stefania Pardo Reyes², Rodrigo Paúl Cabrera Verdesoto³, Cesar Alberto Cabrera Verdesoto⁴

{yajhaira.romero@unesum.edu.ec¹, paola.pardo@unesum.edu.ec², rodrigo.cabrera@unesum.edu.ec³, cesar.cabrera@unesum.edu.ec⁴}

Fecha de recepción: 09/12/2024

/ Fecha de aceptación: 03/01/2025

/ Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: La calidad del aire dentro de zonas urbanas se ha convertido en una inminente preocupación por los impactos agravantes en la salud y en el medio ambiente. En la ciudad de Manta la expansión urbana es creciente y con ello la disminución de las áreas verdes. Ante esto, el presente estudio tiene como objetivo principal la evaluación del impacto del arbolado urbano en la calidad del aire de cinco barrios urbanos de la Ciudad de Manta. El estudio fue de tipo no experimental con un enfoque descriptivo ya que se analizan las características que tiene el arbolado urbano y sus principales impactos. Para ello se seleccionaron 5 barrios de la zona: La Revancha, Urbirrios I, San Juan, La Chacra y Villa Nueva del Bosque, se realizó un inventario forestal para identificar las especies arbóreas predominantes y paralelamente a ello se realizó un análisis de la calidad del aire que evaluaron los niveles de partículas suspendidas (PM2.5 y PM10). Los datos obtenidos de las mediciones fueron analizados estadísticamente con la finalidad de establecer una relación entre la densidad arbórea y la reducción de contaminantes. Como principales resultados encontramos la disminución del 37% de partículas suspendidas en áreas con mayor cobertura vegetal a diferencia de área con poca densidad, especies como *Albizia saman*, *Mangifera indica* y *Ficus benjamina* destacaron por su alta capacidad de captura de partículas siendo resilientes y mejorando la sostenibilidad ambiental de estos sectores, creando espacios urbanos de calidad. Se concluye que el arbolado urbano tiene un impacto altamente positivo en función a la calidad del aire y el bienestar urbano.

Palabras clave: Arbolado, contaminación, polución, partículas suspendidas

¹Universidad Estatal del Sur de Manabí, Carrera de Ingeniería Forestal, <https://orcid.org/0009-0008-6312-4875>.

²Universidad Estatal del Sur de Manabí, Carrera de Ingeniería Ambiental, <https://orcid.org/0000-0002-8844-0662>.

³Universidad Estatal del Sur de Manabí, Carrera de Ingeniería Ambiental, <https://orcid.org/0000-0002-9560-5795>.

⁴Universidad Estatal del Sur de Manabí, Carrera de Ingeniería Forestal, <https://orcid.org/0000-0001-5101-3520>.

ABSTRACT: Air quality in urban areas has become an imminent concern due to the aggravating impacts on health and the environment. In the city of Manta, urban expansion is increasing and with it the decrease in green areas. In view of this, the main objective of this study is to evaluate the impact of urban trees on the air quality of five urban neighborhoods in the city of Manta. The study was non-experimental with a descriptive approach since the characteristics of urban trees and their main impacts are analyzed. For this purpose, 5 neighborhoods in the area were selected: La Revancha, Urbirrios I, San Juan, La Chacra and Villa Nueva del Bosque. A forest inventory was carried out to identify the predominant tree species and, in parallel, an air quality analysis was carried out that evaluated the levels of suspended particles (PM2.5 and PM10). The data obtained from the measurements were statistically analyzed in order to establish a relationship between tree density and the reduction of pollutants. The main results were a 37% decrease in suspended particles in areas with greater vegetation cover compared to areas with low density. Species such as *Albizia saman*, *Mangifera indica* and *Ficus benjamina* stood out for their high particle capture capacity, being resilient and improving the environmental sustainability of these sectors, creating quality urban spaces. It is concluded that urban trees have a highly positive impact on air quality and urban well-being.

Keywords: Trees, contamination, pollution, suspended particles

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la contaminación atmosférica es un problema creciente, el crecimiento urbano acelerado ha generado gran disminución en la calidad del aire por varios factores como el aumento del tráfico, industrialización, limitadas áreas verdes y diferentes actividades antrópicas que contribuyen al impacto ambiental.

Por ello, en la búsqueda de acciones eficaces contra este tipo de contaminación, se ha demostrado que el arbolado urbano juega un papel crucial en la captura de partículas finas. Un ejemplo destacado de este efecto es el caso de la ciudad de Concepción, Chile, donde se ha estimado que un parque urbano con un adecuado sistema de árboles podría llegar a eliminar aproximadamente 4.52 kg de PM2.5 al año (1).

Este dato subraya la importancia de planificar y mantener espacios verdes como una estrategia clave para mitigar los efectos de la contaminación ambiental en áreas urbanas densamente pobladas. Además, estudios recientes han mostrado que los árboles actúan como filtros naturales, atrapando partículas suspendidas en el aire, lo que contribuye significativamente a la mejora de la calidad del aire (2).

La importancia de esta estrategia también es respaldada por la Organización Mundial de la Salud (OMS), que establece que la exposición a altos niveles de PM2.5 está íntimamente relacionada con problemas de salud. En particular, estas partículas finas se asocian con un aumento de enfermedades respiratorias y cardiovasculares en personas

de cualquier edad, incluidas las más vulnerables, como los niños y los adultos mayores (3).

La OMS subraya que la implementación de arbolado urbano no solo ayuda a reducir los niveles de contaminantes atmosféricos, sino que también contribuye a mitigar los efectos del cambio climático mediante la absorción de dióxido de carbono (CO₂) y la regulación de las temperaturas urbanas (4). En este sentido, ciudades como Nueva York y Londres han implementado programas para expandir sus áreas verdes, destacando el impacto positivo del arbolado urbano en la salud pública y el medio ambiente (5).

En ciudades costeras de Ecuador, se han realizado estudios que destacan la importancia de preservar y ampliar los espacios verdes para cumplir con estándares internacionales, como los de la Organización Mundial de la Salud, que recomiendan un mínimo de 9 m² de espacio verde por habitante. Estas áreas no solo ayudan a capturar contaminantes, sino que también favorece la conservación de la biodiversidad y el bienestar comunitario (6).

Estas áreas verdes desempeñan un papel fundamental en la captura de contaminantes atmosféricos, actuando como sumideros naturales de partículas en suspensión y gases como el dióxido de carbono (CO₂) y los óxidos de nitrógeno (NO_x) (7). Además, los espacios verdes no solo ayudan a mejorar la calidad del aire, sino que también favorecen la conservación de la biodiversidad al proporcionar hábitats críticos para diversas especies, especialmente en regiones urbanas donde los ecosistemas naturales son fragmentados o están amenazados (8).

El impacto positivo de estas áreas también se extiende al bienestar comunitario, ya que diversos estudios han mostrado que el acceso a espacios verdes está asociado con una mejora en la salud mental y física de las personas (9). En ciudades costeras como Manta, estas áreas también contribuyen a la resiliencia frente a los efectos del cambio climático, al regular las temperaturas locales y mitigar el efecto de isla de calor urbana (10). La integración de estrategias de planificación urbana que incluyan la creación y el mantenimiento de espacios verdes resulta esencial para garantizar ciudades más sostenibles y saludables, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible establecidos por las Naciones Unidas (11).

Lo que establece que, el arbolado urbano desempeña un papel fundamental en la reducción de la contaminación del aire, ya que no solo absorbe contaminantes presentes en las ciudades, sino también generan servicios ecosistémicos como sombra, confort térmico y bienestar general.

Las ciudades verdes mejoran la calidad del aire y reduce los riesgos para la salud, por ello el objetivo de esta investigación es evaluar el Impacto del Arbolado Urbano en la Calidad del Aire de Barrios Urbanos de la Ciudad de Manta, Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de estudio

La presente investigación es de tipo no experimental con un alcance descriptivo ya que se analizan las características que tiene el arbolado urbano y sus principales impactos. Para ello se seleccionaron 5 barrios de la zona: La Revancha, Urbirrios I, San Juan, La Chacra y Villa Nueva del Bosque, los cuales se mantienen bajo los siguientes criterios:

Dimensión poblacional

Presencia de monitoreo constantes de contaminantes del aire

Implementación de áreas verdes

Porcentaje de áreas verdes por habitante.

Inventario forestal

Para el cumplimiento de este objetivo se realizó un censo poblacional de especies arbóreas en las áreas antes mencionadas que responden a espacios públicos dominados por vegetación. La información fue recolectada en el mes de abril del 2024, para ello se registraron variables dendrométricas como el diámetro de la base del árbol (DAP) con una cinta métrica; altura total (h).

Muestreo de aire

Para el muestreo se dividió cada uno de los barrios en dos zonas: área con alta densidad de árboles (>50 árboles/ha) y área sin cobertura arbórea significativa, ambas zonas deben mantenerse alejados de las fuentes de emisión como tráfico vehicular, industrias entre otros. Para los monitoreos portátiles se utilizó un sensor de marca Sensirion modelo SPS30 para (PM2.5 y PM10) y sensores de gases (CO₂ y NO_x). El monitoreo se mantuvo durante 45 días consecutivos en períodos matutinos (7:00-9:00) y vespertinos (17:00-19:00).

Análisis estadístico

El cálculo de la densidad arbórea se midió por el número de árboles por hectárea, mientras que las concentraciones promedio de contaminantes en los puntos de muestreo. Bajo estos indicadores se aplicó el coeficiente de correlación de Pearson (r) que nos permite determinar la correlación entre el arbolado urbano y la calidad del aire. (12).

Manteniendo la siguiente función:

$r > 0$: Relación positiva (a mayor densidad arbórea, mayor concentración de contaminantes).

$r < 0$: Relación negativa (a mayor densidad arbórea, menor concentración de contaminantes).

$r=0$: No hay relación.

RESULTADOS

Inventario forestal

Dentro de las cinco zonas estudiadas se presentaron 352 individuos de diversas edades y distribuidos en 6 familias, la familia más representativa fue la Fabaceae con cuatro especies y Moraceae con 2 especies.

Tabla 1. Inventario forestal.

| Nombre común | Nombre científico | Familia | N° de individuos |
|----------------------|---------------------------------------|---------------|------------------|
| Acacia amarilla | <i>Caesalpinia pluviosa</i> DC. | Fabaceae | 12 |
| Algarrobo | <i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC. | Mimosaceae | 43 |
| Cascol | <i>Caesalpinia pulcherrima</i> | Fabaceae | 3 |
| Ficus o falso laurel | <i>Ficus benjamina</i> L. | Moraceae | 24 |
| Guayaba de machete | <i>Inga spectabilis</i> (Vahl) Willd. | Fabaceae | 4 |
| Mango | <i>Mangifera indica</i> L. | Anacardiaceae | 18 |
| Matapalo | <i>Ficus jacobii</i> Vázq. Avila | Moraceae | 16 |
| Nim, Neen | <i>Azadirachta indica</i> A. Juss | Meliaceae | 218 |
| Samán | <i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr. | Fabaceae | 8 |
| Papaya | <i>Carica papaya</i> | Caricaceae | 6 |

En la Tabla 1 las especies con mayor abundancia encontradas fueron *Azadirachta indica* (Neem) con 218 individuos y *Prosopis juliflora* (Algarrobo) con 43 individuos, mientras que especies como *Caesalpinia pulcherrima* (Cascol) y *Carica papaya* (Papaya) fueron los que mantuvieron una menor abundancia con individuos entre 3 y 6 individuos, respectivamente.

Estableciendo un patrón que se denomina resiliente, ya que las especies con mayor funcionalidad mantienen también el mayor número de individuos como es el Neem y el Samán, ya que estas son conocidas por su capacidad para absorber contaminantes en el aire permitiendo mejorar las condiciones urbanas adversas.

Sin embargo, hay que tomar en cuenta que también que existen especies nativas como es el caso del Cascol que no se encuentran en gran volumen, limitando la importancia de fomentar especies locales para equilibrar la biodiversidad y a su vez engrandecer los beneficios ecosistémicos y la sostenibilidad urbana bajo la percepción ecosistémica.

Posterior a conocer las principales especies arbóreas del área de estudio se procedió a realizar el análisis de la calidad del aire, esta evaluación nos permitió verificar los niveles de contaminación del aire y sus principales contaminantes, estableciendo que ninguno de las zonas analizadas refleja una contaminación grave, formando a su vez una correlación eficaz en los datos analizados.

El promedio de nivel de contaminación del aire en la Ciudad de Manta fue:

Tabla 2. Nivel de contaminación en el aire.

| Nivel de contaminación del aire | Índice de calidad de aire | Contaminante principal |
|---------------------------------|---------------------------|------------------------|
| Moderado | 58* ICA +US | PM2.5 |

La concentración de PM2,5 en Manta es actualmente 2.6 veces superior al valor guía anual de calidad del aire de la OMS

Bajo esta percepción hay que resaltar que a pesar de que los niveles de PM2.5 no son lo bastante altos como para causar un daño grave en la salud de la población en general, hay que tomar en consideración que existe un porcentaje de población vulnerable o individuos sensibles que pueden verse afectados por este tipo de contaminación, sin mencionar a la avifauna y especies silvestres que pueden estar haciendo uso de los servicios ecosistémicos que estos árboles urbanos pueden ofrecerles.

Correlación de Pearson

La correlación de Pearson nos permitió identificar patrones y relaciones entre variables establecidas en el estudio, lo que permite la propuesta de estrategias para mitigar los efectos negativos y buscar políticas públicas que utilicen el arbolado urbano como solución sostenible, en función a lo mencionado se aplicó el índice donde reemplazando los valores obtenemos:

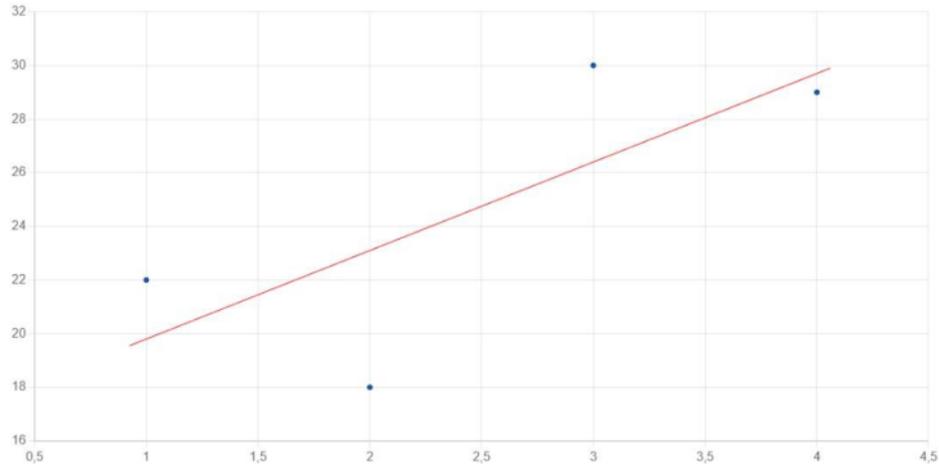


Figura 1. Correlación de Pearson.

$$S_x = 180 - 124(60) = 30$$

$$S_y = 15294 - 124(594) = 592.5$$

$$S_{xy} = 1584 - 124(60)(594) = 99$$

$$r = \frac{30 \times 592.5}{99} = 0.7426$$

El coeficiente de correlación de Pearson = 0.7426, establece que mantiene una correlación fuerte dado que el valor de r también fue positivo, indicando una relación positiva entre las variables (el desarrollo del arbolado urbano con la calidad del aire de los habitantes asociando un crecimiento en la variable estudiada).

Hay que tomar en consideración que la relación del arbolado con la reducción de la contaminación atmosférica varía en función de la capacidad de los árboles en capturar contaminantes y partículas suspendidas como (PM2.5 y PM10), dióxido de nitrógeno (NOx), y dióxido de carbono (CO2), por ello se debe establecer que los árboles tomados en cuenta sean de significancia alta para la disminución de contaminantes mejorando así la calidad del aire.

Impacto del arbolado en la reducción de contaminantes

El impacto que ha tenido el arbolado urbano dentro de la ciudad de Manta, puntualmente en las áreas estudiadas con alta densidad de árboles, se constató que la concentración de PM2.5 disminuyó un 22%, mientras que el PM10 se redujo un 18%. Los niveles de CO2 y NOx fueron un 15% más bajos en comparación con áreas sin árboles.

Se establecieron las especies a partir del inventario con mayor nivel de captación de contaminantes y se destaca lo siguiente:

Tabla 3. Especies arbóreas y su nivel de captación.

| Nombre común | Nombre científico | Nivel de captación de contaminantes |
|----------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Acacia amarilla | <i>Caesalpinia pluviosa DC.</i> | Moderadamente eficiente |
| Algarrobo | <i>Prosopis juliflora (Sw.) DC.</i> | Moderadamente eficiente |
| Cascol | <i>Caesalpinia pulcherrima</i> | Baja eficiencia |
| Ficus o falso laurel | <i>Ficus benjamina L.</i> | Altamente eficiente |
| Guayaba de machete | <i>Inga spectabilis (Vahl) Willd.</i> | Baja eficiencia |
| Mango | <i>Mangifera indica L.</i> | Altamente eficiente |
| Matapalo | <i>Ficus jacobii Vázq. Avila</i> | Moderadamente eficiente |
| Nim, Neen | <i>Azadirachta indica A. Juss</i> | Altamente eficiente |
| Samán | <i>Samanea saman (Jacq.) Merr.</i> | Altamente eficiente |
| Papaya | <i>Carica papaya</i> | Baja eficiencia |

Los datos muestran que los árboles grandes, como *Mangifera indica* y *Ficus benjamina L.*, *Azadirachta indica A. Juss* y *Samanea saman (Jacq.) Merr.* fueron los que tuvieron un mayor efecto en la captación de contaminantes. Los barrios con mayor cobertura arbórea presentaron una reducción significativa en los contaminantes atmosféricos:

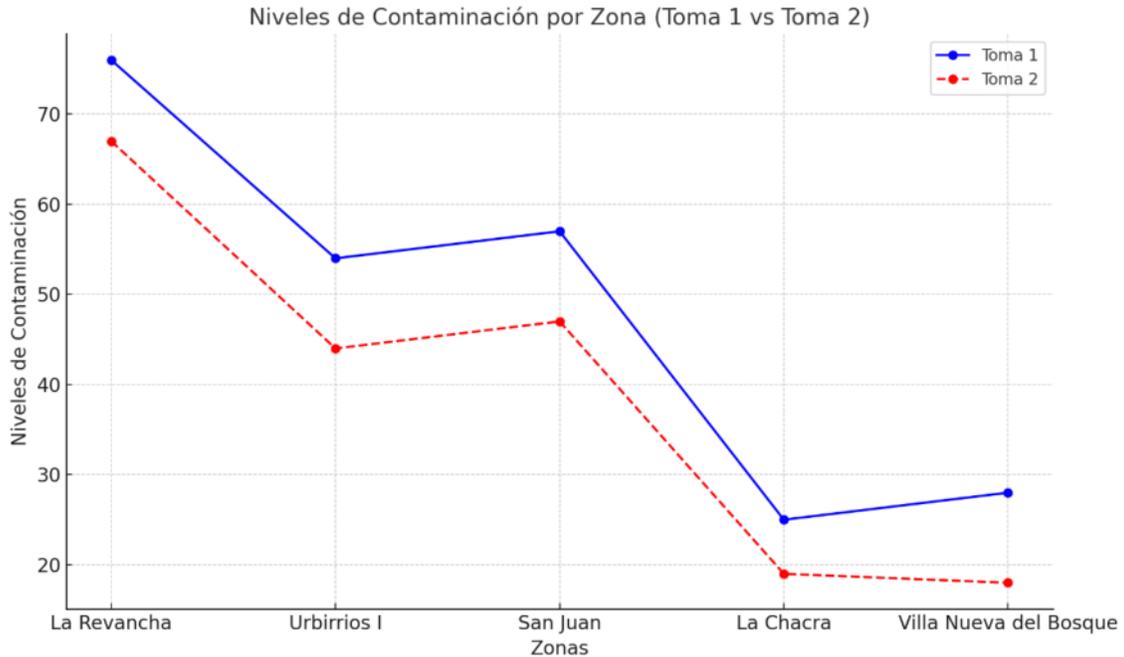


Figura 2. Niveles de contaminación.

Estableciendo que los niveles de contaminación en función a contaminantes PM2.5 y PM10 disminuyeron un 37% y 32%, respectivamente, en la Chacra en comparación con la Revancha, ya que esta zona es muy transitada dentro de la ciudad en función a CO2 y NOx mostraron reducciones del 14% y 12%, respectivamente.

DISCUSIÓN

Dentro de las cinco zonas estudiadas se presentaron 352 individuos de diversas edades y distribuidos en 6 familias, la familia más representativa fue la Fabaceae con cuatro especies y Moraceae con 2 especies, Comparando esto con varios estudios relacionados a inventarios forestales urbanos, la familia Fabaceae siempre suele destacar por su presencia y abundancia en entornos urbanos. Ejemplo de ello encontramos el estudio realizado en el Bosque de San Juan de Aragón en ciudad de México, donde se registró un alto índice de valor de importancia (IVI) para la familia Fabaceae (14.99%) entre otras familias, reflejando la relevancia de esta familia en los espacios urbanos de la ciudad (13).

La concentración de PM2,5 en Manta es actualmente 2.6 veces superior al valor guía anual de calidad del aire de la OMS, a pesar de que la concentración no es altamente relativa la exposición prolongada o repetida a niveles moderados de PM2.5 puede incrementar el riesgo de enfermedades respiratorias crónicas y cardiovasculares (14). Tal como lo indica Rodríguez en un estudio aplicado en ciudades de América Latina, donde se encontró una

correlación significativa entre las concentraciones de contaminantes y las enfermedades respiratorias en poblaciones vulnerables, como niños y ancianos (15).

Por ello las guías de la OMS señalan que los niveles de PM_{2.5} superiores a los recomendados están estrechamente relacionados con un aumento de la mortalidad prematura y enfermedades crónicas (16), lo que subraya la necesidad de implementar políticas de reducción de la contaminación atmosférica en áreas urbanas como Manta.

Según un estudio realizado en Colima, México, especies como *Ficus benjamina* y *Mangifera indica* fueron responsables de eliminar grandes cantidades de contaminantes, destacándose por su alta eficiencia en la retención de partículas y gases nocivos (17).

A su vez en otro estudio se estableció un análisis en la ciudad de Concepción, Chile, utilizando el software I-Tree Eco, donde reveló que los árboles urbanos del Parque Ecuador eliminaron aproximadamente unos 4.52 kg de PM_{2.5} al año siendo una cantidad realmente considerable, sin mencionar la captura de carbono y la reducción de la presencia de compuestos orgánicos volátiles (18).

Este resultado nos enmarca la importancia del arbolado en áreas urbanas densamente contaminadas y que pueden ser un peligro para los habitantes de esa zona.

Adicionalmente, estudios realizados en Córdoba, Argentina, plantearon el uso del Índice de Tolerancia a la Contaminación Atmosférica (APTI) con la finalidad de evaluar la capacidad de diversos individuos arbóreos para mitigar contaminantes. Se determinaron especies que presentan buena tolerancia y capacidad de purificación (19).

En función a eso, los resultados reflejan que el coeficiente de correlación de Pearson = 0.7426, establece que mantiene una correlación fuerte dado que el valor de r también fue positivo, indicando una relación positiva entre las variables (el desarrollo del arbolado urbano con la calidad del aire de los habitantes asociando un crecimiento en la variable estudiada).

Estableciendo que el arbolado urbano no solo genera bienestar y calidad del aire si no también ofrece servicios ecosistémicos colaterales como confort térmico y reducción de enfermedades respiratorias a personas de todas las edades. Tomar en cuenta esto puede ayudar estratégicamente a la incorporación de nuevas políticas públicas que sean amigables al medio ambiente.

En congruencia con esto un estudio en São Paulo, Brasil, muestra que el uso de árboles urbanos para reducir la concentración de PM_{2.5} y PM₁₀ es efectivo, con algunas especies de árboles mostrando una capacidad significativa para reducir estas partículas del aire, especialmente en zonas con alta cobertura arbórea (20).

Como lo mostrado en la investigación referente a los niveles de contaminación en función a contaminantes PM2.5 y PM10 estos disminuyeron un 37% y 32%. Y esto no solo ocurre en Manta, existen casos de ciudades como Lima que ha mostrado reducir las emisiones vehiculares y promover alternativas de transporte público contribuyendo de manera importante a la mejora de la calidad del aire, especialmente en áreas de alta congestión (21).

Estos resultados coinciden con estudios realizados en ciudades como Medellín y Valencia, donde se ha documentado que el arbolado urbano reduce significativamente la contaminación (22). Las especies más comunes en fueron Albizia saman, Mangifera indica y Ficus benjamina (23), todas conocidas por su alta capacidad de captura de partículas.

Estas especies no solo contribuyen a la mejora de la calidad del aire, sino que también ofrecen servicios ecosistémicos adicionales, como la regulación térmica, la captación de dióxido de carbono y el aumento de la biodiversidad en áreas urbanas (24). Además, su capacidad para adaptarse a diferentes climas y resistir la polución las convierte en componentes esenciales de programas de reforestación urbana en ciudades de América Latina y Europa.

La inclusión de árboles urbanos en el diseño y planificación de las ciudades ha sido reconocida como una estrategia crucial para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), específicamente en los apartados relacionados con la sostenibilidad ambiental y la salud pública. Así, iniciativas como las de Medellín y Valencia sirven como modelos replicables para otras ciudades que enfrentan problemas similares de contaminación y pérdida de biodiversidad urbana (25).

CONCLUSIONES

Luego de realizada la investigación se concluye:

El inventario dentro de la investigación se puede concluir que se presentaron 352 individuos de diversas edades y distribuidos en 6 familias, Estableciendo un patrón que se denomina resiliente, ya que las especies con mayor funcionalidad mantienen también el mayor número de individuos como es *Azadirachta indica* A. Juss y *Samanea saman* (Jacq.) Merr.

Las especies como *la Mangifera indica* y *Ficus benjamina* L., *Azadirachta indica* A. Juss y *Samanea saman* (Jacq.) Merr. fueron los que tuvieron un mayor efecto en la captación de contaminantes con una disminución de contaminantes de PM2.5 y PM10 entre un 37% y 32%, sin embargo, las concentraciones de PM2,5 en Manta actualmente es 2.6 veces superior al valor guía.

El impacto que ha tenido el arbolado urbano dentro de la ciudad de Manta, puntualmente en las áreas estudiadas con alta densidad de árboles, se constató que la concentración de

PM2.5 disminuyó un 22%, mientras que el PM10 se redujo un 18%. Los niveles de CO2 y NOx fueron un 15% más bajos en comparación con áreas sin árboles por ello se establece mejorar las estrategias de gestión sostenibles en función al manejo de especies nativas del sector, permitiendo que exista una mejor biodiversidad y a su vez una contribución del bienestar de la población en función a la resiliencia climática.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Escobedo FJ, Nowak DJ. Spatial heterogeneity in urban forest-atmosphere CO2 exchange. *Environmental Pollution*. 2009;157(8-9):2490-2500. doi:10.1016/j.envpol.2009.03.037
2. Organización Mundial de la Salud (OMS). *Air Pollution and Child Health: Prescribing Clean Air*. Geneva: World Health Organization; 2018.
3. Nowak DJ, Crane DE, Stevens JC. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry & Urban Greening*. 2006;4(3-4):115-123. doi:10.1016/j.ufug.2006.01.007
4. World Health Organization (WHO). *Urban green spaces and health: A review of evidence*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2016.
5. Hirabayashi S, Kroll CN, Nowak DJ. Component-based development and sensitivity analyses of an air pollutant dry deposition model. *Environmental Modelling & Software*. 2012;26(6):804-816. doi:10.1016/j.envsoft.2011.12.005
6. Cárdenas Loo VS. *Arbolado urbano como estrategia para mejorar el confort térmico y la movilidad urbana frente al cambio climático (Internet)*. Quito: FLACSO Ecuador; 2020 (citado 2024 nov 25). Disponible en: <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/handle/10469/17284>.
7. Nowak DJ, Hirabayashi S, Bodine A, Greenfield E. Tree and forest effects on air quality and human health in the United States. *Environmental Pollution*. 2014;193:119-129. doi:10.1016/j.envpol.2014.05.028
8. Tzoulas K, Korpela K, Venn S, et al. Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review. *Landscape and Urban Planning*. 2007;81(3):167-178. doi:10.1016/j.landurbplan.2007.02.001
9. Wolch JR, Byrne J, Newell JP. Urban green space, public health, and environmental justice: The challenge of making cities 'just green enough'. *Landscape and Urban Planning*. 2014;125:234-244. doi:10.1016/j.landurbplan.2014.01.017
10. Bowler DE, Buyung-Ali L, Knight TM, Pullin AS. Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence. *Landscape and Urban Planning*. 2010;97(3):147-155. doi:10.1016/j.landurbplan.2010.05.006
11. Naciones Unidas. *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. New York: United Nations; 2015.
12. Cohen J, Cohen P, West SG, Aiken LS. *Análisis de regresión múltiple/correlación aplicado a las ciencias del comportamiento*. 4ta ed. Nueva York: Routledge; 2021.

13. Cerna, A., et al. Diversidad, estructura arbórea e índice de valor de importancia en un bosque urbano de la Ciudad de México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. 2019;10(54):24-45. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx>
14. World Health Organization (2021). Air quality and health. Recuperado de <https://www.who.int>
15. Rodríguez R, Pérez-Ríos M, Alvarado A. Análisis de la relación entre la calidad del aire y las enfermedades respiratorias en áreas urbanas de América Latina. *Revista de Salud Pública*. 2020;24(2):158-167.
16. Organización Mundial de la Salud (OMS). Air quality guidelines: global update 2005. Geneva: World Health Organization; 2006. Disponible en: <https://www.who.int>
17. Barra López D. Análisis del efecto del arbolado urbano sobre la absorción de material particulado respirable (MP2,5), mediante el software I-Tree Eco al interior del Parque Ecuador en la ciudad de Concepción. Santiago de Chile: Universidad de Chile, Facultad de Arquitectura y Urbanismo; 2019. Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl>
18. Universidad Nacional de Córdoba. (2023). Arbolado urbano: Cuáles son las mejores especies frente a la contaminación. UNCiencia. Recuperado de <https://unciencia.unc.edu.ar>
19. Han, D., Shen, H., Duan, W., & Chen, L. A review on particulate matter removal capacity by urban forests at different scales. *Urban Forestry and Urban Greening*. 2020; 48: 126565. doi:10.1016/j.ufug.2019.126565
20. Martínez, S., Pérez, J. M., Sánchez, C., et al. Evaluación de la calidad del aire en zonas urbanas de Lima: una comparación entre áreas con alto y bajo tráfico vehicular. *Revista Peruana de Biología*. 2020; 27(2): 111-120. doi:10.1016/j.perubiol.2020.04.001
21. Gómez-Baggethun, E., Gren, Å., Barton, D. N., Langemeyer, J., McPhearson, T., Olsson, P. Ecosystem services and social-ecological systems: A framework for assessing the human-environment relationship. *Environmental Science & Policy*. 2013; 27: 66-72. doi:10.1016/j.envsci.2012.08.003.
22. Escobedo, F. J., Kroeger, T., & Wagner, J. E. Urban forests and pollution mitigation: Analyzing ecosystem services and disservices. *Environmental Pollution*. 2011; 159(8-9): 2078-2087. doi:10.1016/j.envpol.2011.02.019.
23. EIA Universidad. *Capacidad de captura de contaminantes de especies arbóreas en áreas urbanas*. Medellín: Repositorio Institucional Universidad EIA; 2023. Disponible en: <https://repository.eia.edu.co/server/api/core/bitstreams/3466c680-1c75-4a3a-b834-a06f7cf66573/content>
24. 4 Nowak DJ, Crane DE, Stevens JC. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry & Urban Greening*. 2006;4(3-4):115-123. doi:10.1016/j.ufug.2006.01.007
25. 25 Naciones Unidas. *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. New York: United Nations; 2015.

REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS: DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES PARA UNA CIUDAD AMAZÓNICA SOSTENIBLE

SYSTEMATIC REVIEW OF INTEGRATED E-WASTE MANAGEMENT: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES FOR A SUSTAINABLE AMAZONIAN CITY

Diego Cajamarca Carrasco¹, Diego Alejandro Cáceres Veintimilla², Goering Octavio Zambrano Cárdenas³, Ángel Patricio Flores Orozco⁴

{diego.cajamarca@esPOCH.edu.ec¹, diego.caceres@esPOCH.edu.ec², goering.zambrano@esPOCH.edu.ec³, aflores@esPOCH.edu.ec⁴}

Fecha de recepción:16/12/2024 / Fecha de aceptación: 03/01/2025 / Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: La gestión integral de los residuos electrónicos en el mundo, revela un incremento preocupante de estos desechos, lo que constituye un reto ambiental, social y económico considerable. El aumento obedece a la creciente demanda de dispositivos como teléfonos inteligentes, computadoras, vehículos eléctricos entre otros, alcanzando en 2019 una generación global de 53,6 millones de toneladas, con proyecciones de llegar a 74 millones para 2030. El objeto de la revisión bibliográfica de la gestión integral de residuos electrónicos compromete oportunidades y desafíos para alcanzar objetivos comunes de neutralidad en una ciudad amazónica sostenible. La investigación dispone de un carácter descriptivo para lo cual analiza documentos científicos sobre la gestión de estos desechos entre 2018 y 2024. Se identifican oportunidades para la minería urbana, que permite recuperar metales valiosos de los residuos electrónicos, y se subraya la importancia de establecer regulaciones y políticas efectivas para mejorar el reciclaje y la disposición de estos residuos, mismos que contienen materiales peligrosos y valiosos, y una gestión integral de sus residuos es fundamental para garantizar la sostenibilidad ambiental. Es esencial la colaboración de gobernanza entre los actores involucrados para crear conciencia y desarrollar infraestructuras de recolección y reciclaje. También se presentan diversas categorías de residuos electrónicos y se exploran técnicas de reciclaje y conversión energética como posibles soluciones.

Palabras clave: *Revisión sistemática, gestión de residuos electrónicos, contaminación ambiental, minería urbana, sostenibilidad ambiental*

¹Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.Facultad de Informática y Electrónica. <http://orcid.org/0000-0001-6619-0490>.

²Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Morona Santiago. <https://orcid.org/0000-0003-0498-1240>.

³Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Morona Santiago. <https://orcid.org/0000-0001-6975-8539>.

⁴Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Morona Santiago. <https://orcid.org/0000-0003-1484-2949>.

ABSTRACT: The integrated management of electronic waste in the world reveals a worrying increase of this waste, which constitutes a considerable environmental, social and economic challenge. The increase is due to the growing demand for devices such as smartphones, computers, electric vehicles, among others, reaching a global generation of 53.6 million tons in 2019, with projections of reaching 74 million tons by 2030. The object of the literature review of the integrated management of electronic waste comprises opportunities and challenges to achieve common goals of neutrality in a sustainable Amazonian city. The research has a descriptive character for which it analyzes scientific papers on the management of this waste between 2018 and 2024. It identifies opportunities for urban mining, which allows recovering valuable metals from e-waste, and underlines the importance of establishing effective regulations and policies to improve the recycling and disposal of this waste, which contains hazardous and valuable materials, and an integrated management of its waste is essential to ensure environmental sustainability. Collaboration between governments, the private sector and civil society is essential to raise awareness and develop collection and recycling infrastructures. Various categories of e-waste are also presented and recycling and energy conversion techniques are explored as possible solutions.

Key words: *Systematic review, Electronic waste management, Environmental pollution, Urban mining, Environmental sustainability.*

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el consumo masivo de productos eléctricos y electrónicos por parte de la especie humana, ha generado un incremento exponencial de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (e-waste) como son: los teléfonos móviles, computadoras, impresoras, sistemas de navegación por satélite, consolas de video juegos, cámaras de alta fidelidad, instrumentos musicales, microordenadores, impresoras, dispositivos médicos, e incluso los vehículos electrónico, lo que ha generado un importante desafío ambiental para la gestión integral de esta clase de residuos, generados principalmente por el incremento poblacional, el crecimiento económico y los cambios en los estilos de vida moderna ligados a la tecnología digital, personal, virtual y domestico (1).

Sin lugar a dudas que los países en desarrollo disponen de los recursos económicos para adquirir y desechar a la naturaleza estos residuos considerados como peligrosos y especiales existiendo una notable diferencia en la cantidad de desechos electrónicos generados entre los países sub desarrollados y las potencias mundiales (2).

Consecuentemente estos recursos económicos que disponen están naciones , ha desencadenado un incremento en la producción de residuos electrónicos (e-waste) a nivel global, para el año 2019, la generación mundial de estos residuos fue aproximadamente 53,6 millones de toneladas, y se prevé que llegue con proyecciones lineales matemáticas a los 74 millones de toneladas para el 2030 (3),(4). Por lo tanto, es necesario desarrollar estrategias innovadores para el manejo

sostenible y si disposición final de estos residuos que ya son considerados como la nueva basura del milenio (4).

Para la fabricación y producción de los dispositivos electrónicos se emplea grandes cantidades de sustancias químicas peligrosas como, metales pesados (MP), compuestos orgánicos volátiles (COV), Cloruro de polivinilo (PVC) entre otros, que al momento de ser eliminar sin ningún control y tratamiento un dispositivo electrónico la probabilidad que las sustancias químicas tóxicas se liberen y filtren en el ambiente aumenta considerablemente su peligrosidad de contaminar los recursos naturales de planeta vitales para la existencia de las comunidades que habitan en forma armónica en un estado de equilibrio natural, que permita un verdadero desarrollo sostenible bajo los límites finitos del planeta tierra (6), (7).

La industrialización a partir de la década de los 60, ha generado numerosos dispositivos eléctricos (DE), que facilitan nuestro día a día, pero que a la vez no existe un compromiso de sensibilización por parte de la población una vez que cumplen su ciclo de vida, por lo tanto, los residuos electrónicos están creciendo rápidamente a nivel mundial, con un aumento anual estimado entre el 3% y el 5% (6).

A pesar de la presencia de un interés significativo hacia la recuperación de desechos electrónicos, es crucial elegir proceso y tratamientos adecuados según su grado de peligrosidad, debido principalmente a la presencia de sustancias perjudiciales para la salud humana y del planeta, como metales pesados entre ellos cadmio, mercurio y plomo (Cd, Hg, Pb), que predisponen al incremento de contaminación a los recursos naturales (7).

Por otro lado, la demanda global del cobre refinado se ha incrementado en las últimas cinco décadas. En particular, en países como China que ha importado más de 2 millones de toneladas de chatarra de cobre anualmente durante las dos últimas décadas para la producción de equipos electrónicos, fomentando de esta manera la dependencia de los recursos naturales que brindan los diferentes servicios ecosistémicos, provocando escasez del recurso de cobre (8). Incluye en estas necesidades los DE, utilizados para la recuperación, reutilización, reciclaje, reparación, revaloración, descarte de materiales, disposición final, bajo un nuevo modelo de producción circular de aparatos eléctricos y electrónicos (9).

Finalmente, cabe recalcar que los DE, deben ser gestionados adecuadamente para minimizar el riesgo potencial de liberar sustancias peligrosas en el ambiente, afectando de esta manera los recursos suelo, agua, aire, flora y fauna (10).

Para lo cual, el propósito de esta revisión bibliográfica parte de la gestión de residuos electrónicos, comprometiendo desafíos y oportunidades para alcanzar una neutralidad sostenible, que realice una correcta gestión integral de los residuos de aparatos electrónicos y su influencia para lograr objetivos comunes en miras de categorizar como una ciudad sostenible.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se enmarca en un diseño metodológico de investigación descriptiva, enfocándose en los estudios descriptivos y la técnica de revisión documental, la misma que se realizó en dos etapas la heurística en la cual se identificaron las fuentes de información y la hermenéutica, en la que se analizó la información y se generó el conocimiento científico.

La investigación examinó en profundidad documentos científicos que analizan las tendencias en la gestión integral de los residuos de aparatos electrónicos entre los años 2018 y 2024. La información se recopiló de repositorios académicos de Institutos de Educación Superior (IES) y de la base de Scopus, utilizando términos clave como: “Revisión sistemática”, “gestión de residuos electrónicos” “Contaminación ambiental”. Se seleccionaron estudios de instituciones reconocidas que cumplieran dos criterios de selección:

Análisis de la gestión de residuos electrónicos en un periodo de tiempo 2018-2024.

Discusión del manejo integral de los residuos electrónicos. Consecuentemente aquellas investigaciones que no cumplieran estos criterios fueron automáticamente excluidas.

La información de la documentación científica se extrajo mediante la revisión sistemática, registrando las fuentes de datos, análisis estadísticos y conclusiones sobre tendencias y factores determinantes. Inicialmente se focalizaron 1.141 documentos científicos de una base de datos bibliométrica, posteriormente se añadió a anexar la palabra clave “sostenibilidad ambiental”, “Minería urbana” localizándose n=251 documentos finales para su revisión en relación con su título las, palabras clave y resumen.

Los datos de los estudios se integraron y analizaron para obtener una visión global de las tendencias de la gestión de residuos electrónicos en el periodo de estudio a partir de una revisión bibliográfica este enfoque hermenéutico es útil para la interpretación de documentos complejos y permite realizar un análisis de la conceptualización y problemática implícitos en los diferentes estudios originales.

RESULTADOS

La caracterización y extracción de los metales pesados en los componentes de los DE, han contribuido a generar valor financiero gracias a su circularidad enfocada en una industria tecnológica no lineal, en especial en países desarrollados entre los que se incluyen los Estados Unidos de Norte América, dos países asiáticos de Japón y Taiwán, la Unión Europea y Canadá (11). Por otro lado, la mayoría de países en desarrollo y subdesarrollados recogen residuos electrónicos de forma no oficial, sin normativa de protección personal, dispersa e ilegal a través de empresas no especializadas, comerciantes fortuitos o entidades no gubernamentales, aproximadamente el 20% de estos desechos se recicla para recuperar materiales valiosos, empleando métodos primitivos y sin las medidas de seguridad (12).

Por otro lado, los avances tecnológicos en áreas como la gestión de datos, la automatización y el aprendizaje automático, ofrecen un gran potencial para mejorar la eficiencia en la gestión integral en el manejo de los desechos electrónicos mediante la digitalización y la Inteligencia Artificial. Este proceso permite monitorear en tiempo real y reducir el desperdicio de recursos (13).

Cabe recalcar que la generación de residuos tecnológicos (e-waste) se ha incrementado de forma alarmante, representando un grave riesgo para la salud humana y el ambiente, de la misma manera la minería urbana, implica recuperar recursos valiosos de estos desechos, se convierte en una estrategia prometedora para enfrentar estos problemas y fomentar una gestión sostenible de los recursos naturales no renovables como lo es la minería (14).

Las sustancias provenientes (DE), constituyen aproximadamente el 70 % de los contaminantes físicos y químicos liberados en el ambiente. Recientemente, los procesos de desmantelamiento y granulación se están utilizando ampliamente en diversas industrias para caracterizar diferentes tipos de metales, esto permitirá una correcta gestión de los desechos electrónicos a corto plazo (15).

Es evidente el gran desafío que compromete el manejo integral de los residuos electrónicos en primera instancia por su crecimiento y luego por los riesgos que estos representan. No obstante, con políticas y tecnologías adecuadas, los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) pueden convertirse en un recurso valioso debido a los materiales innovadores que se encuentran dentro de estos componentes como plásticos de alta tecnología. Sin embargo, estos materiales suelen gestionarse de una forma no adecuada al final de su vida útil, lo que resulta en su eliminación en vertederos no controlados en lugar de reciclarse y reincorporados a la economía circular (16).

Existen oportunidades rentables de reciclaje para los desechos electrónicos, como computadoras y teléfonos móviles, pero los televisores y sistemas estéreo más antiguos suelen ser poco rentables, por lo que conocer estas diferencias es clave para optimizar el proceso de reciclaje.

Los procedimientos actuales enfrentan desafíos como desmontaje inadecuado de componentes electrónicos, lo que interrumpe el reciclaje o emplea métodos ineficaces. Además, los residuos de fabricación, como los productos defectuosos, no se reutilizan de manera sostenible, lo que lleva a una pérdida significativa de materiales con gran potencial de ingresar a una economía circular que potencie las economías de los países en desarrollo (19), (20).

Existen tres factores claves que destacan la urgencia de tratar los desechos electrónicos que se pronuncian a continuación: su rápido aumento, los riesgos para la salud por un manejo inapropiado y los valiosos recursos que contienen, si se considera el descarte mundial de más de 50 millones de toneladas anuales, que se espera que llegue a 120 millones para 2050, es crucial implementar regulaciones y políticas eficaces para abordar los riesgos correlacionados con la salud, el ambiente y la distribución poco equitativa de los recursos económicos a nivel global (21), (22).

Adicional es importante considerar a los residuos electrónicos como una fuente secundaria de metales valiosos, como la plata, oro y bronce, que ofrece una visión de oportunidades para la minería urbana, que si los procesos son eficientes pueden extraerse de forma responsable, por lo que estos metales pueden generar beneficios ambientales, sociales e incluso económicos de comercio justo y solidario (19). Como destaca (20), en las últimas décadas, la generación global de residuos electrónicos, alcanzando una cifra de 53,6 millones de toneladas en 2019. Este aumento ha generado intensos debates sobre los riesgos, desafíos y oportunidades en la gestión de estos residuos (21), (22).

Para lo cual es esencial implementar regulaciones y políticas completas para gestionar adecuadamente el aumento de los residuos electrónicos, los principios internacionales de responsabilidad extendida del productor (REP), obligan a los fabricantes a encargarse del reciclaje y eliminación responsable de sus productos (23), para lo cual se requiere esfuerzos conjuntos entre gobiernos, sector privado y sociedad civil para concienciar, crear infraestructura de recolección e implementar sistemas efectivos de reciclaje y disposición final (24).

DISCUSIÓN

El reciclaje mecánico de plásticos que emplea técnicas como trituración, estirando, moldeo, paletizado y extrusión, constituye la base del reciclaje primario y secundario (25). Esta tecnología es eficaz solo para reciclar plásticos limpios y de un solo uso. El reciclaje secundario utiliza plástico posconsumo, mientras que el reciclaje primario requiere residuos plásticos limpios (26).

El procesamiento mecánico es fundamental en cualquier proceso de reciclaje, especialmente para los residuos electrónicos, que incluyen una mezcla compleja de materiales valiosos y peligrosos, como metales, plásticos y vidrio (27). Los plásticos en los residuos electrónicos se separan en dos etapas: la macroclasificación, que se logra mediante inspección visual para identificar el producto y la microclasificación, requiere personal especializado para identificar el tipo de polímero antes de su reciclaje (28).

De la misma manera los desechos plásticos electrónicos pueden ser incinerados para generar energía de manera adecuada. La quema de estos residuos aprovecha el alto valor energético de los polímeros, considerándolos como combustibles alternativos para la producción de energía altamente contaminante por la presencia de dioxinas y furanos, el método se utiliza comúnmente para reducir la cantidad de basura en los vertederos y recuperar parte de su energía química (29).

Además se debe considerar que los residuos electrónicos disponen en su composición materiales como el acero (47%), plásticos (21%), cobre (7%), vidrio (5%) y otros como madera y cerámica (30), adicional debido a la presencia de metales preciosos (Au, Ag, Pt, Pd, Nd) y metales peligrosos, los residuos electrónicos son frecuentemente denominados mina urbana por lo que ciudades que logran establecer modelos de gestión integral de los residuos electrónicos y eléctricos se los denomina como urbes sostenibles (31).

Los residuos electrónicos (E-waste) tienen efectos contradictorios: por un lado, ofrecen un alto valor de recuperación, pero por otro, presentan un gran riesgo de contaminación ambiental (32).

Las placas de circuito impreso (PCB) son más costosas en comparación con otros componentes de los desechos electrónicos, debido a su alta concentración de metales preciosos. Aunque representan solo entre el 3% y el 6% del peso total de los residuos electrónicos, que generan alrededor del 40% de los ingresos provenientes de la recuperación de estos materiales(33).

De la misma manera, la gestión y el reciclaje de residuos electrónicos tienen un impacto negativo en el ambiente, deteriorando la calidad del aire, el suelo y el agua, y representando amenazas para los ecosistemas acuáticos, terrestres y la salud humana (34).

Un caso típico se produce por la ingestión excesiva de cobre que puede dañar el hígado y causar irritación en la nariz y garganta, mientras que la exposición prolongada al cadmio aumenta el riesgo de daño renal, problemas musculoesqueléticos y cáncer de pulmón. Las personas expuestas al plomo, cromo, cadmio y níquel tienen un riesgo permanente de desarrollar diversos tipos de cáncer (35)

Cabe recalcar que la gestión adecuada de los residuos electrónicos es esencial para la sostenibilidad ambiental, ya que, durante su reciclaje, se extraen adicionales metales básicos como Pb, Cu, Zn, Ni, que luego se comercializan a entidades que pueden incrementar su valor. La demanda global de metales preciosos como el platino, oro, plata y paladio, así como metales básicos y minerales de tierras raras, ha aumentado debido al uso de productos electrónicos como teléfonos, computadoras y electrodomésticos (36).

Un informe de Londres indicó que la participación en el valor de los residuos electrónicos variaba entre el 85% en placas de circuito impreso (PCB) y el 93% en teléfonos móviles, siendo en su mayoría metales preciosos como platino, paladio, oro y plata, mientras que los metales básicos como hierro, cobre y aluminio representaban menos del 10% (37).

Finalmente, la incorporación de tecnologías vanguardistas permitirá alcanzar un manejo sostenible de los residuos electrónicos en estrategias de gestión formal puede mejorar considerablemente la recuperación de materiales y la protección ambiental, mismos que se agrupan en diez categorías principales de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), según se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1. Categorías de residuos electrónicos.

| No. | Categorías de residuos electrónicos | Ejemplos |
|-----|-------------------------------------|--|
| 1 | Grandes electrodomésticos | Equipos de cocina, electrodomésticos como cocinas eléctricas, microondas, lavavajillas, así como computadoras centrales, impresoras industriales y grandes dispositivos de monitoreo |

| No. | Categorías de residuos electrónicos | Ejemplos |
|-----|--|---|
| 2 | Pequeños electrodomésticos | Calculadoras, cámaras, instrumentos musicales, dispositivos de sonido, detectores de humo, termostatos, termómetros, equipos médicos y paneles solares fotovoltaicos. |
| 3 | Equipos informáticos de telecomunicaciones | Computadoras, teléfonos móviles, sistemas GPS e impresoras |
| 4 | Herramienta eléctrica y electrónica | Ventiladores, microondas, máquinas de coser eléctricas, hervidores, relojes digitales y recortadoras |
| 5 | Equipos de aligeramiento | Lámparas fluorescentes rectas y compactas, y lámparas de alta intensidad. |
| 6 | Equipos de consumo | Lámparas, tubos fluorescentes y lámparas de alta intensidad |
| 7 | Dispensadores automáticos | Máquinas dispensadoras de bebidas calientes y de monedas |
| 8 | Equipos de monitorización y control | Detectores de humo, termostatos y controladores de calefacción. |
| 10 | Juguetes, material de ocio y deportivo | trenes eléctricos, consolas de videojuegos, máquinas de ejercicios y equipos deportivos de ciclismo |

Fuente: Los autores 2024 en base a (38).

Cabe mencionar que la gestión integral de los residuos electrónicos en las urbes amazónicas del Ecuador, permitirán el auge de la industria de reciclaje bajo modelos de economía circular, esta acción creará nuevas oportunidades de negocio denominados verdes de bajo impacto ambiental y social, adicional se implementará procesos de producción más limpias y remanufacturas de aparatos electrónicos. (39) De la misma manera (40) acota, que los residuos eléctricos y electrónicos disponen de dos tipos de componentes básicos, por un lado, los metales pesados y los plásticos que pueden ingresar a los organismos por inhalación, cutánea, indigestión y parietal.

Sin embargo, se debe tomar en cuenta el diseño del producto, esto permitirá revalorar de mejor manera la reciclabilidad, en cuanto a parámetros como la calidad, caracterización, y evitar pérdidas de cuantiosos productos que pueden regresar posconsumo a la industria electrónica (41), por lo tanto, se vuelve imperativo el reciclaje de fuentes secundarias de producción de metales, que se encuentran en los aparatos electrónicos, esta acción permitirá a las empresas de producción primaria de metales alcanzar una sostenibilidad ambiental y garantizar la disponibilidad de materia prima para el sector de la industria pesada mundial (42).

Adicional, la implementación de los modelos de reciclaje permite establecer sistema integrados de gestión, que involucran la circularidad y la resiliencia como indicadores claves en el rendimiento de la gestión de residuos electrónicos este sistema permite evaluar en paralelo y en profundidad los indicadores de calidad KPI de la gestión integrar de los residuos electrónicos para casos donde los ecosistemas son muy frágiles como la selva húmeda tropical amazónica (43).

En la investigación realizada por (44), manifiesta que los dispositivos médicos una vez terminado su ciclo de vida, produce un 4.4% de gases de efecto invernadero a lo largo de toda su cadena de valor, y que las principales fuentes de contaminación ambiental es el consumo de energía y el calentamiento del recurso hídrico, cabe destacar también para los investigadores ,que una vez que llegan la tecnología médica a un proceso de obsolescencia tecnología se producen grandes cantidades de residuos plásticos y metálicos, cabe mencionar que, la creciente incorporación de la los equipos electrónicos a la vida diaria, da como resultado una tasa de crecimiento al año de residuos electrónicos de 3 a 4 % y que de esta incremento solo se recolecta un 17,4% estos contiene plástico que son eliminados a la naturaleza mediante técnicas de desmontaje de piezas, y que de no ser gestionado adecuadamente, desencadenaría un potencial riesgo por lixiviados de metales pesados como el plomo, compuestos volátiles y los microplásticos y nanoplasticos (45).

Finalmente, se observa que la implementación de modelos de gestión integral de residuos electrónicos permitirá alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible bajo criterios de ciudades resilientes, participativas y justas.

CONCLUSIONES

La producción de residuos electrónicos en la actualidad se encuentra en aumento llegando a los 53,6 millones de toneladas en 2019 y proyectándose a 74 millones para el 2030, lo que representa un desafío ambiental significativo que requiere atención urgente dentro de las políticas públicas de los gobiernos autónomos descentralizados y sus estrategias de minimización en la fuente a partir de procesos en educación ambiental resiliente.

La administración inadecuada de los residuos electrónicos puede liberar sustancias tóxicas al ambiente he ingresar a las cadenas tróficas, afectando la salud humana por situaciones de bioacumulación de metales pesados como el decremento de los ecosistemas remanentes, lo que subraya la necesidad de realizar prácticas de gestión integral en el manejo de los residuos especiales y peligrosos considerados de esta manera a nivel mundial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Masud MH, Akram W, Ahmed A, Ananno AA, Mourshed M, Hasan M, et al. Towards the effective E-waste management in Bangladesh: a review. *Environmental Science and Pollution Research*. 2019;26(2):1250-76.
2. Adenuga AA, Amos OD, Olajide OD, Eludoyin AO, Idowu OO. Environmental impact and health risk assessment of potentially toxic metals emanating from different anthropogenic

- activities related to E-wastes. Heliyon [Internet]. 1 de agosto de 2022 [citado 7 de diciembre de 2024];8(8). Disponible en: [https://www.cell.com/heliyon/abstract/S2405-8440\(22\)01584-5](https://www.cell.com/heliyon/abstract/S2405-8440(22)01584-5)
3. Cai K, Song Q, Yuan W, Yang G, Li J. Composition changes, releases, and potential exposure risk of PBDEs from typical E-waste plastics. *Journal of Hazardous Materials*. 2022;424.
 4. Elgarahy AM, Eloffy MG, Priya AK, Hammad A, Zahran M, Maged A, et al. Revitalizing the circular economy: An exploration of e-waste recycling approaches in a technological epoch. *Sustainable Chemistry for the Environment* [Internet]. 1 de septiembre de 2024 [citado 7 de diciembre de 2024];7:100124. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2949839224000671>
 5. Islam A, Hossain MB, Mondal MAH, Ahmed MT, Hossain MA, Monir MU, et al. Energy challenges for a clean environment: Bangladesh's experience. *Energy Reports* [Internet]. 1 de noviembre de 2021 [citado 7 de diciembre de 2024];7:3373-89. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484721003504>
 6. Xavier LH, Giese EC, Ribeiro-Duthie AC, Lins FAF. Sustainability and the circular economy: A theoretical approach focused on e-waste urban mining. *Resources Policy*. 2021;74.
 7. Taghvaie Nakhjiri A, Sanaeepur H, Ebadi Amooghin A, Shirazi MMA. Recovery of precious metals from industrial wastewater towards resource recovery and environmental sustainability: A critical review. *Desalination* [Internet]. 1 de abril de 2022 [citado 7 de diciembre de 2024];527:115510. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0011916421005816>
 8. Yang F, Wu Y, Zhang Q. Towards Resource Regeneration: A Focus on Copper Recovery from Electronic Waste. *Journal of Cleaner Production* [Internet]. 23 de noviembre de 2024 [citado 26 de noviembre de 2024];144286. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652624037351>
 9. Rautela R, Arya S, Vishwakarma S, Lee J, Kim KH, Kumar S. E-waste management and its effects on the environment and human health. *Science of the Total Environment*. 2021;773.
 10. Ankit, Saha L, Kumar V, Tiwari J, Sweta, Rawat S, et al. Electronic waste and their leachates impact on human health and environment: Global ecological threat and management. *Environmental Technology and Innovation*. 2021;24.
 11. Ilyas S, Srivastava RR, Kim H, Das S, Singh VK. Circular bioeconomy and environmental benignness through microbial recycling of e-waste: A case study on copper and gold restoration. *Waste Management*. 2021;121:175-85.
 12. Ahirwar R, Tripathi AK. E-waste management: A review of recycling process, environmental and occupational health hazards, and potential solutions. *Environmental Nanotechnology, Monitoring and Management*. 2021;15.

13. Zheng J, Wang X. Can mobile information communication technologies (ICTs) promote the development of renewables?-evidence from seven countries. *Energy Policy* [Internet]. 1 de febrero de 2021 [citado 26 de noviembre de 2024];149:112041. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421520307527>
14. Ouro-Salim O. Urban mining of e-waste management globally: Literature review. *Cleaner Waste Systems* [Internet]. 1 de diciembre de 2024 [citado 7 de diciembre de 2024];9:100162. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772912524000344>
15. Bayon LLE, Ballesteros FC, Choi AES, Garcia-Segura S, Lu MC. Remediation of cobalt from semiconductor wastewater in the frame of fluidized-bed homogeneous granulation process. *Journal of Environmental Chemical Engineering* [Internet]. 1 de octubre de 2021 [citado 7 de diciembre de 2024];9(5):105936. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213343721009131>
16. Tesfaye F, Lindberg D, Hamuyuni J, Taskinen P, Hupa L. Improving urban mining practices for optimal recovery of resources from e-waste. *Minerals Engineering*. 2017;111:209-21.
17. Kumar R, Chakraborty S, Chakraborty P, Nayak J, Liu C, Ali Khan M, et al. Sustainable recovery of high-valued resources from spent lithium-ion batteries: A review of the membrane-integrated hybrid approach. *Chemical Engineering Journal*. 2023;470.
18. Zeng X, Mathews JA, Li J. Urban Mining of E-Waste is Becoming More Cost-Effective Than Virgin Mining. *Environmental Science and Technology*. 2018;52(8):4835-41.
19. Oestreicher V, García CS, Pontiggia R, Rossi MB, Angelomé PC, Soler-Illia GJAA. E-waste upcycling for the synthesis of plasmonic responsive gold nanoparticles. *Waste Management*. 2020;117:9-17.
20. Lopes dos Santos K. Unequal geographies of urban mining: E-waste management in London, Sao Paulo and Accra. *Environment and Planning E: Nature and Space*. 2023;6(3):1874-88.
21. Ottoni M, Dias P, Xavier LH. A circular approach to the e-waste valorization through urban mining in Rio de Janeiro, Brazil. *Journal of Cleaner Production* [Internet]. 10 de julio de 2020 [citado 7 de diciembre de 2024];261:120990. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652620310374>
22. Bonoli A, Boninsegni W, Foschi E. Valorization of rare earth elements from end-of-life fluorescent lamps: A contribution to urban mining. *Detritus*. 2021;15:67-77.
23. Ismail H, Hanafiah MM. A review of sustainable e-waste generation and management: Present and future perspectives. *Journal of Environmental Management*. 2020;264.
24. Guarnieri P, Vieira BDO, Cappellesso G, Alfinito S, Silva LCE. Analysis of Habits of Consumers Related to e-Waste Considering the Knowledge of Brazilian National Policy of Solid Waste:

- A Comparison among White, Green, Brown and Blue Lines. *Sustainability (Switzerland)*. 2022;14(18).
25. Mirkarimi SMR, Bensaid S, Chiaramonti D. Conversion of mixed waste plastic into fuel for diesel engines through pyrolysis process: A review. *Applied Energy*. 2022;327.
 26. Das P, Gabriel JCP, Tay CY, Lee JM. Value-added products from thermochemical treatments of contaminated e-waste plastics. *Chemosphere*. 2021;269.
 27. Sahajwalla V, Gaikwad V. The present and future of e-waste plastics recycling. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*. 2018;13:102-7.
 28. Jaidev K, Biswal M, Mohanty S, Nayak SK. Sustainable Waste Management of Engineering Plastics Generated from E-Waste: A Critical Evaluation of Mechanical, Thermal and Morphological Properties. *Journal of Polymers and the Environment*. 2021;29(6):1763-76.
 29. Lange JP. Managing Plastic Waste-Sorting, Recycling, Disposal, and Product Redesign. *ACS Sustainable Chemistry and Engineering*. 2021;9(47):15722-38.
 30. Liu K, Tan Q, Yu J, Wang M. A global perspective on e-waste recycling. *Circular Economy*. 2023;2(1).
 31. Yao Z, Reinmöller M, Ortuño N, Zhou H, Jin M, Liu J, et al. Thermochemical conversion of waste printed circuit boards: Thermal behavior, reaction kinetics, pollutant evolution and corresponding controlling strategies. *Progress in Energy and Combustion Science*. 2023;97.
 32. Yang WD, Sun Q, Ni HG. Cost-benefit analysis of metal recovery from e-waste: Implications for international policy. *Waste Management [Internet]*. 15 de marzo de 2021 [citado 7 de diciembre de 2024];123:42-7. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X21000349>
 33. Maurice AA, Dinh KN, Charpentier NM, Brambilla A, Gabriel JP. Dismantling of printed circuit boards enabling electronic components sorting and their subsequent treatment open improved elemental sustainability opportunities. *Sustainability (Switzerland)*. 2021;13(18).
 34. Gangwar C, Choudhari R, Chauhan A, Kumar A, Singh A, Tripathi A. Assessment of air pollution caused by illegal e-waste burning to evaluate the human health risk. *Environment International*. 2019;125:191-9.
 35. Brindhadevi K, Barceló D, Lan Chi NT, Rene ER. E-waste management, treatment options and the impact of heavy metal extraction from e-waste on human health: Scenario in Vietnam and other countries. *Environmental Research*. 2023;217.
 36. Rene ER, Sethurajan M, Kumar Ponnusamy V, Kumar G, Bao Dung TN, Brindhadevi K, et al. Electronic waste generation, recycling and resource recovery: Technological perspectives and trends. *Journal of Hazardous Materials*. 2021;416.

37. Mairizal AQ, Sembada AY, Tse KM, Rhamdhani MA. Electronic waste generation, economic values, distribution map, and possible recycling system in Indonesia. *Journal of Cleaner Production*. 2021;293.
38. Liu K, Tan Q, Yu J, Wang M. A global perspective on e-waste recycling. *Circular Economy*. 2023;2(1).
39. Deng Y, Wu W, Zhang X, Li S, Song X, Wang J. Overview of China's Waste Electrical and Electronic Equipment Recycling in the Last Two Decades. *Sustainability*. enero de 2024;16(23):10683.
40. Li B, Liu D, Zhang L, Wu Y, Ding X, Zeng X. Challenges of E-Waste Dismantling in China. *Toxics*. diciembre de 2024;12(12):867.
41. Hämmer M, Wambach K. Methodology and Database for the Quantification of the Technical Recyclability of Electrical and Electronical Equipment Demonstrated on a Smartphone Case Study. *Sustainability*. enero de 2024;16(19):8726.
42. Torrubia J, Torres C, Valero A, Valero A, Mahmud Parvez A, Sajjad M, et al. Applying Circular Thermoconomics for Sustainable Metal Recovery in PCB Recycling. *Energies*. enero de 2024;17(19):4973.
43. Lounis S, Koukopoulos A, Farmakis T, Aryblia M. Evaluation Methodology for Circular and Resilient Information Systems. *Applied Sciences*. enero de 2024;14(17):8089.
44. Montesinos L, Checa Rifá P, Rifá Fabregat M, Maldonado-Romo J, Capacci S, Maccaro A, et al. Sustainability across the Medical Device Lifecycle: A Scoping Review. *Sustainability*. enero de 2024;16(4):1433.
45. Prata JC. The Environmental Impact of E-Waste Microplastics: A Systematic Review and Analysis Based on the Driver–Pressure–State–Impact–Response (DPSIR) Framework. *Environments*. febrero de 2024;11(2):30.

SISTEMA DE RECAUDACIÓN OBSOLETO Y SU INCIDENCIA EN LA CARTERA VENCIDA DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE ARCHIDONA

OBSOLETE COLLECTION SYSTEM AND ITS IMPACT ON THE OVERDUE PORTFOLIO OF THE MUNICIPAL DECENTRALIZED AUTONOMOUS GOVERNMENT OF ARCHIDONA

Sara Lissette Delgado Valle¹, Cintya Lisbeth Tello Núñez²

{sara.delgado@unach.edu.ec¹, cintya.tello@unach.edu.ec²}

Fecha de recepción: 23/12/2024 / Fecha de aceptación: 03/01/2025 / Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: Este estudio se centra en el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Archidona, donde se ha identificado un sistema de recaudación anticuado que afecta negativamente la gestión financiera. Antecedentes como los estudios de Casco y Moran (2020) resaltan la necesidad de modernizar estos sistemas en gobiernos locales para optimizar ingresos. El problema de investigación radica en determinar si el uso de un sistema obsoleto incide en el incremento de la cartera vencida, que afecta la capacidad de financiamiento de proyectos locales. El principal del estudio es proponer un modelo de mejoramiento continuo para optimizar el proceso de recaudación. La metodología empleada es de enfoque mixto, combinando métodos cualitativos y cuantitativos, incluyendo encuestas a dieciocho contribuyentes y entrevistas a seis servidores de la Dirección Financiera, lo que permitió un análisis descriptivo y comparativo de la situación actual. Los resultados revelan que el 72.22% de los encuestados considera que la información sobre montos y fechas de pago es "poco clara" o "nada clara", lo que indica un déficit en la comunicación del GAD Municipal. Además, se identificaron limitaciones como la falta de integración de sistemas y equipos obsoletos, que contribuyen al aumento de la cartera vencida. En conclusión, el estudio confirma que un sistema de recaudación obsoleto influye significativamente en el incremento de la cartera vencida. Por lo cual, se proponen mejoras como la capacitación del personal, la implementación de métodos de pago en línea y la modernización tecnológica, con el fin de mejorar la eficiencia en la gestión de cobros y reducir la morosidad.

Palabras clave: *Modelo de cobranza, automatización, segmentación, capacitación, comunicación, eficiencia*

¹Ingeniera Comercial. Directora Financiera en GAD Municipal, Napo-Ecuador. <https://orcid.org/0009-0003-9427-8504>.

²Máster en Contabilidad y Auditoría, Ingeniera en Contabilidad y Auditoría CPA. Docente en Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba-Ecuador. <http://orcid.org/0009-0008-8045-6273>.

ABSTRACT: This study focuses on the Municipal Decentralized Autonomous Government of Archidona canton, where an outdated collection system has been identified that negatively affects financial management. Background information such as the studies by Casco and Moran (2020) highlight the need to modernize these systems in local governments to optimize revenues. The research problem lies in determining whether the use of an obsolete system affects the increase in the overdue portfolio, which affects the financing capacity of local projects. The main objective of the study is to propose a continuous improvement model to optimize the collection process. The methodology used is a mixed approach, combining qualitative and quantitative methods, including surveys of eighteen taxpayers and interviews with six employees of the Financial Directorate, which allowed a descriptive and comparative analysis of the current situation. The results reveal that 72.22% of respondents consider that the information on amounts and payment dates is "unclear" or "not at all clear", which indicates a deficit in the communication of the Municipal GAD. In addition, limitations were identified, such as the lack of integration of obsolete systems and equipment, which contribute to the increase in the overdue portfolio. In conclusion, the study confirms that an obsolete collection system significantly influences the increase in the overdue portfolio. Therefore, improvements are proposed, such as staff training, the implementation of online payment methods and technological modernization, in order to improve the efficiency of collection management and reduce late payments.

Keywords: Collection Model, automation, segmentation, training, communication, efficiency

INTRODUCCIÓN

El adecuado manejo de los ingresos municipales es una pieza clave para garantizar el cumplimiento de las funciones asignadas a los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD). Sin embargo, cuando los sistemas de recaudación utilizados carecen de actualización tecnológica y operativa, se generan desafíos significativos que afectan la sostenibilidad financiera y limitan la capacidad de ejecución de proyectos prioritarios. Este es el caso del GAD Municipal de Archidona, donde un sistema de recaudación obsoleto ha contribuido al aumento sostenido de la cartera vencida, afectando directamente la gestión financiera de la institución.

La problemática se agrava por la falta de mecanismos modernos de control y cobranza que permitan mitigar los niveles de morosidad. (1), los sistemas de recaudación deben estar alineados con principios de gestión que faciliten la identificación temprana de riesgos y aseguren un flujo constante de ingresos. En ausencia de estas estrategias, la institución enfrenta mayores dificultades para recuperar pagos pendientes y garantizar la estabilidad de su presupuesto.

Entre los factores que explican esta situación se encuentran procesos administrativos lentos, bases de datos desactualizadas y una infraestructura tecnológica insuficiente, lo que limita la eficiencia en la cobranza y contribuye al crecimiento de la cartera vencida. Esta tendencia no solo impacta en la capacidad operativa del GAD, sino que también pone en riesgo la percepción ciudadana sobre la gestión institucional y su compromiso con el desarrollo local.

Por lo tanto, el presente análisis busca explorar en profundidad cómo la obsolescencia del sistema de recaudación afecta la cartera vencida del GAD Municipal de Archidona y proponer estrategias que permitan fortalecer su gestión financiera, promoviendo una recaudación más eficiente y una mejor asignación de recursos para el beneficio de la comunidad.

El manejo eficiente de los sistemas de recaudación tributaria es esencial para la sostenibilidad financiera de los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD), ya que permite garantizar la ejecución de proyectos y servicios fundamentales para las comunidades. No obstante, el uso de sistemas obsoletos puede generar una serie de problemas que impactan negativamente la gestión financiera, como la dificultad para realizar un control adecuado, el aumento de la cartera vencida y la disminución en el cumplimiento presupuestario, según León y Espinoza (2).

En el caso del GAD Municipal del cantón Archidona, la obsolescencia del sistema de recaudación ha limitado la capacidad de la institución para gestionar los cobros de manera eficiente. Esta problemática ha generado un incremento en la cartera vencida, comprometiendo la capacidad financiera del GAD para ejecutar proyectos de inversión y cumplir con su planificación presupuestaria.

Estudios previos como el de Casco y Moran (3) han señalado la importancia de modernizar los sistemas de recaudación en los gobiernos locales para optimizar sus ingresos. Hidalgo (4), en su investigación sobre Impuestos en el Ecuador: sistema tributario y opciones para elevar los ingresos permanentes del fisco, concluye que la actualización tecnológica mejora los procesos administrativos y reduce la cartera vencida en un promedio del 35% (p.52). Por otro lado, López (5) sostiene que la implementación de modelos de gestión basados en mejoramiento continuo en municipios ecuatorianos incrementó la eficiencia del cobro en un 25%, fortaleciendo la planificación presupuestaria.

Con base en estas referencias, la presente investigación busca determinar si el uso de un sistema obsoleto incide en el incremento de la cartera vencida del GAD Municipal del cantón Archidona. Para ello, se evaluará el sistema de recaudación vigente para identificar sus falencias, se analizará la cartera vencida para medir su impacto en el presupuesto, y se diseñará un modelo de gestión de cobranza que permita reducir la cartera vencida, optimizando así los recursos financieros del GAD.

En este contexto, pretende comprobar la hipótesis alternativa planteada “El sistema de recaudación obsoleto influye significativamente en el incremento de la cartera vencida del GAD Municipal del cantón Archidona” y a su vez, rechazar la hipótesis nula que establece: “El sistema de recaudación obsoleto no influye en el incremento de la cartera vencida del GAD Municipal del cantón Archidona”.

Asimismo, el estudio se enmarca en proponer soluciones concretas que permitan modernizar el sistema de recaudación, con el fin de mejorar la gestión financiera del GAD Municipal y garantizar el cumplimiento de su planificación presupuestaria en beneficio de la comunidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología empleada en esta investigación se basó en un enfoque mixto, integrando métodos cualitativos y cuantitativos. El diseño de la investigación fue descriptivo y analítico, con el propósito de evaluar de manera precisa el impacto del sistema obsoleto de recaudación tributaria en la cartera vencida del GAD Municipal del cantón Archidona y proponer estrategias de mejora continua.

En primer lugar, se utilizó el método descriptivo, que de acuerdo con Hernández et al. (6), se enfoca en especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Este método se utiliza para describir tendencias, patrones y relaciones existentes entre variables, sin manipularlas, con el objetivo de proporcionar una visión detallada de la realidad estudiada.

Este permitió conocer y detallar el estado actual del sistema de recaudación y la cartera vencida del GAD Municipal. A través de encuestas aplicadas a 18 contribuyentes y entrevistas realizadas a 6 servidores de la Dirección Financiera, se recopiló información clave sobre las falencias en los procesos de cobro, la actualización de la base de datos de los contribuyentes, y la eficiencia de las prácticas de gestión de cobranza. Este enfoque permitió construir un panorama claro y detallado del sistema operativo actual y su impacto en los ingresos del municipio.

En segundo lugar, se aplicó el método analítico, según Hernández et al. (6), se centra en descomponer un fenómeno, objeto o situación en sus partes fundamentales para examinar cada una de ellas de manera detallada e individual. Este proceso permite comprender las relaciones internas, las causas y las consecuencias de cada componente, con el objetivo de obtener una visión más profunda y estructurada del fenómeno en su conjunto.

El método se aplicó para procesar los datos obtenidos a través de encuestas y entrevistas. El análisis de la información se centró en identificar las debilidades en el sistema de recaudación, específicamente en cuanto a la falta de actualización de la base de datos y la vulnerabilidad del sistema ante modificaciones manuales. También se evaluaron las consecuencias de la cartera vencida en el presupuesto municipal, midiendo su incidencia en el flujo de caja y la capacidad de financiamiento de los proyectos locales.

El enfoque metodológico fue mixto, ya que combinó tanto la recopilación de datos cuantitativos a través de encuestas, como cualitativos mediante las entrevistas. Las mismas fueron validadas asegurando que los datos recopilados sean precisos, confiables y útiles para el análisis y la interpretación de los resultados, siguiendo el proceso adecuado para la obtención de datos de calidad, mediante la: definición de objetivos, diseño de encuestas y entrevista, análisis de fiabilidad y análisis de datos.

Las encuestas permitieron obtener información estadística sobre la percepción de los contribuyentes con respecto al sistema de recaudación y su disposición para mejorar la gestión del pago de tributos. Por otro lado, las entrevistas con los servidores de la Dirección Financiera proporcionaron una perspectiva más profunda sobre los retos operativos y las posibles soluciones desde el interior de la entidad.

En cuanto a los instrumentos de recolección de datos, se elaboraron dos cuestionarios semi estructurados bajo las técnicas de encuesta y entrevista.

La encuesta incluyó un cuestionario de 7 preguntas, aplicado a 18 contribuyentes del cantón Archidona, combinando preguntas cerradas y abiertas para evaluar la percepción de los usuarios sobre el sistema de recaudación y las barreras que enfrentan al cumplir con sus obligaciones tributarias. Por otro lado, las entrevistas se realizaron mediante un cuestionario de 10 preguntas dirigido a 6 servidores de la Dirección Financiera permitiendo profundizar en el análisis de los procesos internos de cobro, la actualización de la base de datos y la gestión de la cartera vencida.

Tabla 1. Población de estudio.

| Población | Instrumentos |
|--|--|
| 18 Contribuyentes | Encuesta a Contribuyentes |
| Seleccionados en base a su relación con la cartera vencida | (Cuestionario con preguntas cerradas y abiertas sobre el sistema de recaudación y la cartera vencida) |
| 6 Servidores de la Dirección Financiera | Entrevista a Servidores |
| Seleccionados en base a su vinculación con la gestión de cobranza y recaudación tributaria | (Entrevista estructurada sobre los procesos internos, actualización de la base de datos y gestión de la cartera vencida) |

Fuente: GAD Municipal cantón Archidona.

Los datos obtenidos de las encuestas fueron procesados de forma manual en Hojas de Cálculo y analizados de forma descriptiva, utilizando frecuencias y porcentajes para

representar la percepción de los contribuyentes. Las entrevistas fueron procesadas cualitativamente, permitiendo identificar patrones y correlaciones entre las respuestas de los empleados sobre las falencias del sistema y las implicaciones para la gestión de la cobranza.

Para evaluar las hipótesis planteadas, se realizó un análisis comparativo entre el estado actual del sistema y las propuestas de mejora, determinando si un cambio en el sistema de recaudación tributaria permitiría mejorar la eficiencia en la recolección de tributos y reducir la cartera vencida.

De esta manera, la investigación proporciona una visión clara del impacto de un sistema obsoleto en la cartera vencida, y con base en los resultados obtenidos, se podrá diseñar un modelo de mejoramiento continuo para optimizar la gestión del GAD Municipal de Archidona.

RESULTADOS

En la siguiente sección de resultados se presentan y detallan los hallazgos obtenidos a través de las encuestas aplicadas a los contribuyentes y las entrevistas realizadas al personal de la Dirección Financiera del GAD Municipal del cantón Archidona. Los datos recopilados se han analizado en función de los objetivos establecidos en esta investigación, los cuales buscan determinar si el uso de un sistema obsoleto influye en el incremento de la cartera vencida y proponer opciones de mejora para optimizar la recaudación tributaria.

A través de un análisis descriptivo y comparativo, se identificaron las falencias en el proceso de recaudación, el impacto de la cartera vencida en el presupuesto y se formularon recomendaciones para implementar un modelo de mejoramiento continuo que permita reducir la morosidad y mejorar la eficiencia en la gestión de cobros.

Tabla 2. Resultados de la entrevista.

| Pregunta | Respuestas | Diagnóstico |
|---|--|--|
| 1. ¿Cuál considera es la principal fortaleza del sistema de recaudación actual del GAD Municipal? | Sistema fácil de usar y rápido. Permite ingresar información en cualquier momento. | El sistema tiene fortalezas individuales, pero carece de integración, lo que dificulta su uso colectivo y no responde a las necesidades del GAD. |
| 2. ¿Qué limitaciones o problemas recurrentes se han identificado en el sistema de recaudación utilizado? | Falta de integración con otros sistemas. Equipos obsoletos y falta de personal. Procesos manuales y errores de carga de datos. | Las limitaciones incluyen la falta de integración, equipos obsoletos y procesos manuales, lo que retrasa la recaudación y genera errores. |

| | | |
|---|---|--|
| 3. ¿Cómo afectan estas limitaciones a la recaudación y al cumplimiento de las metas presupuestarias de la entidad? | Generación de cartera vencida. Dificultades para procesar pagos rápidos. Falta de sincronización de registros. | Las limitaciones afectan directamente la recaudación, incrementando la morosidad y dificultando los cobros oportunos. |
| 4. ¿Qué porcentaje de la cartera vencida representa los ingresos totales del GAD Municipal? | Desconocimiento general sobre el porcentaje exacto. | La mayoría de los participantes no tiene conocimiento sobre el porcentaje de cartera vencida en relación con los ingresos. |
| 5. ¿Qué estrategias actuales utilizan en la entidad para gestionar y reducir la cartera vencida? | Campañas visuales y radiales. Llamadas telefónicas. Planes en proceso, pero aún no socializados. | Las estrategias son limitadas, no están completamente implementadas ni socializadas, lo que afecta su eficacia. |
| 6. ¿Cuáles han sido los resultados más destacados o los mayores retos de estas estrategias? | Falta de estrategias definidas. Expectativa de reducción de cartera vencida del 5%. Gradual acercamiento de contribuyentes. | Los resultados de las estrategias actuales son limitados y la reducción de la cartera vencida aún no se ha alcanzado debido a la falta de implementación efectiva. |

Fuente: Servidores de la Dirección Financiera- GAD Municipal cantón Archidona.

El análisis de los resultados muestra que, aunque el sistema de recaudación del GAD Municipal de Archidona tiene algunas fortalezas operativas, como la facilidad de uso y la capacidad de generar reportes rápidos, estas no son suficientes para satisfacer las necesidades institucionales. Las principales limitaciones incluyen la falta de integración con otros sistemas, la obsolescencia tecnológica y la necesidad de procesos manuales, lo que afecta la eficiencia y precisión en la recaudación. Estas fallas contribuyen a una alta cartera vencida, dificultando el cumplimiento de metas presupuestarias.

Las estrategias actuales para reducir la morosidad, como campañas de concienciación y llamadas telefónicas, son insuficientes y carecen de un enfoque estructurado. Además, la falta de conocimiento sobre el porcentaje de cartera vencida refleja una deficiencia en la gestión de la información. Se requiere una actualización tecnológica y una mejor integración de los sistemas, así como estrategias más efectivas para combatir la morosidad. Esto mejoraría significativamente la eficiencia del sistema y el cumplimiento de las obligaciones fiscales.

Tabla 3. Mención de aspectos, opciones, frecuencias y porcentajes.

| Aspecto | Opciones | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|---|--------------------------|-------------------|-----------------------|
| Frecuencia de pagos | Mensualmente | 7 | 38,89 |
| | Cuando es requerido | 8 | 44,44 |
| | Anualmente | 3 | 16,67 |
| Facilidad de uso del sistema | Muy difícil | 6 | 33,33 |
| | Difícil | 4 | 22,22 |
| | Fácil | 7 | 38,89 |
| | Muy fácil | 1 | 5,56 |
| Medios de pago utilizados | Ventanilla (efectiva) | 12 | 66,67 |
| | Pago en línea | 4 | 22,22 |
| | Transferencia bancaria | 2 | 11,11 |
| Inconvenientes en los pagos | Si | 17 | 94,44 |
| | No | 1 | 5,56 |
| Eficiencia del sistema | Totalmente en desacuerdo | 7 | 38,89 |
| | En desacuerdo | 8 | 44,44 |
| | De acuerdo | 1 | 5,56 |
| | Totalmente de acuerdo | 2 | 11,11 |
| Claridad de información de pagos | Nada claro | 7 | 38,89 |
| | Poco claro | 6 | 33,33 |
| | Clara | 3 | 16,67 |
| | Muy claro | 2 | 11,11 |
| Totales | | 18 | 100% |

Fuente: Contribuyentes- GAD Municipal cantón Archidona.

La aplicación de la encuesta a usuarios (contribuyentes) del GAD Municipal revela varios aspectos clave sobre la experiencia de los usuarios con el sistema de recaudación, destacándose tanto fortalezas como áreas de mejora.

En cuanto a la frecuencia de pagos, la mayoría de los participantes realiza pagos cuando es requerido (44.44%), seguido de los que lo hacen mensualmente (38.89%). Solo un pequeño porcentaje lo hace anualmente (16.67%). Respecto a la facilidad de uso del sistema de recaudación, la percepción es negativa, ya que un 33.33% lo considera "muy difícil", y un 22.22% lo califica como "difícil". Solo un 5.56% lo ve como "muy fácil", lo que indica que el sistema presenta barreras de usabilidad para los contribuyentes.

En cuanto a los medios de pago utilizados, la mayoría realiza sus pagos en efectivo en ventanilla (66.67%), seguidos por aquellos que prefieren el pago en línea (22.22%) o por transferencia bancaria (11.11%). Un 94.44% de los participantes ha tenido inconvenientes al realizar sus pagos, lo que refleja una experiencia insatisfactoria con el sistema actual.

En relación con la eficiencia del sistema, una gran mayoría (77.78%) no considera que el sistema sea eficiente para evitar retrasos en los pagos, ya que el 38.89% está totalmente en desacuerdo con esta afirmación y un 44.44% está en desacuerdo. Solo un 5.56% está de acuerdo, lo que señala una gran deficiencia en la eficiencia del sistema.

En cuanto a la claridad de la información sobre pagos, un 38.89% de los usuarios encuentra la información proporcionada por el GAD Municipal "nada clara", y un 33.33% la considera "poco clara".

Esto resalta una falta de comunicación efectiva sobre los montos y fechas de pago, lo que podría generar confusión y retrasos en los pagos. Las sugerencias de mejora de los usuarios apuntan a mejorar el servicio al cliente y capacitar al personal (con varias menciones sobre la necesidad de que quienes estén en ventanilla sean más preparados).

También se menciona la necesidad de mejorar el sistema, generar facturas a tiempo, cambiar de personal y mejorar la coordinación y la información hacia los contribuyentes. Además, se sugiere la implementación de más métodos de pago en línea y mecanismos tecnológicos para facilitar el proceso de pago.

En resumen, los resultados muestran una gran insatisfacción con la actual estructura del sistema de recaudación, particularmente en lo que respecta a la facilidad de uso, la eficiencia y la claridad de la información. Las sugerencias de mejora se centran en la capacitación del personal, la mejora del sistema y la ampliación de las opciones de pago en línea.

Tabla 4. Modelo de gestión de cobranza para disminuir la cartera vencida.

| Aspecto | Descripción | Acciones Propuestas | Objetivos específicos | Indicadores de Éxito | Medio de verificación | Responsable |
|---|--|--|--|--|----------------------------------|-----------------------------------|
| Diagnóstico de la Situación Actual | Identificación de la cantidad y causas de la cartera vencida. | <ul style="list-style-type: none"> - Realizar un análisis detallado de los saldos vencidos. - Identificar las causas de morosidad (internas y externas). | <ul style="list-style-type: none"> - Establecer una línea base de la cartera vencida. - Detectar las principales causas de incumplimiento. | <ul style="list-style-type: none"> - Porcentaje de cuentas vencidas. - - Identificación de causas comunes de morosidad. | Informe de situación actual | Dirección Financiera |
| Segmentación de Deudores | Clasificación de los deudores en función del riesgo y comportamiento de pago. | <ul style="list-style-type: none"> - Segmentar clientes en grupos: bajo, medio y alto riesgo. - Aplicar estrategias diferenciadas según el grupo. | <ul style="list-style-type: none"> - Disminuir el riesgo de incobrabilidad. - Priorizar los cobros según el riesgo. | <ul style="list-style-type: none"> - Número de cuentas segmentadas y gestionadas adecuadamente. | Informe de segmentación | Unidad de Coactivas |
| Métodos de Contacto y Gestión | Definir los medios y métodos de contacto para realizar cobros, priorizando la comunicación efectiva. | <ul style="list-style-type: none"> - Usar recordatorios por correo, llamadas y mensajes automatizados. - Programar visitas personales a alto riesgo. | <ul style="list-style-type: none"> - Aumentar la efectividad en la recuperación de deuda. - Mejorar la comunicación con los deudores. | <ul style="list-style-type: none"> - Tasa de contacto exitosa. - Porcentaje de cobros realizados. | Registro de contactos realizados | Unidad de Rentas |
| Condiciones de pago | Proponer alternativas de pago que sean atractivas y viables para los deudores. | <ul style="list-style-type: none"> - Ofrecer descuentos por pago anticipado. - Facilitar plazos extendidos. - Proponer pagos parciales. | <ul style="list-style-type: none"> - Reducir la morosidad mediante condiciones favorables. - - Incrementar pagos a tiempo. | <ul style="list-style-type: none"> - Porcentaje de deudores que aceptan nuevas condiciones de pago. | Contratos modificados o firmados | Dirección de Procuraduría Síndica |


SISTEMA DE RECAUDACIÓN OBSOLETO Y SU INCIDENCIA EN LA CARTERA VENCIDA DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE ARCHIDONA

| | | | | | | |
|---------------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Monitoreo y seguimiento | Establecer un sistema de seguimiento y monitoreo constante de las cuentas vencidas. | - Implementar alertas automáticas para cartera vencida. - Realizar seguimiento continuo a deudores con mora. | - Mejorar la eficiencia en el proceso de cobranza. - Mantener actualizada la información de cuentas. | - Tasa de seguimiento a cuentas vencidas. - Tiempo promedio de seguimiento. | Sistema de alertas implementado | Dirección Financiera |
| Capacitación del personal | Entrenar al personal encargado de la cobranza para mejorar su eficiencia y enfoque en resultados. | - Realizar talleres de técnicas de cobranza y manejo de objeciones. - Capacitar en nuevas herramientas tecnológicas. | - Mejorar la capacidad de recuperación de la deuda. - Aumentar la calidad del servicio de cobranza. | - Número de capacitaciones realizadas. - Porcentaje de personal capacitado. | Certificados de participación | Subdirección de Talento Humano y Dirección Financiera |
| Incentivos y penalizaciones | Establecer incentivos para empleados de cobranza y penalizaciones para deudores morosos. | - Proponer bonificaciones por cumplimiento de metas. - Implementar penalizaciones por pagos atrasados. | - Motivar al personal para mejorar el rendimiento. - Incentivar el pago oportuno de deudores. | - Número de incentivos entregados. - Porcentaje de penalizaciones aplicadas. | Propuesta de Ordenanza para el establecimiento de incentivos y penalizaciones | Unidad de Coactivas y Dirección Financiera |
| Evaluación y Ajustes Continuos | Realizar evaluaciones periódicas del desempeño de las estrategias de cobranza. | - Revisar resultados mensualmente. - Ajustar estrategias según el desempeño. | - Garantizar la efectividad del modelo de cobranza a largo plazo. - Identificar oportunidades de mejora. | - Porcentaje de mejora en la cobranza. - Número de ajustes realizados. | Informes mensuales y ajustes implementados | Dirección Financiera |

La matriz presentada establece un plan estratégico para mejorar la gestión de cobranza y reducir la cartera vencida en una entidad, en este caso el GAD Municipal, a través de diversas áreas clave. El diagnóstico inicial implica identificar la cantidad y las causas de la

cartera vencida, realizando un análisis detallado de los saldos vencidos y los factores internos y externos que contribuyen a la morosidad.

Este análisis permite establecer una línea base para abordar el problema y detectar las principales causas de incumplimiento. Los indicadores de éxito incluyen el porcentaje de cuentas vencidas y la identificación de las causas comunes de morosidad, lo que proporciona una visión clara de la magnitud y los orígenes del problema.

La segmentación de los deudores es otro aspecto clave, ya que permite clasificar a los deudores según su riesgo y comportamiento de pago. Al segmentar en grupos de bajo, medio y alto riesgo, se pueden aplicar estrategias diferenciadas, lo que facilita priorizar los cobros y disminuir el riesgo de incobrabilidad.

El éxito se medirá a través del número de cuentas segmentadas y gestionadas adecuadamente. En cuanto a los métodos de contacto y gestión, se define un enfoque multicanal que incluye correos electrónicos, llamadas telefónicas, mensajes automatizados y visitas personales a los deudores de alto riesgo. Esto busca aumentar la efectividad en la recuperación de deuda y mejorar la comunicación, con indicadores como la tasa de contacto exitoso y el porcentaje de cobros realizados a través de diferentes canales.

En lo que respecta a las condiciones de pago, se propone ofrecer alternativas flexibles como descuentos por pago anticipado, plazos extendidos y pagos parciales, con el fin de reducir la morosidad y aumentar el porcentaje de pagos a tiempo. El indicador clave aquí es el porcentaje de deudores que aceptan las nuevas condiciones de pago, lo que refleja la efectividad de las alternativas propuestas.

El monitoreo y seguimiento constante de las cuentas vencidas es esencial para garantizar que ninguna cuenta quede desatendida. Se implementarán alertas automáticas y un seguimiento continuo, con indicadores como la tasa de seguimiento y el tiempo promedio de seguimiento por cuenta, lo que mejorará la eficiencia del proceso de cobranza.

La capacitación del personal es un pilar fundamental para mejorar la eficiencia de la cobranza. Se propone realizar talleres de capacitación en técnicas de cobranza, manejo de objeciones y el uso de nuevas herramientas tecnológicas (Nieto, 2020) (7). El objetivo es mejorar la capacidad de recuperación de la deuda y aumentar la calidad del servicio, con indicadores como el número de capacitaciones realizadas y el porcentaje de personal capacitado. De acuerdo con Montañó et al. (2023) (8).

“Los incentivos y penalizaciones también juegan un papel importante, ya que se establecerán bonificaciones para el personal que cumpla con las metas y penalizaciones para los deudores morosos” (p.3). Esto motiva tanto al personal como a los deudores a cumplir con sus responsabilidades, y se medirá a través del número de incentivos entregados y el porcentaje de penalizaciones aplicadas (Obando, 2020) (9).

DISCUSIÓN

En este apartado se presenta el análisis y se contrastan los resultados obtenidos de la encuesta y entrevistas realizadas a los usuarios del sistema de recaudación del GAD Municipal y las teorías de autores sobre gestión de servicios y satisfacción del cliente.

Según la encuesta, el 44.44% de los participantes realiza el pago cuando es requerido, seguido del 38.89% que lo hace mensualmente. El 66.67% de los participantes paga en efectivo en ventanilla, lo que refleja una dependencia significativa de los métodos tradicionales de pago.

Toalombo y Cárdena (2023) (10) indican que la disponibilidad y la accesibilidad de los métodos de pago son claves en la satisfacción del cliente en el contexto de servicios. En este caso, el predominio del pago en efectivo sugiere una limitación en las opciones tecnológicas disponibles para los usuarios, lo cual podría deberse a una infraestructura tecnológica deficiente o a la falta de confianza en los sistemas en línea. Según Vallejo (2023) (11), la fiabilidad del servicio (en este caso, del sistema de recaudación) es fundamental para generar confianza y lealtad, lo que en este caso parece no estar siendo alcanzado.

Un 66.66% de los participantes considera que el sistema de recaudación es "muy difícil" o "difícil" de usar, lo cual resalta un problema serio en la experiencia de usuario. Los participantes mencionan fallas recurrentes y dificultades para navegar por el sistema, lo cual es coherente con los comentarios de las entrevistas.

La teoría de Shostack (citada por Viladàs, 2020) (12) sobre la gestión de servicios sostiene que la facilidad de uso de un sistema es un factor crítico en la experiencia del cliente. Según este autor, los servicios orientados al cliente deben estar diseñados para facilitar la interacción y reducir la complejidad.

La alta tasa de dificultad percibida por los usuarios podría ser atribuida a una mala implementación de la interfaz de usuario o la ineficiencia tecnológica, lo que impacta directamente en la experiencia de pago. Este hallazgo también se alinea con la teoría de la calidad del servicio, tal como sostienen Lucio et al. (2021, p.31) (13) es fundamental que las entidades den una respuesta rápida y una interacción eficiente para mantener la satisfacción.

El 77.78% de los encuestados consideran que el sistema de recaudación no es eficiente para evitar retrasos, lo que refleja una crítica importante al sistema actual. La falta de coordinación interna, problemas tecnológicos y la ineficiencia en la atención al cliente son algunos de los factores mencionados.

Según Albarrasin et al. (2023) (14) los sistemas eficientes en los servicios públicos deben garantizar la fiabilidad y la rapidez de los procesos. El hecho de que los usuarios experimenten retrasos frecuentes sugiere que el GAD Municipal no ha logrado implementar

un sistema de pagos eficiente que facilite a los contribuyentes realizar pagos sin contratiempos.

Además, Cantos et al. (2018) (15) enfatizan que la capacidad de respuesta de los servicios públicos es esencial para evitar retrasos y mejorar la experiencia del cliente. En este caso, la baja calidad de respuesta del sistema es una de las razones principales por las que los usuarios consideran que el proceso de pago es ineficiente.

En esta línea, 72.22% de los encuestados considera que la información proporcionada sobre los montos y fechas de pago es "poco clara" o "nada clara", lo cual indica un déficit en la comunicación por parte del GAD Municipal.

La comunicación efectiva es uno de los principios fundamentales en la gestión de servicios públicos. Morillo y García (16) afirman que la información clara y accesible es crucial para mejorar la experiencia del cliente.

En este sentido, la falta de claridad en la información sobre pagos puede generar confusión y demoras en los procesos de recaudación, lo que afecta la percepción de los usuarios sobre la eficiencia y fiabilidad del sistema. Petrone (17) también destaca que una comunicación eficaz es fundamental para construir relaciones de confianza con los usuarios, algo que parece no estar sucediendo en este caso.

Las sugerencias de mejora incluyen la capacitación del personal, la implementación de más métodos de pago en línea, la mejora del sistema tecnológico y la agilización de los procesos en ventanilla (Chuncha) (18). Los encuestados también mencionaron que la atención al cliente es un punto débil y que debe haber una mayor capacitación y cambio de personal.

Estas sugerencias son consistentes con las mejores prácticas en gestión de servicios, como lo indica Jácome (19) quien afirma que la capacitación del personal y la mejora tecnológica son esenciales para optimizar los servicios. De igual forma, Arechua y Goyes (20) sostienen que los servicios deben adaptarse a las expectativas del cliente, lo que en este caso implica mejorar los sistemas de pago electrónicos y la atención al cliente.

CONCLUSIONES

La investigación realizada sobre el sistema de recaudación del GAD Municipal del cantón Archidona y su impacto en la cartera vencida ha permitido identificar varios elementos cruciales que inciden negativamente en el incremento de las deudas no cobradas. La evaluación del sistema de recaudación ha revelado que el uso de una infraestructura tecnológica obsoleta, junto con procesos manuales ineficientes, contribuye significativamente a las demoras en la generación de facturas, la falta de actualización en los registros y la escasa comunicación con los contribuyentes. Esta situación ha generado un incremento en la morosidad, lo que afecta directamente el cumplimiento del presupuesto municipal.

El diseño de un modelo de gestión de cobranza propuesto se enfoca en establecer un enfoque de mejoramiento continuo que aborde estas deficiencias. La implementación de un sistema de recaudación moderno y automatizado, acompañado de un proceso de capacitación constante para el personal, es fundamental para optimizar el proceso de cobro. Además, la segmentación de deudores según su riesgo y la oferta de condiciones de pago flexibles contribuirán a reducir significativamente la cartera vencida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. García Zambrano XL, Maldondo Pazmiño O, Galarza Morales CE, Grijalva Guerrero GG. Control interno a la gestión de créditos y cobranzas en empresas comerciales minoristas en el Ecuador. *Espirales revista multidisciplinaria de investigación científica*. 2019 Enero; 3(26).
2. León Vega LS, Espinoza Alcívar EI. Análisis de los factores que intervienen en el crecimiento de cartera vencida de empresas servicios financieros. *INNOVA Research Journal*. 2023 Diciembre; 8(3.1).
3. Casco DP, Morán V. Análisis de la Administración financiera en el Sector Público. *Revista de Investigación SIGMA*. 2020 Diciembre; 7(02).
4. Hidalgo Pallares J. Impuestos en el Ecuador: sistema tributario y opciones para elevar los ingresos permanentes del fisco. 2023. Ideas para financiar el tránsito a un sistema de protección social universal.
5. López Ramírez G. Propuesta de Diseño de la metodología Kaizen para mejorar el sistema del almacenamiento en Bodega. 2023. Maestría Profesional en Gerencia de la Calidad e Innovación.
6. Hernández Sampieri R, Fernández Collado C, Baptista Lucio MDP. Metodología de la Investigación. Sexta Edición ed. Interamericana de Editores S.A. , editor. México DF: McGraw-Hill; 2014.
7. Nieto K. Políticas de capacitación en el marco del empleo público provincial. 2020. Análisis de los casos.
8. Montaña Batija HP, Salazar Sánchez JM, Apolo Malucin S, Apolo Malucin JE. Implementación de capacitaciones de atención al usuario en el Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Quinindé, Ecuador. *Religación Revista*. 2024 Enero.
9. Obando Changuán MP. Capacitación del talento humano y productividad: Una revisión literaria. 2020 Mayo; 11(2).
10. Toalombo Villa JS, Cárdenas Pérez A. Gestión de recaudación de cartera vencida y su incidencia en los resultados financieros de la cooperativa de ahorro y crédito Ambato Ltda. Agencia Tena. Publicando. 2023 Julio; 10(39).
11. Coronel Sánchez M, Vallejo Véloz F. Cartera vencida y su implicación en la liquidez de la empresa ECUAHIERRO, periodo 2020-2021. 2023..
12. Viladas X. Una propuesta de «servitización» integral: integrando la lógica de servicios bajo una perspectiva sistémica. *Revista Internacional de Innovación, Investigación y Desarrollo en Diseño*. 2020 Noviembre;(15).

13. Lucio Pillasagua DJ, Moreira Cañarte MK, Yoza Rodríguez NR. Tecnología Ágile para la recaudación de impuestos en los Gobiernos Autónomos Descentralizados de Manabí Ecuador. *Investigación Tecnología e Innovación*. 2021 Julio; 13(13).
14. Albarrasin Reinoso MV, Jacome Alarcon LF, Mora Carpio WT, Jimenez Gonzales JP. La innovación tecnológica en la transformación hacia modelos de negocios socio productivos y sostenibles. *Journal of Science and Research*. 2023 Noviembre; 8.
15. Cantos Figueroa MDL, Baque Morán AB, Jaime Baque Á, Ayón Ponce GI, Delgado Gutiérrez ZM. Modelo de administración tributaria para optimizar la recaudación de los ingresos del gobierno autónomo descentralizado del cantón Jipijapa. *Revista Científica Ciencia y Tecnología*. 2018 Julio; 18(19).
16. Morillo Rojas TR, García Regalado JO. Comunicación efectiva para el desarrollo eficiente de las instituciones públicas. *Ciencia Ecuador*. 2024 Abril; 6(26).
17. Petrone P. Principios de la comunicación efectiva en una organización de salud. *Revista Colombiana de Cirugía*. 2021 Marzo; 36(2).
18. Chuncha Villa I. Los principios de eficacia y eficiencia en los procedimientos dinámicos de Contratación Pública. 2020..
19. Jácome Sandoval WE. Recaudación de impuestos en Ecuador: 2018 – 2020. *Cualitas Revista Científica*. 2021 Julio.
20. Arechua Mora NP, Goyes Noboa E. Gestión financiera y Tributaria para los GADS del Ecuador. *Journal of Science and Research*. 2023 Octubre; 8(4).

“IMPACTO DE LOS MICROCRÉDITOS EN EL DESARROLLO MICROEMPRESARIAL: UN ESTUDIO DE CASO EN LA COAC RIOBAMBA LTDA., AGENCIA GUANO, 2020-2021”

"IMPACT OF MICROCREDIT ON MICROENTERPRISE DEVELOPMENT: A CASE STUDY AT COAC RIOBAMBA LTDA., GUANO AGENCY, 2020-2021"

Byron Damian Orozco Becerra¹, Cintya Lisbeth Tello Núñez², Katherine Geovanna Guerrero Arrieta³, Pedro Lucas Larrea Cuadrado⁴

{byron.orozco@unach.edu.ec¹, cintya.tello@unach.edu.ec², geovanna.guerrero@unach.edu.ec³, pedro.larrea@unach.edu.ec⁴

Fecha de recepción: 20/12/2024 / Fecha de aceptación: 03/01/2025 / Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: El estudio "Los Microcréditos de la COAC Riobamba Ltda., Agencia Guano y su incidencia en el desarrollo microempresarial del cantón Guano, periodos 2020–2021" analiza el impacto de los microcréditos en la economía local y en la evolución de las microempresas en Guano, con el propósito de evaluar la importancia de estos créditos en la creación de valor y el desarrollo empresarial, la investigación se organiza en seis capítulos, desde la introducción hasta la formulación de estrategias destinadas a potenciar el desarrollo microempresarial. Mediante el método hipotético-deductivo, se planteó una hipótesis principal para determinar si los microcréditos constituyen un elemento esencial en el desarrollo empresarial del cantón. Se utilizaron técnicas descriptivas y de campo, aplicando 304 encuestas a socios beneficiarios de microcréditos y realizando una entrevista al coordinador de la Agencia Guano, con el fin de obtener datos empíricos sobre los efectos de estos créditos. Los resultados obtenidos demuestran que los microcréditos han influido en el desarrollo de microempresas, contribuyendo al aumento del empleo y a la estabilidad económica de las entidades beneficiadas. Se destacó, además, la relevancia de los microcréditos en la respuesta a la crisis económica provocada por la pandemia de COVID-19, adaptando las condiciones de crédito para mejorar el acceso y la gestión financiera. Este análisis no solo corroboró la hipótesis de que los microcréditos son cruciales para el desarrollo empresarial en Guano, sino que

¹Graduado de la Carrera de Administración de Empresas, Universidad Nacional de Chimborazo – Ecuador, <https://orcid.org/0009-0001-6223-8220>.

²Docente de la Carrera de Administración de Empresas, Universidad Nacional de Chimborazo – Ecuador, <http://orcid.org/0009-0008-8045-6273>.

³Docente de la Carrera de Administración de Empresas, Universidad Nacional de Chimborazo – Ecuador, <https://orcid.org/0000-0003-2278-8954>.

⁴Docente, Universidad Nacional de Chimborazo- Ecuador, <https://orcid.org/0009-0001-3473-7575>.

también permitió elaborar recomendaciones estratégicas para optimizar su efectividad; entre estas se incluyen la implementación de políticas de crédito más flexibles y el fomento de programas de fidelización y confianza entre los microempresarios. En definitiva, este estudio no solo confirmó el papel fundamental de los microcréditos como herramienta de desarrollo económico y social en el cantón Guano, sino que también resaltó su efectividad en promover la estabilidad y el crecimiento de las microempresas.

Palabras clave: Microcréditos, desarrollo microempresarial, economía local, impacto económico

ABSTRACT: The study "Microcredits of COAC Riobamba Ltda., Guano Agency and their impact on microenterprise development in the canton of Guano, periods 2020–2021" analyzes the impact of microcredits on the local economy and the evolution of microenterprises in Guano, aiming to assess the importance of these credits in creating value and business development. The research is organized into six chapters, from the introduction to the formulation of strategies aimed at enhancing microenterprise development. Using the hypothetical-deductive method, a main hypothesis was proposed to determine whether microcredits are an essential element in the business development of the canton. Descriptive and field techniques were used, applying 304 surveys to microcredit beneficiary partners and conducting an interview with the coordinator of the Guano Agency, in order to gather empirical data on the effects of these credits. The findings show that microcredits have positively influenced the development of microenterprises, contributing to increased employment and the economic stability of the benefiting entities. Additionally, the relevance of microcredits in responding to the economic crisis caused by the COVID-19 pandemic was highlighted, adapting credit conditions to improve access and financial management. This analysis not only corroborated the hypothesis that microcredits are crucial for business development in Guano but also allowed for the formulation of strategic recommendations to optimize their effectiveness. These include implementing more flexible credit policies and promoting loyalty and trust programs among microentrepreneurs. In summary, this study provides a detailed and quantified view of the role of microcredits in Guano's economy, emphasizing their value as a tool for economic and social development, and suggests measures for future improvement.

Keywords: Microcredits, microenterprise development, local economy, economic impact

INTRODUCCIÓN

El "Impacto de los Microcréditos en el Desarrollo Microempresarial: Un Estudio de Caso en la COAC Riobamba Ltda., Agencia Guano, 2020-2021" ha determinado la influencia de los microcréditos en el crecimiento de las microempresas en el cantón Guano, y su papel significativo en la economía local. A través de un análisis detallado, el objetivo es diagnosticar el efecto real de los microcréditos otorgados durante los años 2020 y 2021, reflejando cómo estos han servido de catalizadores para el desarrollo empresarial ante los desafíos impuestos por la pandemia de COVID-19(8), (13).

Durante este estudio, se realizaron 304 encuestas a socios beneficiarios de microcréditos y se llevó a cabo una entrevista con el coordinador de la Agencia Guano, proporcionando un contexto detallado y una comprensión profunda de las dinámicas locales (10), (13).

El contexto de este estudio es especialmente relevante, considerando los desafíos significativos enfrentados por la COAC Riobamba en 2020, impulsados por la crisis de COVID-19 que afectó su capacidad de atraer nuevos socios y manejar deudas existentes (8), (17). La situación resaltó la necesidad crítica de adoptar estrategias adaptativas que pudieran sustentar y fomentar el desarrollo microempresarial incluso en tiempos de crisis económica (14), (18).

Históricamente, el cooperativismo ha desempeñado un rol fundamental en Ecuador, especialmente desde el siglo XX en el sector de las microfinanzas, apoyando activamente el desarrollo económico y social del país (4)(5). La COAC Riobamba ha sido un actor significativo en este proceso, facilitando el apoyo a las actividades productivas de pequeñas y medianas empresas a través de diversos sectores económicos (4), (19).

El estudio realiza un análisis cuantitativo para determinar la incidencia de los microcréditos otorgados por la Cooperativa de Ahorro y Crédito Riobamba Ltda., Agencia Guano, en el desarrollo microempresarial de la ciudad de Guano durante los periodos 2020-2021; resaltando el papel de estos como herramientas esenciales para el desarrollo económico y social. Este análisis ofrece perspectivas estratégicas para la optimización futura de los microcréditos (12), (21).

En Ecuador, el papel de las microempresas es fundamental, ya que contribuyen significativamente al empleo y al PIB nacional. Estas entidades, definidas por tener ingresos anuales menores a \$100,000 y entre 1 y 9 empleados, constituyen más del 90% del tejido empresarial del país (5), (18).

Durante la pandemia de COVID-19, las microempresas demostraron ser resilientes, desempeñando un papel crucial en el sostenimiento de la economía local, especialmente en sectores críticos como la alimentación y la construcción (6), (15).

Los microcréditos han sido identificados como herramientas esenciales para promover el emprendimiento y el desarrollo económico en sectores menos favorecidos, proporcionando capital a pequeños empresarios que de otra manera no tendrían acceso a financiamiento bancario tradicional (3), (24).

La gestión disciplinada de estos créditos es crucial tanto para las instituciones financieras como para los prestatarios, asegurando el uso efectivo de los fondos y la puntualidad en los reembolsos (9), (16).

Investigaciones anteriores han mostrado cómo los microcréditos han beneficiado a las microempresas en Ecuador, potenciando el desarrollo comercial y productivo en diversas regiones. Estos estudios destacan la relevancia de los microcréditos como catalizadores del desarrollo económico local y como herramientas de cambio social (7), (12).

La inclusión financiera es reconocida como un elemento crítico para el desarrollo económico global, con teorías de microfinanzas que sostienen que los microcréditos son fundamentales no solo para la creación de empresas sino también para la integración de sectores económicos marginalizados en el ámbito financiero formal (20), (23).

La supervisión de la actividad de microfinanzas por entidades reguladoras es fundamental para garantizar que las prácticas de préstamo sean sostenibles y eviten el sobreendeudamiento de los prestatarios (17), (25).

En Ecuador, las cooperativas, como la COAC Riobamba Ltda., son vitales para el modelo económico y social del país, ofreciendo servicios financieros y apoyando el desarrollo socioeconómico de sus miembros y de la comunidad en general (19), (22).

Los microcréditos no solo financian pequeños negocios, sino que también actúan como herramientas de empoderamiento económico para los sectores menos favorecidos, permitiendo a los individuos mejorar sus condiciones de vida y contribuir al desarrollo local (11), (13).

La resiliencia y adaptabilidad de las microempresas en contextos de crisis económica resaltan la importancia de sistemas de apoyo financiero que proporcionen liquidez en momentos críticos, asegurando la continuidad y el crecimiento del tejido empresarial local (8), (21).

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio aborda la influencia de los microcréditos en el desarrollo microempresarial en la COAC Riobamba Ltda., Agencia Guano, utilizando una metodología que integra diversas técnicas de investigación para asegurar un análisis exhaustivo y preciso de la problemática. La base de este enfoque es el método hipotético-deductivo, que parte de la premisa de que los microcréditos representan un factor determinante para el progreso empresarial en el cantón Guano.

Esta suposición inicial condujo a la formulación de hipótesis específicas, las cuales fueron meticulosamente evaluadas mediante datos empíricos para confirmar o descartar teorías previas. Se optó por este enfoque hipotético y deductivo debido a que permite el desarrollo de teorías mediante la deducción de consecuencias como hipótesis que luego pueden ser verificadas contra la realidad observada (15).

La recolección de datos se realizó a través de un estudio de campo, permitiendo una interacción directa con los microempresarios que han sido beneficiarios de estos créditos. Este enfoque de investigación de campo fue crucial para adquirir una comprensión profunda de las dinámicas en su entorno natural, facilitando así una evaluación precisa de las variables estudiadas (16).

Simultáneamente, se desarrolló un estudio correlacional para examinar la relación entre la obtención de microcréditos y los indicadores de desarrollo microempresarial, lo cual proporcionó una base estadística robusta para analizar cómo estas variables interactúan entre sí (8).

Complementariamente, se realizó una amplia revisión documental consultando fuentes relacionadas con microfinanzas y modelos de desarrollo empresarial en la base de datos de Latindex. Durante esta revisión, se analizaron inicialmente 30 documentos, de los cuales se seleccionaron 18 que cumplieran con los criterios de relevancia temática, rigor metodológico y actualidad.

Este procedimiento fue esencial para contextualizar los hallazgos dentro de un marco teórico consolidado, comparándolos con investigaciones anteriores y corroborando la relevancia de los resultados obtenidos (1). Además, la investigación descriptiva jugó un papel fundamental al detallar las características operativas y los efectos de los microcréditos en las microempresas, mediante el análisis de datos recolectados a través de encuestas a los empleados y una entrevista al gerente, siguiendo el método de investigación de campo (10). Esta estrategia permitió una comprensión más profunda y directa de las dinámicas internas y el impacto de los microcréditos.

Dado que el diseño del estudio fue no experimental, se optó por una observación directa de las variables sin manipulación, lo que es adecuado para identificar relaciones de causa-efecto en contextos naturales. Las técnicas de recolección de datos incluyeron encuestas estructuradas y entrevistas semiestructuradas, aplicadas a una muestra representativa de 304 microempresarios, seleccionada de una población total de 1452.

Las encuestas, compuestas por 10 preguntas cerradas, permitieron capturar información cualitativa y cuantitativa crucial para el análisis. Este proceso garantizó la recolección de datos fiables y precisos, fundamentales para evaluar el impacto de los microcréditos en el desarrollo microempresarial en la ciudad de Guano durante los periodos 2020-2021.

Finalmente, el procesamiento y análisis de los datos se llevaron a cabo utilizando el software estadístico avanzado SPSS, facilitando la realización de cálculos de frecuencias, porcentajes y la prueba estadística Chi-cuadrado. Estas pruebas fueron fundamentales para evaluar la consistencia y la relación entre las variables independientes y dependientes del estudio.

Según Bernal (2) la muestra es la selección de unidades analizables extraídas de la población total de socios que obtuvieron acceso a microcréditos en la COAC Riobamba Ltda., durante los periodos 2020–2021. Utilizando la fórmula de tamaño de muestra para poblaciones finitas y un nivel de confianza del 95%, se calculó una muestra de aproximadamente 304 socios, basada en una población total de 1452 socios. Este tamaño de muestra garantizó la representatividad y relevancia estadística para el periodo 2020-2021 en la Agencia Guano, permitiendo así una recolección de datos robusta y precisa para el análisis cuantitativo detallado (10).

Este riguroso enfoque metodológico no solo reafirma la validez de las hipótesis planteadas, sino que también proporciona un modelo replicable para investigaciones similares en otros contextos, ofreciendo insights valiosos para políticas de microfinanciación enfocadas en el desarrollo microempresarial. Al integrar diversas técnicas de recolección y análisis de datos, este estudio establece una base sólida para entender el impacto de los microcréditos, destacando su potencial para impulsar el crecimiento económico y la autosuficiencia de las microempresas.

RESULTADOS

Para profundizar en los resultados del estudio, es esencial comenzar con un análisis detallado del entorno operativo de la Cooperativa de Ahorro y Crédito Riobamba Ltda., Agencia Guano. Este análisis se basa en el modelo FODA, que destaca varias fortalezas clave.

Principalmente, la cooperativa es ampliamente reconocida en la comunidad por su apoyo constante a las microempresas y su enfoque en el desarrollo económico local. Además, ofrece tasas de interés competitivas que facilitan el acceso a los microcréditos para una amplia gama de empresarios, lo que representa un pilar fundamental para el fortalecimiento de la economía local.

Por otro lado, existen oportunidades significativas para la expansión de servicios a nuevas áreas geográficas, lo cual podría captar más socios y diversificar la base de clientes. Asimismo, hay potencial notable para el desarrollo de nuevos productos financieros que respondan de manera más efectiva a las necesidades cambiantes de los microempresarios, adaptándose así a las tendencias del mercado y fomentando una mayor inclusión financiera.

No obstante, la cooperativa también enfrenta ciertas debilidades. Una limitada presencia digital reduce su alcance entre la población más joven y tecnológicamente hábil, un segmento crucial para la innovación y el crecimiento futuro. Además, la dependencia de fuentes de financiamiento tradicionales podría no ser suficiente para satisfacer la creciente demanda de

microcréditos, lo que podría frenar su capacidad de expansión y respuesta a las necesidades del mercado.

Las amenazas incluyen un aumento de la competencia por parte de nuevas entidades financieras y bancos que también buscan capturar el segmento de microfinanzas. Además, cambios regulatorios podrían imponer restricciones más estrictas sobre las operaciones y el otorgamiento de créditos, lo que requiere una adaptación ágil y eficiente a nuevas normativas para evitar impactos negativos en su operatividad.

Los hallazgos fundamentales obtenidos a través de la entrevista al coordinador de la Agencia y la encuesta aplicada a los beneficiarios de microcréditos de la COAC Riobamba Ltda., Agencia Guano, durante los periodos 2020-2021, revelan patrones significativos en el uso y efectos de los microcréditos, subrayando su rol esencial en el fomento y desarrollo de las microempresas en el cantón Guano.

En este contexto, la entrevista realizada al Lic. Luis Barbecho, coordinador de la Agencia Guano, proporciona perspectivas valiosas sobre el impacto de los microcréditos en el desarrollo microempresarial en Guano. Con 38 años de experiencia en la institución, el Lic. Barbecho ofrece una visión profunda sobre la eficacia y las políticas de los microcréditos.

Según Barbecho, la cooperativa incentiva a sus socios a través de actividades y trabajos sociales anuales que generan confianza y fidelización. Esto incluye ofrecer tasas de interés competitivas tanto para ahorros como para créditos, con el objetivo de apoyar el desarrollo de los microempresarios y sus negocios.

El coordinador destaca que las tasas de interés de los microcréditos son bajas y competitivas, lo cual es crucial para que los microempresarios puedan financiar sus negocios de manera óptima. Estas condiciones financieras han permitido a los microempresarios desarrollar sus empresas, alcanzar utilidades y generar empleo.

Un desafío importante para los microempresarios al solicitar microcréditos es la necesidad de presentar garantías adecuadas. Esta barrera puede limitar el acceso al crédito para algunos empresarios, aunque es necesaria para asegurar la recuperación del préstamo por parte de la cooperativa.

En respuesta a la crisis del COVID-19, la COAC Riobamba ha implementado cambios significativos, como la oferta de microcréditos sin garantías necesarias y la simplificación del proceso de otorgamiento para facilitar el acceso al crédito y reactivar la economía local.

El Lic. Barbecho observa que, a pesar de la pandemia, un porcentaje significativo de las microempresas financiadas ha experimentado un crecimiento de entre el 5 y el 10%. Sin embargo, reconoce que el entorno económico ha impactado de manera variable a las empresas, con algunos negocios enfrentando dificultades severas.

Los resultados específicos de la encuesta realizada a los beneficiarios de los microcréditos de la COAC Riobamba Ltda., Agencia Guano, permiten cuantificar el alcance y la eficacia de los microcréditos en términos de accesibilidad, uso, impacto en el crecimiento empresarial y en la creación de empleo.

La encuesta, que refleja las experiencias y percepciones de 304 microempresarios, ofrece una visión clara del impacto tangible de estos créditos en el desarrollo económico local. Desde la distribución de los montos de los créditos hasta los sectores de actividad financiados, pasando por las mejoras resultantes en ingresos y empleabilidad, los datos recolectados revelan cómo los microcréditos han contribuido significativamente al fortalecimiento de las microempresas en el Cantón Guano., dichos resultados de las encuestas se describen a continuación:

Tabla 1. Aplicación de encuestas a beneficiarios de microcréditos.

| N | Pregunta | Descripción | Frecuencia | Porcentaje |
|----------|-----------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | Género | Hombre | 158 | 52% |
| | | Mujer | 146 | 48% |
| 2 | Residencia | Urbano | 210 | 69% |
| | | Rural | 94 | 31% |

Fuente: Encuesta a socios microempresarios de la COAC Riobamba Ltda. Agencia Guano.

Estos resultados resaltan la importancia crítica de los microcréditos como una herramienta de empoderamiento y desarrollo económico, así como la capacidad de la cooperativa para adaptarse y responder a los desafíos económicos y regulatorios será fundamental para continuar apoyando eficazmente el crecimiento microempresarial en la región.

Es así como, la distribución de género entre los receptores de microcréditos es notablemente equilibrada, con un 52% de hombres y un 48% de mujeres, lo que sugiere que la COAC Riobamba Ltda. mantiene prácticas inclusivas y equitativas, permitiendo un acceso equilibrado a los recursos financieros para ambos géneros. Este acceso equitativo es crucial para fomentar una base empresarial diversa y resiliente en el Cantón Guano.

Además, la residencia de los socios, una significativa mayoría (69%) reside en áreas urbanas, lo que podría reflejar una mayor concentración de microempresas en estas zonas o una mejor accesibilidad a servicios financieros en comparación con las áreas rurales, donde solo el 31% de los socios reside. Este patrón de residencia urbana predominante subraya la necesidad de políticas dirigidas también a mejorar el acceso al crédito en las áreas rurales.

Así mismo, analizando el destino de los microcréditos, se observa que:

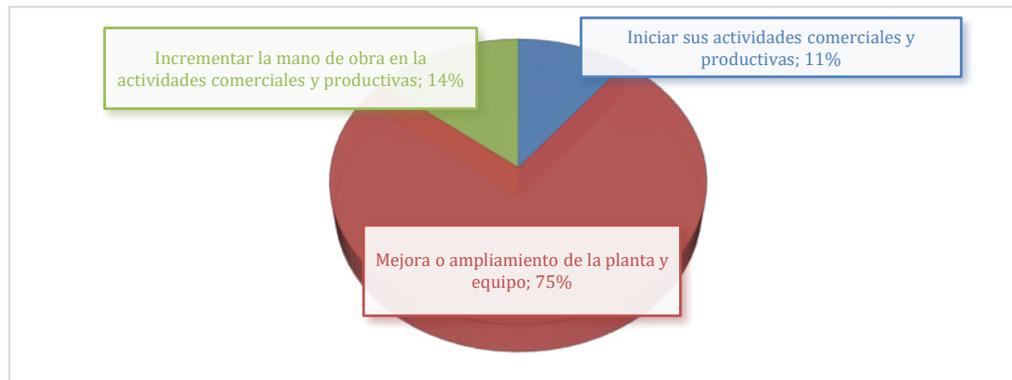


Figura 1. Destino el microcrédito.

Fuente: Encuesta aplicada a los socios microempresarios de la COAC Riobamba Ltda. Agencia Guano, que obtuvieron un crédito en los periodos 2020 – 2021.

El 75% de los socios microempresarios destinaron su crédito a la mejora o ampliación de la planta y equipo, indicando una tendencia hacia inversiones en capital fijo que podrían contribuir a aumentar la capacidad productiva y, potencialmente, los ingresos a largo plazo de las microempresas. Además, el 14% de los créditos se usó para incrementar la mano de obra y el 11% para iniciar actividades comerciales y productivas, lo que demuestra la variedad de usos y la flexibilidad de los microcréditos para apoyar diversas necesidades empresariales.

En relación con los montos de los microcréditos otorgados, los más comunes oscilaron entre \$1,000 y \$5,000, así:

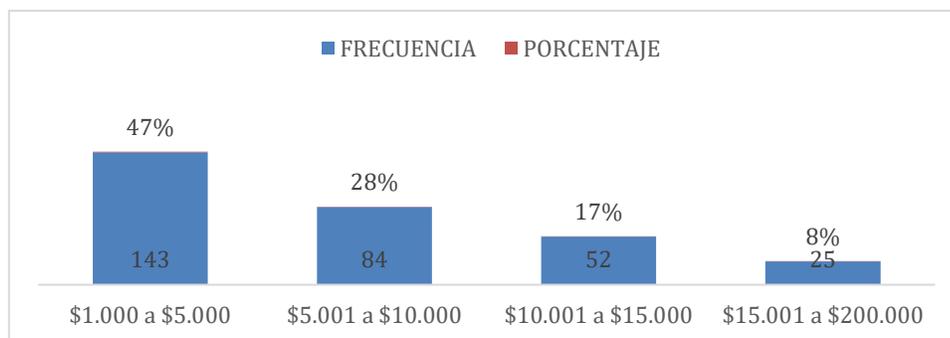


Figura 2. Monto acreditado del microcrédito.

Fuente: Encuesta aplicada a los socios microempresarios de la COAC Riobamba Ltda. Agencia Guano, que obtuvieron un crédito en los periodos 2020 – 2021.

Por lo cual, de acuerdo con lo observado, un 47% de socios obtuvieron un crédito de 1000 a 5000; un 28% de 5000 a 10.000; el 17% de 10.000 a 15.000 y el 8% de 15.000 a 200.000. Esta

gama de montos refleja que los microcréditos están siendo utilizados para necesidades operativas o de expansión modesta, adecuados para la escala de las microempresas en Guano.

Con respecto al tiempo de cancelación de los microcréditos muestra que la mayoría de los microempresarios (63%) consideran que el tiempo de pago fue suficiente, lo que sugiere que los términos de pago están bien alineados con las capacidades y flujos de caja de las microempresas; esto es crucial para evitar la sobrecarga financiera y fomentar una cultura de crédito sostenible.

Por otro lado, la actividad destinada del microcrédito se divide de la siguiente manera:

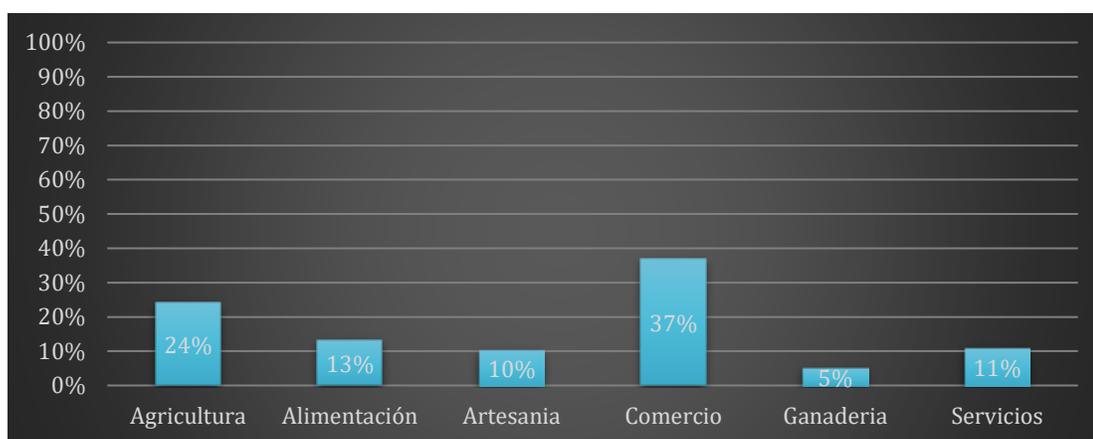


Figura 3. Tipo de actividad a la que se destinará el microcrédito.

Fuente: Encuesta aplicada a los socios microempresarios de la COAC Riobamba Ltda. Agencia Guano, que obtuvieron un crédito en los periodos 2020 – 2021.

En este sentido, los créditos se distribuyeron principalmente en las áreas de comercio (37%) y agricultura (24%), reflejando la estructura económica del cantón y destacando la importancia de estos sectores en la economía local. Esta distribución sectorial demuestra el papel de los microcréditos como un motor para fomentar sectores clave dentro del contexto local.

Respecto a la antigüedad de las microempresas revela que un 47% de las empresas tienen al menos un año de existencia, indicando un entorno dinámico donde muchas empresas están en su fase inicial, lo cual podría reflejar un alto índice de emprendimiento impulsado por el acceso a financiamiento.

Los ingresos mensuales de las microempresas muestran los siguientes datos:

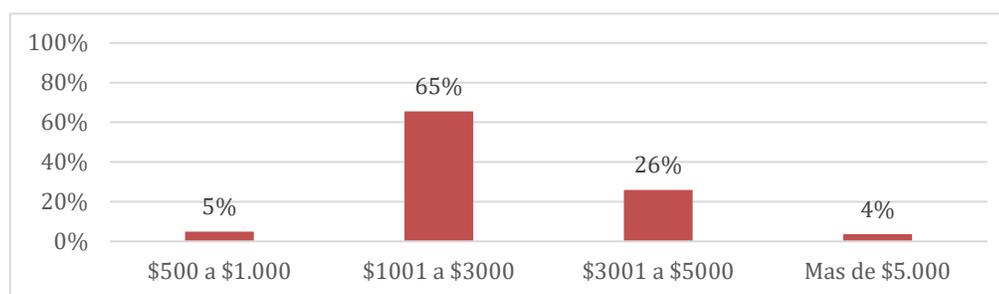


Figura 4. Ingresos mensuales percibidos.

Fuente: Encuesta aplicada a los socios microempresarios de la COAC Riobamba Ltda. Agencia Guano, que obtuvieron un crédito en los periodos 2020 – 2021.

El 65% genera entre \$1,001 y \$3,000 mensuales, evidenciando un nivel moderado de rentabilidad y estabilidad financiera en las operaciones cotidianas de estas entidades. Esto es indicativo de que, aunque las microempresas están generando ingresos estables, aún hay espacio para estrategias que puedan aumentar estos niveles de ingresos.

El nivel de contratación de empleados desde la obtención de microcréditos es significativamente positivo, con el 66% de los encuestados indicando que los microcréditos permitieron contratar más empleados. Esto no solo demuestra el impacto directo de los créditos en el empleo local sino también en la capacidad operativa de las microempresas.

La preferencia por la COAC Riobamba se debe principalmente a la agilidad en el proceso de crédito con un 40%, destacando la importancia de un servicio eficiente y rápido en la toma de decisiones financieras para microempresarios que requieren respuestas ágiles para capitalizar oportunidades de mercado.

Además, un impresionante 83% de los encuestados reportó un aumento en las ventas tras obtener el microcrédito, subrayando la efectividad de estos fondos en el estímulo de la actividad comercial y el crecimiento económico.

En definitiva, la mayoría de los encuestados (87%) considera que los microcréditos han sido significativamente beneficiosos para el desarrollo microempresarial, evidenciando el valor percibido de estos programas en el fortalecimiento y expansión de la economía local del Cantón Guano. Este alto grado de beneficio percibido refuerza la importancia de continuar y expandir los programas de microcrédito para apoyar aún más el desarrollo empresarial en la región.

La investigación realizada a través de encuestas y análisis estadístico en la COAC Riobamba Ltda., Agencia Guano, ha proporcionado evidencia cuantitativa que apoya firmemente la hipótesis alternativa (H_i) que postula que los microcréditos influyen positivamente en el

desarrollo microempresarial del cantón Guano. La prueba de Chi cuadrado, con un valor calculado de 77.88, que supera ampliamente el valor crítico de 3.841, permite rechazar la hipótesis nula (H_0) con un nivel de significancia de 0.05.

Este resultado estadístico no solo valida la hipótesis de que los microcréditos son un motor clave para el desarrollo empresarial en la región, sino que también confirma la efectividad de las políticas de micro financiación implementadas por la COAC Riobamba.

En resumen, los microcréditos han tenido un impacto considerable en la capacidad de las microempresas de Guano para expandirse, innovar y aumentar su viabilidad económica. Esta influencia positiva se refleja en el aumento del empleo, la expansión de las operaciones comerciales y el incremento en los ingresos de las empresas beneficiarias.

El análisis detallado de las respuestas a las encuestas, junto con los datos de la investigación, muestra que el acceso a financiamiento adecuado y oportuno es crucial para el empoderamiento económico de los microempresarios y la revitalización de la economía local. Asimismo, los resultados subrayan la importancia de las condiciones de los créditos, como tasas de interés bajas y plazos de pago razonables, que facilitan la gestión financiera efectiva y sostenible de las microempresas.

DISCUSIÓN

La discusión de los resultados obtenidos en el estudio "Los Microcréditos de la COAC Riobamba Ltda., Agencia Guano y su incidencia en el desarrollo microempresarial del cantón Guano, periodos 2020–2021" revela un impacto significativo de los microcréditos en la creación de empleo y la estabilidad económica local, corroborando la hipótesis inicial de su importancia para el desarrollo empresarial en la región. Estos hallazgos son consistentes con estudios previos como los de Castillo (2008) (3) y Morales (2013) (12), que han demostrado la eficacia de los microcréditos en fomentar el desarrollo económico y la resiliencia empresarial.

Particularmente durante la crisis económica provocada por la pandemia de COVID-19, se observó que las políticas de crédito adaptativas fueron cruciales para sostener la operatividad empresarial, una observación que encuentra eco en la investigación de Parker y Pearce (2001) (14), quienes destacan la importancia de la flexibilidad financiera en tiempos de crisis. Además, el fortalecimiento de relaciones mediante programas de fidelización podría ampliar este impacto, un enfoque apoyado por Garavito Góez (2016) (6), que subraya la relevancia de las relaciones de confianza en el contexto de microfinanzas.

A pesar de su efectividad, los hallazgos sugieren áreas de mejora para maximizar el impacto de los microcréditos, como la necesidad de un enfoque integrado que incluya educación y consultoría para los empresarios, una estrategia que Rutherford (2000) (23) y Ledgerwood y White (2006) (22) identifican como esencial para mejorar la gestión financiera y el crecimiento a largo plazo de las microempresas.

Finalmente, se recomienda una evaluación detallada de las necesidades del empresariado local y un diseño más personalizado de los productos financieros, en línea con las sugerencias de Yunus (2010) (21), que enfatiza la importancia de adaptar las soluciones de microfinanzas a las condiciones locales específicas para fomentar un desarrollo empresarial efectivo y sostenido.

Este análisis demuestra que, si bien los microcréditos son una herramienta valiosa para el desarrollo económico, su éxito depende de una implementación cuidadosa y de una integración efectiva con políticas públicas que apoyen tanto la infraestructura como el desarrollo empresarial, tal como proponen Schreiner y Colombet (2001) (25). Por tanto, este estudio no solo valida la influencia positiva de los microcréditos sino que también propone un marco replicable para optimizar estrategias de crédito en futuros contextos similares.

CONCLUSIONES

Los microcréditos han demostrado ser una herramienta eficaz para fomentar el crecimiento económico y la estabilidad en las microempresas del cantón Guano. La investigación ha establecido claramente que los microcréditos han contribuido no solo a la supervivencia de las microempresas durante tiempos económicos adversos, especialmente notables durante la pandemia de COVID-19, sino también al aumento del empleo. Este efecto multiplicador sobre el empleo subraya la capacidad de los microcréditos para actuar como catalizadores en la generación de empleo y en la mejora del bienestar económico de la comunidad.

El estudio destaca la importancia de adoptar políticas de crédito que sean flexibles y se adapten a las circunstancias cambiantes del mercado y las crisis económicas. Las adaptaciones realizadas por la COAC Riobamba durante la pandemia, que incluyeron la flexibilización de las condiciones de crédito para facilitar el acceso y mejorar la gestión financiera, resultaron esenciales para ayudar a las microempresas a manejar mejor los desafíos económicos. Estos ajustes no solo permitieron la continuidad de las operaciones comerciales, sino que también fortalecieron la resiliencia de las microempresas frente a shocks externos.

A pesar de los resultados positivos, el estudio identifica la necesidad de un enfoque más holístico en la implementación de microcréditos, que incluya no solo el financiamiento sino también la educación empresarial, la consultoría y el soporte continuo. Esta recomendación surge de la observación de que el éxito y la sostenibilidad de las microempresas dependen no solo del capital, sino también de la capacidad de los empresarios para administrar eficazmente sus recursos y oportunidades. Así, se sugiere que las políticas futuras deberían considerar el desarrollo de programas de capacitación y fidelización que no solo fortalezcan las competencias empresariales, sino que también fomenten relaciones de confianza y lealtad entre la cooperativa y sus socios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alfonzo L. Técnicas de investigación bibliográfica. Caracas: Contexto Ediciones; 1994.
2. Bernal C. Metodología de la Investigación. Para administración, economía, humanidades y ciencias sociales. México: Pearson Educación; 2006.
3. Castillo AD. El microcrédito como instrumento para el alivio de la pobreza. Ventajas y limitaciones. Cuadernos de Desarrollo Rural. 2008;5(61):93-110.
4. COAC Riobamba L. Disponible en: <https://www.cooprio.fin.ec/index.php/institucion/quienes-somos>
5. Ecuador. Ley orgánica de la economía popular y solidaria y del sector financiero popular y solidario. Registro Oficial. Disponible en: <https://www.cosede.gob.ec/wp-content/uploads/2013/09/leyorganicadelaeconomiapopularysolidariaydelsectorfinanciero.pdf> 2011; (444).
6. Garavito Góez D. Microcréditos: evolución y situación actual del sistema de microfinanzas en Colombia. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/44433> 2016.
7. Guilcapi AM. Evaluación de los microcréditos otorgados por la Cooperativa de ahorro y crédito Riobamba Ltda., y su incidencia en el desarrollo socioeconómico del sector microempresarial de la ciudad de Guano periodo 2014. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo; 2016.
8. Hernández R. Metodología de la investigación. La Habana: Felix Varela; 2014.
9. Kerlinger FN, Lee HB. Investigación del comportamiento. Métodos de investigación en ciencias sociales. México: McGraw-Hill; 2002.
10. Martínez C. Investigación descriptiva: definición, tipos y características. Disponible en: <https://www.lifeder.com/investigacion-descriptiva/> 2018.
11. Montaña P, Hinelda B. Disponible en: <https://repositorio.umecit.edu.pa/entities/publication/bcf2d94d-2917-4dbf-ba20-95372ab37829> 2021.
12. Morales NA. El microcrédito como herramienta trascendental para el desarrollo de las actividades comerciales y productivas en la provincia de Chimborazo, Caso: Cooperativa de Ahorro y Crédito Riobamba Ltda. Período 2008-2012. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/6096/T-PUCE6333.pdf?sequence=1&isAllowed=y> 2013.
13. Orozco Becerra BD. Los Microcréditos de la COAC Riobamba Ltda., Agencia Guano y su incidencia en el desarrollo microempresarial del cantón Guano, periodos 2020–2021 (Bachelor's thesis, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador); 2024.
14. Parker J, Pearce D. Microfinanzas, donaciones y respuestas no financieras para la reducción de la pobreza: ¿Dónde encaja el microcrédito? CGAP; Disponible en: <https://www.findevgateway.org/sites/default/files/publications/files/mfg-es-documento-microfinanzas-donaciones-y-respuestas-no-financieras-para-la-reduccion-de-la-pobreza-donde-encaja-el-microcredito-10-2001.pdf> 2001 Oct.
15. Pérez Porto J, Merino M. Método deductivo. Disponible en: <https://definicion.de/metodo-deductivo/> 2021 Oct 18.
16. Santa H, Martins G. Estudios de campo. Una nueva perspectiva. Colombo: Ediciones Ruiz; 2010.

17. SEPS (Superintendencia de Economía Popular y Solidaria). Disponible en: <https://www.seps.gob.ec/> 2011.
18. Sumba BR, Santistevan VK. Las microempresas y la necesidad de fortalecimiento: reflexiones de la zona sur de Manabí, Ecuador. Manabí, Ecuador: Revista Universidad y Sociedad; 2018.
19. Tamayo M. El Proceso de la Investigación Científica. México: Lumisa; 2012.
20. Jones D. Microfinance and Its Discontents: Women in Debt in Bangladesh. Minneapolis: University of Minnesota Press; 2011.
21. Yunus M. Building Social Business: The New Kind of Capitalism that Serves Humanity's Most Pressing Needs. New York: PublicAffairs; 2010.
22. Ledgerwood J, White V. Transforming Microfinance Institutions: Providing Full Financial Services to the Poor. Washington, D.C.: World Bank; 2006.
23. Rutherford S. The Poor and Their Money. Oxford: Oxford University Press; 2000.
24. Collins D, Morduch J, Rutherford S, Ruthven O. Portfolios of the Poor: How the World's Poor Live on \$2 a Day. Princeton: Princeton University Press; 2009.
25. Schreiner M, Colombet HH. From Urban to Rural: Lessons for Microfinance from Argentina. Development and Policy Review. 2001;19(3):339-354.

INNOVACIÓN FINANCIERA Y GESTIÓN DE RIESGOS, COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO COORAMBATO LTDA., PERIODO 2020-2023

FINANCIAL INNOVATION AND RISK MANAGEMENT, COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO COORAMBATO LTDA. PERIODO 2020-2023

Paola Fernanda García Andrango¹, Cintya Lisbeth Tello Núñez²

{paola.garcia@unach.edu.ec¹, cintya.tello@unach.edu.ec²}

Fecha de recepción: 27/11/2024 / Fecha de aceptación: 03/11/2025 / Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: La integración de innovación tecnológica en la gestión de riesgos ha evolucionado a enfoques más tecnológicos, incorporando variables financieras tradicionales e influyendo datos alternativos para una evaluación más precisa y personalizada de riesgos. El presente trabajo tiene el objetivo de evaluar la efectividad de las estrategias de innovación financiera y gestión de riesgos implementadas por la Cooperativa de Ahorro y Crédito Coorambato Ltda. durante el periodo 2020-2023. La metodología aplicada fue un enfoque mixto de tipo correlacional, en donde se realizó una entrevista al gerente de la entidad y ocho encuestas aplicadas a los principales actores de innovación y gestión de riesgos de la institución y se aplicó el coeficiente Pearson. Dentro de los resultados, se evidenció que existió un avance en innovación tecnológica y gestión de riesgos. La adopción de herramientas como el software Vima Sistem y las plataformas ELTHON y VIP-G reflejó el esfuerzo por modernizar procesos internos, optimizando la eficiencia operativa y la gestión de riesgos, destacando que para el 75% de los encuestados las medidas adoptadas en innovación financiera fueron las adecuadas en la gestión de riesgos y esto disminuyó los indicadores de morosidad y aumento de la cobertura, además se obtuvo una correlación fuerte de 0,829 destacando que la innovación financiera tiene incidencia en la gestión de riesgos en la cooperativa. Como conclusión se destaca que estas estrategias ayudan al seguimiento constante, provisiones completas para cubrir riesgos crediticios y la creación de áreas estratégica como auditoría y riesgos, lo que refleja un enfoque integral para la innovación y sostenibilidad operativa. La evaluación crediticia y medidas de alivio financiero durante la pandemia ayudaron al seguimiento y mejores prácticas de la entidad, lo que refleja un enfoque integral para la innovación y sostenibilidad operativa.

Palabras clave: cooperativa, innovación, estrategia, sostenibilidad, gestión de riesgos.

¹Maestrante de la Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), Riobamba- Ecuador, <https://orcid.org/0009-0005-6031-1542>.

²Docente en Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), Riobamba-Ecuador. <http://orcid.org/0009-0008-8045-6273>.

ABSTRACT: The integration of technological innovation in risk management has evolved to more technological approaches, incorporating traditional financial variables and influencing alternative data for a more precise and personalized risk assessment. The present work aims to evaluate the effectiveness of the financial innovation and risk management strategies implemented by the Coorambato Savings and Credit Cooperative Ltda. during the period 2020-2023. The methodology applied was a mixed correlational approach, where an interview was conducted with the entity's manager and eight surveys were applied to the main actors in innovation and risk management of the institution and the Pearson coefficient was applied. As a main result, it was evident that there was progress in technological innovation and risk management. The adoption of tools such as Vima Sistem software and the ELTHON and VIP-G platforms reflected the effort to modernize internal processes, optimizing operational efficiency and risk management, highlighting that for 75% of respondents the measures adopted in financial innovation were adequate in risk management and this decreased the indicators of delinquency and increased coverage, in addition a strong correlation of 0.829 was obtained, highlighting that financial innovation has an impact on risk management in the cooperative. In conclusion, these strategies contribute to continuous monitoring, full provisioning to cover credit risks, and the creation of strategic areas such as auditing and risk management, reflecting an integrated approach to innovation and operational sustainability. Credit evaluation and financial relief measures during the pandemic supported monitoring and improved institutional practices, reinforcing a comprehensive approach to innovation and operational sustainability.

Keywords: cooperative, innovation, strategy, sustainability, risk management, financial

INTRODUCCIÓN

Las innovaciones financieras en cooperativas de América Latina han evolucionado considerablemente en las últimas décadas, impulsadas por la necesidad de ampliar el acceso a servicios financieros, fomentar la inclusión social y mejorar la competitividad frente a la banca tradicional. En un inicio, las cooperativas se enfocaron en brindar productos básicos como ahorro y crédito, dirigidos principalmente a sectores rurales y desatendidos (1).

En Ecuador, las cooperativas utilizan modelos de microfinanzas y créditos productivos para apoyar a microempresarios y agricultores. Además, han implementado sistemas de calificación crediticia alternativos, basados en el historial comunitario y la confianza, lo que ha permitido atender a personas sin acceso a la banca formal. Más recientemente, la adopción de servicios de pago electrónico y billeteras digitales ha sido un hito importante, promovido por la regulación financiera y la expansión del uso de QR para pagos móviles (2).

A nivel regional, las cooperativas también han incorporado prácticas de finanzas sostenibles, como créditos verdes y fondos para proyectos de energía renovable, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (3). A nivel local, las entidades cumplen una función

particular en cuanto a la intermediación financieras al lograr el acceso a servicios financieros a individuos y corporaciones que de otra forma quedarían excluidas (4), (5).

En los últimos diez años, las cooperativas han empezado a adoptar innovaciones tecnológicas con el propósito de mejorar su alcance y la eficiencia (6), (7). La implementación de estas, en plataformas de banca móvil, medios digitales de pagos y automatización de sistemas en los procesamientos de créditos, implica que estas entidades modernicen sus operaciones y con ello competir de una manera eficaz con las otras entidades financieras y los bancos (8), (9), (10).

En Ecuador existen hasta el 2022 con 16.261 instituciones, de estos 451 son Cooperativas de Ahorro y Crédito y mutualistas en donde hay 6.645.165 personas se encuentran vinculadas al Sector Financiero Popular y Solidario (11). En este contexto, existen cooperativas que han mejorado su competitividad mediante la implementación de innovaciones tecnológicas. Uno de esos casos es Jardín Azuayo misma que ha implementado una plataforma exitosa de banca móvil, se puede observar el crecimiento a nivel nacional de la Cooperativa JEP, la cual ha instalado cajeros automáticos en varios puntos del país (12).

La innovación financiera, definida como la adopción de tecnologías nuevas, modelos y productos financieras, ha evidenciado ser un factor relevante en la mejora de la eficiencia y seguridad en la gestión de las cooperativas (13). En este contexto, la gestión de riesgos, entendida como el proceso de análisis, identificación y mitigación de los riesgos financieros, de mercado y operativos, cobra una relevancia específica, ya que una adecuada implementación de innovaciones puede optimizar este proceso y proteger a las entidades de posibles fallos o crisis (14)

Uno de los elementos innovadores implementados es el uso de Big Data y con ello el análisis predictivo que apoyan a la toma de decisiones. Estas herramientas de acuerdo con (15) funcionan mediante la recopilación y análisis de una gran número de datos, en donde las entidades financieras como las cooperativas pueden evaluar más precisamente el riesgo de crédito de sus clientes (16). El análisis predictivo, facilita la identificación temprana de patrones de incumplimiento, permitiendo a las instituciones anticiparse a posibles problemas.

La implementación de innovaciones financieras según (17), (18) mejora la gestión de riesgos y la eficiencia operativa de las cooperativas haciendo que exista una mayor identificación de los riesgos mediante alertas temprana. Según (18), (19) el adoptar nuevas tecnologías, permiten a las cooperativas ofrecer servicios y productos accesible y personalizado, atrayendo una base de clientes mayor (20), (21), (22).

La teoría expone que la innovación financiera se refiere al uso de tecnologías nuevas en servicios y productos en el sistema financiero, con el propósito de optimizar la eficiencia, además de reforzar la seguridad y ampliar las alternativas financieras y de inversión (23), (24). Las cooperativas, tradicionalmente se caracterizaban por brindar productos básicos financieros a las comunidades locales, que se encontraban en zonas rurales o semiurbanas (25), (26).

Las teorías más influyentes se encuentran desarrollada por Markowitz en el año de 1952 en su obra titulada “Portafolio Selección”, la cual establece que el riesgo total de una inversión es menor cuando existe una diversificación de la cartera (27), para las cooperativas, la teoría ayuda en la gestión de la cartera adecuada y diversificada (28). Otra de las teorías es el modelo de Value at Risk (VaR) en el año de 1994, popularizada por el banco de inversiones J.P.Morgan, la cual es una herramienta de tipo cuantitativa para identificar riesgos financieros (29), (30).

A pesar de las oportunidades que ofrece la innovación financiera como procesos automatizados, menor errores y mayor productividad, también presenta desafíos considerables en cuanto a la gestión de riesgos (29), (30), debido a la falta de conocimiento, capacitación y principalmente baja cultura digital. Bajo este sentido, la Cooperativa Coorambato Ltda. enfrentó el reto de fortalecer sus mecanismos de gestión de riesgos para asegurar que las nuevas innovaciones no comprometieran su solidez financiera ni la confianza de sus socios.

Por lo mencionado, es necesario analizar como incide la innovación financiera en la gestión de riesgo en la Cooperativa de ahorro y crédito Coorambato Ltda., situado en la ciudad de Ambato, durante el periodo 2020-2023 para alcanzar este objetivo primero se propone: aplicar técnicas de análisis financiero para identificar cómo las innovaciones introducidas en la cooperativa y como han impactado en la gestión de riesgos operativos y de crédito, luego analizar los cambios en los indicadores de rendimiento financiero de la entidad como resultado de la implementación de nuevas herramientas y procesos de gestión de riesgos y finalmente comprender las estrategias adoptadas por la institución para incorporar tecnologías financieras y evaluar su efectividad en mejorar la accesibilidad y calidad de los servicios a los socios desde período de análisis. Para ello se plantea la hipótesis: la innovación financiera incide en la gestión de riesgos en la Cooperativa de ahorro y crédito Coorambato Ltda. De Ambato durante el periodo de análisis.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio sobre Innovación financiera y gestión de riesgos en la Cooperativa de Ahorro y Crédito Coorambato Ltda., periodo 2020-2023, se desarrolló con un enfoque metodológico mixto, que se combinó técnicas cualitativas y cuantitativas para garantizar un análisis integral del tema. En primer lugar, se realizó un análisis documental que consistió en la revisión y recopilación de informes, manuales, políticas internas y estadísticas financieras proporcionadas por la entidad, así como la revisión de artículos científico de Scopus, Scholar y Web of Science. Este análisis ayudó a entender el contexto de la cooperativa, su estructura operativa y los cambios realizados en sus procesos. Entre los documentos revisados se incluyeron el manual de crédito actualizado en 2023, reportes de rendimiento financiero, estados financieros de los años 2020-2023 de la entidad y datos sobre la adopción de herramientas tecnológicas como el software Vima Sistema y las plataformas ELTHON y VIP-G. Este componente documental fue fundamental para establecer una línea base del estudio y contextualizar las innovaciones introducidas.

Por otro lado, se aplicó la metodología cuantitativa para aplicar la técnica de encuesta instrumentada a través del cuestionario con preguntas cerradas y estructuradas bajo la escala de

Likert, abordando temas como el acceso a herramientas tecnológicas, la suficiencia de los protocolos de administración de riesgos, la incidencia de las medidas de innovación en la reducción de morosidad y la calidad del servicio a los socios. También se aplicó el tipo de investigación correlacional la cual permitió la comprobación de la hipótesis mediante el uso del coeficiente de Pearson aplicado a las respuestas obtenidas a través de la encuesta. Dentro de lo mencionado, se realizó un análisis financiero para estudiar los cambios de los indicadores de la entidad en el periodo 2020-2023. Para complementarlo, se aplicó la metodología cualitativa en donde se realizó una entrevista semiestructurada al gerente de la cooperativa, con el objetivo de profundizar en las estrategias adoptadas y los desafíos enfrentados en la implementación de innovaciones financieras. Las preguntas estuvieron orientadas a explorar los cambios tecnológicos y organizativos, el impacto de las herramientas en la gestión de riesgos y la respuesta de la entidad frente a sucesos exógenos el COVID-19.

El diseño metodológico también incluyó el uso de herramientas de análisis de datos, como el Software SPSS para interpretar los resultados de la encuesta con los hallazgos cualitativos obtenidos de la entrevista y el análisis documental. La relación de estos métodos garantizó una visión integral del fenómeno estudiado, integrando tanto las perspectivas estratégicas de la gerencia como la percepción operativa del personal. Este estudio permitió generar hallazgos que reflejaron la eficacia de las estrategias que se implementaron y los retos y oportunidades para la sostenibilidad operativa de la entidad.

Por último, se realizó un análisis con información proveniente de otras cooperativas del mismo segmento, lo que permitió contrastar las estrategias de innovación financiera y gestión de riesgos implementadas por Coorambato Ltda. con las de sus pares. Este ejercicio fue útil para identificar prácticas comunes, áreas de oportunidad y elementos diferenciadores en la gestión de riesgos. Este componente agregó una dimensión externa al estudio, enriqueciendo el análisis y facilitando recomendaciones estratégicas fundamentadas en el contexto competitivo del sector.

RESULTADOS

En este acápite se coloca los principales resultados que se obtuvieron del análisis de indicadores, la entrevista aplicada al gerente de la cooperativa y la encuesta aplicada a los colaboradores. A continuación, se presentan los indicadores más relevantes de la entidad en la Tabla 1:

Tabla 1. Indicadores de riesgo de crédito de la Cooperativa Coorambato Ltda. y del Sistema Cooperativo Segmento 3 en el periodo 2020-2023.

| COOPERATIVA COORAMBATO | 2023 | 2022 | 2021 | 2020 |
|-----------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Morosidad consumo | 2,39% | 0,00% | 3,55% | 1,31% |
| Morosidad microcrédito | 8,73% | 7,42% | 14,17% | 17,79% |
| Morosidad | 8,49% | 7,21% | 14,01% | 17,15% |
| Cobertura cartera consumo | 109,89% | 0,00% | 158,82% | 175,49% |
| Cobertura cartera de microcrédito | 120,94% | 190,08% | 129,61% | 81,17% |

**INNOVACIÓN FINANCIERA Y GESTIÓN DE RIESGOS, COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO COORAMBATO LTDA., PERIODO
2020-2023**

| | | | | |
|---------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Cobertura cartera problemática | 120,82% | 190,91% | 129,72% | 81,45% |
| Gastos de operación/margen financiero | 92,01% | 96,58% | 95,18% | 94,21% |
| SISTEMA COOPERATIVO SEGMENTO 3 | 2023 | 2022 | 2021 | 2020 |
| Morosidad consumo | 6,27% | 4,17% | 4,41% | 5,29% |
| Morosidad microcrédito | 9,36% | 5,85% | 7,65% | 8,39% |
| Morosidad | 8,16% | 5,27% | 6,43% | 7,12% |
| Cobertura cartera consumo | 91,29% | 120,02% | 106,19% | 95,16% |
| Cobertura cartera de microcrédito | 87,51% | 5,85% | 91,36% | 9,18% |
| Cobertura cartera problemática | 90,75% | 113,82% | 97,80% | 92,61% |
| Gastos de operación/margen financiero | 103,85% | 104,31% | 104,32% | 104,15% |

Nota. Tomado de la información interna de Coorambato Ltda.

En la Tabla 1 del análisis de los indicadores de la Cooperativa Coorambato en comparación con el Sistema Cooperativo Segmento 3 durante el período 2020-2023, evidencia una mejora significativa en la gestión del riesgo de crédito por parte de la entidad. En términos de morosidad general, la logró reducir este indicador de 17,15% en 2020 a 8,49% en 2023, lo que contrasta con el sistema, donde la morosidad promedio fue más estable pero menos favorable, con un aumento de 7,12% en 2020 a 8,16% en 2023. La reducción de la morosidad destaca aún más en el segmento de microcrédito, donde disminuyó de 17,79% en 2020 a 8,73% en 2023, reflejando medidas efectivas de control y seguimiento crediticio frente a un comportamiento más variable en el sistema.

En cuanto a la cobertura de cartera problemática, Coorambato también se posicionó por encima del sistema en todos los años analizados, alcanzando un 120,82% en 2023 frente al 90,75% del sistema. Este alto nivel de cobertura indica una mayor capacidad de la entidad para absorber potenciales pérdidas derivadas de créditos problemáticos, mitigando así el impacto financiero. Adicionalmente, el indicador de gastos de operación/margen financiero de Coorambato mantuvo una tendencia decreciente, situándose en 92,01% en 2023, significativamente más eficiente que el 103,85% observado en el sistema cooperativo. Estos resultados demuestran que las medidas adoptadas por Coorambato, como una mayor provisión para riesgos y estrategias de recuperación, han sido eficaces en la mitigación del riesgo de crédito y en el fortalecimiento de su estabilidad financiera.

Por otro lado, se destaca el incremento en gastos de programas de computación en donde en el año 2020 el valor era cero, mientras que para los siguientes años paso de \$6.132,02 en el año 2021, \$2.532,26 en el año 2022 y \$ 5.076,72 en el año 2023, reflejando la inversión que la entidad ha realizado a partir del COVID-19 en los programas y software para mejorar el control y monitoreo de la gestión de riesgos de la entidad.

En contraste, también se realiza en análisis financiero de las variaciones del rendimiento financiero de la cooperativa, a continuación, se presentan los resultados en la tabla 2:

Tabla 2. Indicadores de rendimiento de Cooperativa Coorambato Ltda. y del Sistema Cooperativo Segmento 3 en el periodo 2020-2023.

| COOPERATIVA COORAMBATO | 2023 | 2022 | 2021 | 2020 |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Resultados del ejercicio / Patrimonio promedio | 1,88% | 0,89% | 3,34% | 1,50% |
| Resultados del ejercicio / Activo promedio | 0,49% | 0,28% | 1,14% | 0,49% |
| SISTEMA COOPERATIVO SEGMENTO 3 | 2023 | 2022 | 2021 | 2020 |
| Resultados del ejercicio / Patrimonio promedio | 0,97% | 0,63% | 0,55% | 0,81% |
| Resultados del ejercicio / Activo promedio | 0,17% | 0,10% | 0,10% | 0,15% |

Nota. Tomado de la información interna de Coorambato Ltda.

Al analizar los indicadores de rendimiento, se observó que la Cooperativa muestra un desempeño notable en comparación con el patrimonio del sistema cooperativo en el periodo 2020-2023. En términos del ROE (Rentabilidad sobre el patrimonio), la entidad ha mantenido cifras consistentemente mayores, en donde el año 2021 es el de mayor relevancia con un 3,34% frente al 0,55% del segmento 3. Aunque su tendencia es más volátil con caídas marcadas en el año 2022 y recuperación en el 2023 (1,88%), esta volatilidad refleja su capacidad para asumir riesgos. Sin embargo, el segmento 3 muestra un comportamiento estable, pero con incrementos moderados y una rentabilidad que alcanzó apenas el 0,97% en el año 2023, indicando una gestión conservadora la cual prioriza estabilidad sobre el crecimiento agresivo.

En lo referente a la rentabilidad sobre el activo promedio, Coorambato también supera ampliamente al promedio del segmento 3, con valores mayores en todos los años analizados. En 2023, registra un 0,49% triplicado el 0,17% del segmento 3. Sin embargo, su tendencia es igualmente irregular, con valores mayores en el año 2021 (1,14%) y caídas posteriores. Estos resultados destacan la eficiencia de la cooperativa en la utilización de activos, aunque con riesgos asociados a la fluctuación de sus resultados. En contraste, el segmento 3 mantiene un desempeño estable, pero limitado, con un aumento gradual de 0,10% en 2021-2022 a 0,17% en 2023. Esto refleja la necesidad de estrategias más innovadoras que mejoren su competitividad y con ello alcanzar niveles similares a los de la entidad.

En cuanto a los resultados obtenidos de la entrevista, se desprende que, durante el período analizado, la Cooperativa de Ahorro y Crédito Coorambato Ltda. evidenció un enfoque progresivo hacia la innovación financiera y tecnológica. De acuerdo con la entrevista realizada al gerente, aunque en 2020 no se implementaron cambios significativos, en el año 2023 realizaron la actualización del manual de crédito, lo que mejoró la metodología de análisis de los microcréditos, que es el producto más demandado por los socios. Paralelamente, la entidad adoptó herramientas tecnológicas, como el cambio al software Vima Sistema en 2021, y fue complementado por las plataformas ELTHON y VIP-G que fortalecen la gestión de riesgos financieros, en cumplimiento de las normativas del ente de control.

Por su parte, la gestión estratégica enfrentó desafíos, lo que resaltó la necesidad de adquirir software financiero más avanzado y la creación de áreas críticas como el departamento de riesgos y auditoría con ello se integró la estructura organizativa. Es así como, la cooperativa implementó criterios más estrictos de evaluación crediticia, entre ellos el no tener garantías familiares y

calificando únicamente solicitudes con puntuaciones superiores a 700 en el buró crediticio. Además, se incluyó un nuevo producto financiero orientado en créditos productivos para emprendedores y que solo sean productivos, financiados con recursos externos.

En ese sentido, a pesar de los retos impuestos por fluctuaciones económicas y sociales, como los impactos de la pandemia de COVID-19, la entidad ha logrado mantener indicadores positivos. Las estrategias de gestión de riesgos que incluyen los de alivio financiero en la pandemia como lo es los aplazamientos de pagos y ajustes en los días de morosidad, aportaron de gran ayuda para el crecimiento de la entidad. Asimismo, impulsó una cultura organizacional enfocada a la innovación mediante la implementación gradual de herramientas tecnológicas. El monitoreo constante, así como, las provisiones completas para cubrir la morosidad y el margen de intermediación positivo han ubicado a la cooperativa en el puesto nueve del segmento 3 a nivel nacional hasta septiembre de 2024, lo que refleja una adaptación a las innovaciones actuales.

En referencia a la encuesta, a continuación, se presenta los principales resultados obtenidos de la encuesta aplicada a 8 colaboradores de las áreas clave de la entidad. En primera instancia se incluyen dos preguntas más relevantes del estudio:

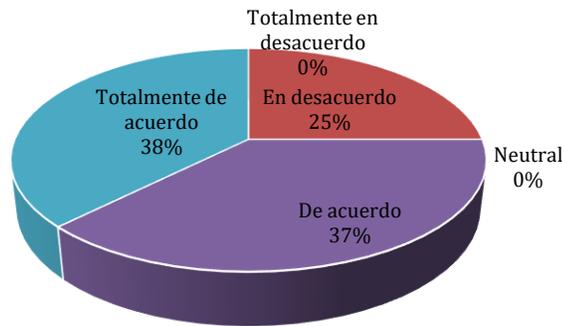


Figura 1. Existencia de un sistema automatizado de evaluación de riesgo crediticio.

Nota. Información tomada de la encuesta realizada.

Al analizar sobre si existe un sistema automatizado de evaluación de riesgo crediticio, los encuestados respondieron: el 38% están totalmente de acuerdo, el 25% se encuentran en desacuerdo y el 37% están de acuerdo, lo que indica que la entidad posee un sistema que permite la correcta evaluación de riesgo ver en la Figura 1.

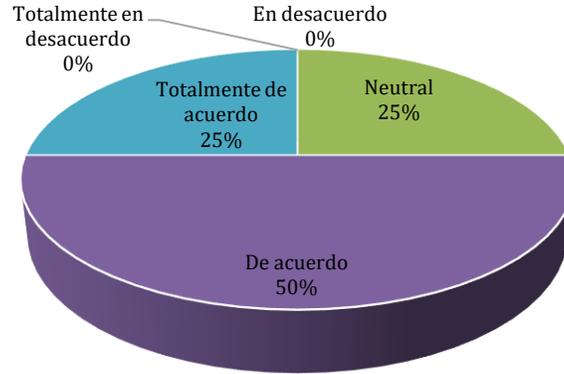


Figura 2. Implementación de medidas adicionales de gestión de riesgos adecuadas debido a la pandemia de COVID-19.

Nota. Información tomada de la encuesta realizada.

Al analizar Implementación de medidas adicionales de gestión de riesgos adecuadas debido a la pandemia de COVID-19, los encuestados respondieron: el 50% se encuentran de acuerdo, el 25% están totalmente de acuerdo y para el 25% fue neutral.

Posteriormente, se establece el resto de las preguntas establecidas a los miembros del departamento de riesgos, en donde las respuestas fueron las siguientes:

Tabla 3. Tabulación de respuestas de la encuesta sobre innovación financiera y gestión de riesgo.

| Pregunta | Descripción | Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Neutral | De acuerdo | Totalmente de acuerdo |
|---|--|--------------------------|---------------|---------|------------|-----------------------|
| Uso de innovación | ¿Considera el uso de innovaciones financieras en la gestión de riesgos dentro de la cooperativa? | 0 | 3 | 1 | 2 | 2 |
| | | 0,00% | 37,50% | 12,50% | 25,00% | 25,00% |
| Estrategias de innovación | ¿Se revisan las estrategias de innovación financiera en la cooperativa continuamente? | 0 | 0 | 1 | 5 | 2 |
| | | 0,00% | 0,00% | 12,50% | 62,50% | 25,00% |
| Herramientas tecnológicas | ¿Son accesibles son las herramientas tecnológicas para el personal de diferentes niveles dentro de la cooperativa? | 0 | 2 | 0 | 3 | 3 |
| | | 0,00% | 25,00% | 0,00% | 37,50% | 37,50% |
| Protocolos establecidos | ¿Los protocolos establecidos para manejar riesgos operativos en los procesos financieros son suficientes? | 0 | 0 | 2 | 4 | 2 |
| | | 0,00% | 0,00% | 25,00% | 50,00% | 25,00% |
| Análisis predictivo o inteligencia artificial | ¿La cooperativa utiliza análisis predictivo o inteligencia artificial para la gestión de riesgos? | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 |
| | | 12,50% | 37,50% | 25,00% | 12,50% | 12,50% |
| | | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 |

**INNOVACIÓN FINANCIERA Y GESTIÓN DE RIESGOS, COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO COORAMBATO LTDA., PERIODO
2020-2023**

| | | | | | | |
|--------------------------------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| Auditorías internas periódicas | ¿Se realizan auditorías internas periódicas para evaluar la efectividad de las innovaciones en gestión de riesgos? | 12,50% | 12,50% | 25,00% | 12,50% | 37,50% |
| Reducción de morosidad | ¿Las innovaciones financieras han reducido significativamente los índices de morosidad? | 0 | 2 | 1 | 4 | 1 |
| Herramientas tecnológicas actuales | ¿El personal considera que las herramientas tecnológicas actuales son suficientes para gestionar los riesgos financieros? | 0,00% | 25,00% | 12,50% | 37,50% | 25,00% |
| Sistema de gestión de riesgos | El sistema de gestión de riesgos de la cooperativa es efectivo en la detección temprana de posibles incumplimientos. | 0 | 1 | 2 | 3 | 2 |
| Capacitación | ¿La capacitación recibida por el personal de riesgos es adecuada para enfrentar los desafíos de los nuevos productos financieros? | 0,00% | 12,50% | 25,00% | 37,50% | 25,00% |
| Cultura Organizacional | ¿La cultura organizacional de la cooperativa fomenta la adopción de innovaciones financieras para mejorar la gestión de riesgos? | 0 | 1 | 2 | 5 | 0 |
| Manejo las herramientas tecnológicas | ¿Están preparados los miembros del personal para manejar las herramientas tecnológicas introducidas recientemente? | 0,00% | 12,50% | 0,00% | 37,50% | 50,00% |
| Calidad de Servicio | ¿Considera que la calidad de servicio a los socios ha mejorado como resultado de las innovaciones financieras? | 0 | 0 | 1 | 4 | 3 |
| | | 0,00% | 0,00% | 12,50% | 50,00% | 37,50% |

Nota. Información tomada de la encuesta realizada.

Con los resultados obtenidos de la encuesta y la entrevista se desprende que durante el periodo 2020-2023, la entidad implementó diversas estrategias centradas en la adopción de tecnologías financiera para mejorar la accesibilidad y calidad de los servicios ofrecidos a sus socios. Una de las principales iniciativas fue la actualización de su manual de crédito, lo que permitió optimizar el análisis de microcréditos, disminuyendo el tiempo de procesamiento y ajustando los criterios de evaluación a las necesidades de los socios emprendedores. Paralelamente, se adaptaron herramientas tecnológicas como el software Vima Sistema y las plataformas ELTHON y VIP-G, las cuales fortalecieron la gestión de riesgos mediante un análisis más preciso y predictivo de los indicadores financieros, las cuales facilitaron la toma de decisiones estratégicas.

Además, el diseño de productos financieros orientados a créditos productivos fue imperante para apoyar a los emprendedores locales potenciando sus proyectos e impulsando el desarrollo económico de la región. Estas mejoraron la eficiencia operativa aumentando la confianza de los

socios al evidenciar un enfoque más transparente y personalizado en los servicios. La integración de estas tecnologías mejoró las experiencias del usuario, mayor alcance de los servicios especialmente en contextos difíciles como la pandemia.

Luego de lo analizado, se procedió con la comprobación de hipótesis, mediante la aplicación del tipo de investigación correlacional y con la determinación del Coeficiente, de Pearson aplicado a las respuestas obtenidas de la encuesta. En este sentido, se escogieron las siguientes preguntas:

1. ¿Considera el uso de innovaciones financieras en la gestión de riesgos dentro de la cooperativa?
2. ¿Se revisan las estrategias de innovación financiera en la cooperativa continuamente?
3. ¿Son accesibles son las herramientas tecnológicas para el personal de diferentes niveles dentro de la cooperativa?
4. ¿La cooperativa cuenta con un sistema automatizado de evaluación de riesgo crediticio?
7. ¿La cooperativa utiliza análisis predictivo o inteligencia artificial para la gestión de riesgos?
9. ¿Las innovaciones financieras han reducido significativamente los índices de morosidad?
10. ¿El personal considera que las herramientas tecnológicas actuales son suficientes para gestionar los riesgos financieros?
11. ¿El sistema de gestión de riesgos de la cooperativa es efectivo en la detección temprana de posibles incumplimientos?
12. ¿La capacitación recibida por el personal de riesgos es adecuada para enfrentar los desafíos de los nuevos productos financieros?
13. ¿La cultura organizacional de la cooperativa fomenta la adopción de innovaciones financieras para mejorar la gestión de riesgos?

Luego de escoger las preguntas, se procedió con la aplicación del Coeficiente de Pearson, mediante el uso del software SPSS y con el apartado de análisis de correlación, en donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 4. Resultados de la aplicación del Coeficiente de Pearson.

| | | P1 | P2 | P3 | P4 | P7 | P9 | P10 | P11 | P12 | P13 |
|-----------|------------------------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| P1 | Correlación de Pearson | 1 | -0,295 | 0,365 | 0,303 | 0,000 | -0,530 | -0,159 | 0,365 | 0,413 | 0,000 |
| | Sig. (bilateral) | | 0,478 | 0,374 | 0,465 | 1,000 | 0,176 | 0,707 | 0,374 | 0,310 | 1,000 |
| | N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| P2 | Correlación de Pearson | -0,295 | 1 | -0,592 | 0,022 | 0,304 | -0,104 | 0,633 | 0,269 | 0,091 | 0,442 |
| | Sig. (bilateral) | 0,478 | | 0,122 | 0,958 | 0,464 | 0,806 | 0,092 | 0,519 | 0,830 | 0,272 |
| | N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| P3 | Correlación de Pearson | 0,365 | -0,592 | 1 | 0,526 | -0,162 | 0,387 | 0,029 | 0,467 | 0,339 | 0,183 |
| | Sig. (bilateral) | 0,374 | 0,122 | | 0,181 | 0,702 | 0,343 | 0,946 | 0,244 | 0,411 | 0,665 |
| | N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |

**INNOVACIÓN FINANCIERA Y GESTIÓN DE RIESGOS, COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO COORAMBATO LTDA., PERIODO
2020-2023**

| | | | | | | | | | | | |
|------------|------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|
| | N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| P4 | Correlación de Pearson | 0,303 | 0,022 | 0,526 | 1 | 0,648 | 0,375 | ,736* | ,747* | ,829* | 0,379 |
| | Sig. (bilateral) | 0,465 | 0,958 | 0,181 | | 0,082 | 0,360 | 0,037 | 0,033 | 0,011 | 0,354 |
| | N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| P7 | Correlación de Pearson | 0,000 | 0,304 | -0,162 | 0,648 | 1 | 0,000 | 0,633 | 0,269 | 0,700 | 0,147 |
| | Sig. (bilateral) | 1,000 | 0,464 | 0,702 | 0,082 | | 1,000 | 0,092 | 0,519 | 0,053 | 0,728 |
| | N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| P9 | Correlación de Pearson | -0,530 | -0,104 | 0,387 | 0,375 | 0,000 | 1 | 0,394 | 0,258 | -0,073 | 0,354 |
| | Sig. (bilateral) | 0,176 | 0,806 | 0,343 | 0,360 | 1,000 | | 0,334 | 0,537 | 0,864 | 0,390 |
| | N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| P10 | Correlación de Pearson | -0,159 | 0,633 | 0,029 | ,736* | 0,633 | 0,394 | 1 | ,726* | 0,640 | 0,557 |
| | Sig. (bilateral) | 0,707 | 0,092 | 0,946 | 0,037 | 0,092 | 0,334 | | 0,041 | 0,087 | 0,152 |
| | N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| P11 | Correlación de Pearson | 0,365 | 0,269 | 0,467 | ,747* | 0,269 | 0,258 | ,726* | 1 | 0,640 | ,730* |
| | Sig. (bilateral) | 0,374 | 0,519 | 0,244 | 0,033 | 0,519 | 0,537 | 0,041 | | 0,087 | 0,040 |
| | N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| P12 | Correlación de Pearson | 0,413 | 0,091 | 0,339 | ,829* | 0,700 | -0,073 | 0,640 | 0,640 | 1 | 0,103 |
| | Sig. (bilateral) | 0,310 | 0,830 | 0,411 | 0,011 | 0,053 | 0,864 | 0,087 | 0,087 | | 0,808 |
| | N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| P13 | Correlación de Pearson | 0,000 | 0,442 | 0,183 | 0,379 | 0,147 | 0,354 | 0,557 | ,730* | 0,103 | 1 |
| | Sig. (bilateral) | 1,000 | 0,272 | 0,665 | 0,354 | 0,728 | 0,390 | 0,152 | 0,040 | 0,808 | |
| | N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Nota. Información tomada de la encuesta realizada.

Considerando los resultados de la tabla cuatro se observa que las correlaciones significativas se encuentran:

P4 con P10 ($r = 0.736$, $p = 0.037$): Relación moderadamente fuerte entre el sistema automatizado de evaluación de riesgo crediticio (P4) y la percepción de suficiencia de las herramientas tecnológicas actuales (P10).

P4 con P11 ($r = 0.747$, $p = 0.033$): Relación moderadamente fuerte entre el sistema automatizado de evaluación de riesgo crediticio (P4) y la efectividad del sistema de gestión de riesgos en la detección temprana (P11).

P4 con P12 ($r = 0.829$, $p = 0.011$): Relación fuerte entre el sistema automatizado de evaluación de riesgo crediticio (P4) y la capacitación adecuada del personal de riesgos (P12).

P10 con P11 ($r = 0.726$, $p = 0.041$): Relación moderadamente fuerte entre la percepción de suficiencia de las herramientas tecnológicas actuales (P10) y la efectividad del sistema de gestión de riesgos en la detección temprana (P11).

P11 con P13 ($r = 0.730$, $p = 0.040$): Relación moderadamente fuerte entre la efectividad del sistema de gestión de riesgos en la detección temprana (P11) y la mejora en la calidad de servicio como resultado de las innovaciones financieras (P13).

Con lo mencionado, se realiza la prueba de hipótesis considerando:

Hipótesis nula (H_0): La innovación financiera no tiene incidencia en la gestión de riesgos en la cooperativa.

Hipótesis alternativa (H_1): La innovación financiera tiene incidencia en la gestión de riesgos en la cooperativa.

Basado en las correlaciones proporcionadas y los resultados indican que las correlaciones significativas entre innovación financiera (P4, P10, P12) y gestión de riesgos (P11, P13) respaldan la hipótesis alternativa (H_1), es decir, las herramientas tecnológicas, el sistema automatizado, y la capacitación del personal están positivamente relacionadas con la detección temprana de riesgos y la mejora en la calidad del servicio. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna la cual menciona que la innovación financiera tiene incidencia en la gestión de riesgos en la cooperativa.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la Cooperativa de Ahorro y Crédito Coorambato Ltda. en el periodo 2020-2023 evidenciaron que existió un avance en innovación tecnológica y gestión de riesgos, en línea con los postulados de (1) (2). Los indicadores clave, como la morosidad y la cobertura de cartera riesgosa, reflejaron una evolución positiva al compararse con el promedio del sistema cooperativo del segmento 3. En particular, la reducción de la morosidad total se atribuye a la implementación de un sistema automatizado de evaluación de riesgos crediticios que ha mejorado la capacidad de detección temprana de riesgos y fortalecido la efectividad de las herramientas tecnológicas actuales, lo cual ha sido complementado con una adecuada capacitación del personal.

Las correlaciones encontradas entre la detección temprana de riesgos y la mejora en la calidad del servicio destacan el impacto positivo que han tenido las herramientas y metodologías implementadas en la experiencia de los socios. Los resultados de la encuesta muestran que una proporción significativa de los colaboradores percibe como adecuadas las medidas adicionales

adoptadas durante la pandemia de COVID-19, lo que contribuyó a mejorar la calidad del servicio y reforzar la confianza de los socios. Estas medidas incluyen mejoras en la digitalización de los procesos y el uso de plataformas tecnológicas, lo que está en línea con las mejores prácticas sugeridas por (3) y (4).

Desde una perspectiva de rendimiento financiero la cooperativa mantiene una rentabilidad superior a la media del segmento 3, con un ROE mayor al sistema que se atribuye a la capacidad de asumir riesgos calculados, apoyada por herramientas tecnológicas avanzadas y procesos de capacitación del personal lo que ayuda a una gestión eficiente de los recursos. Aunque los resultados muestran cierta volatilidad, se asocian a la adopción de estrategias innovadoras a largo plazo demostrado ser efectivos en el fortalecimiento de la estabilidad financiera de la cooperativa.

Además, los resultados de la encuesta resaltan que la gestión de riesgos en Coorambato se ha fortalecido mediante la diversificación de carteras y el uso de sistemas automatizados de evaluación crediticia, aspectos que coinciden con lo planteado por (4) y (5) respecto al uso del modelo de diversificación y la aplicación del Value at Risk (VaR) como herramientas esenciales para mitigar riesgos financieros. Sin embargo, la percepción mixta de los colaboradores sobre la eficacia del sistema automatizado y la suficiencia de los protocolos operativos revela áreas de mejora, lo que concuerda con las observaciones de (6) acerca de la importancia de perfeccionar los sistemas de gestión de riesgos operativos.

La integración de productos financieros enfocados al emprendimiento, como los créditos productivos, está en línea con los hallazgos de (6), (7), quienes sostienen que las cooperativas el uno de los principales propósitos de estas entidades es fomentar el desarrollo local e inclusivo. No obstante, la resistencia al cambio tecnológico y las limitaciones de capital señaladas en la literatura (7) persisten como retos para Coorambato, lo que restringe su capacidad para competir eficazmente con otras entidades en zonas que están desatendidas.

La apreciación positiva de los colaboradores sobre la cultura organizacional y la mejora en la calidad del servicio indica que las estrategias de digitalización han sido adecuadamente adaptadas e integradas en sus procesos. Sin embargo, el éxito de estas iniciativas requiere una mayor capacitación del personal, como sugieren (8) y (9), quienes destacan la importancia de ofrecer servicios financieros personalizados y accesibles. A pesar de los desafíos, los avances logrados posicionan a Coorambato en el noveno puesto dentro del segmento 3, lo que evidencia que las estrategias tecnológicas implementadas han contribuido de manera significativa a su crecimiento y competitividad en el sector cooperativo.

Por consiguiente, se concluye que, durante el periodo 2020-2023, la Cooperativa de Ahorro y Crédito Coorambato Ltda. desarrolló e implementó estrategias orientadas a la incorporación de tecnologías financieras y a la mejora de la accesibilidad y calidad de los servicios ofrecidos a sus socios. Entre estas estrategias, destaca la actualización del manual de crédito, lo que permitió optimizar el análisis y la concesión de microcréditos, el producto más demandado por los socios. Asimismo, se implementaron herramientas tecnológicas como el software Vima Sistema y las

plataformas EITON y VIRG, que fortalecieron significativamente la gestión de riesgos financieros y operativos.

De igual manera, se diseñaron productos financieros adaptados a las necesidades de los emprendedores y productores, incluyendo créditos productivos con condiciones preferenciales. Adicionalmente, se establecieron rigurosos criterios de evaluación crediticia y se adoptaron medidas de alivio financiero durante la pandemia, como el aplazamiento de pagos y ajustes en los indicadores de morosidad conforme a la normativa vigente. Estas acciones fueron complementadas con un monitoreo continuo, provisiones completas para cubrir riesgos crediticios y la creación de áreas estratégicas dedicadas a la auditoría y la gestión de riesgos, reflejando un enfoque integral hacia la innovación, sostenibilidad y competitividad operativa.

CONCLUSIONES

Se aplicó técnicas de análisis financiero para identificar cómo las innovaciones introducidas en Coorambato Ltda han impactado en la gestión de riesgos operativos y de crédito desde 2020 hasta 2023. En ese sentido las innovaciones introducidas desde 2020 hasta 2023 tuvieron un impacto en la gestión de riesgos operativos y de crédito ya que mediante la adopción de herramientas tecnológicas como el software Vima Sistema y las plataformas ELTHON y VIP-G se optimizó procesos internos, fortalecido el análisis crediticio y mejorado la capacidad de la cooperativa para mitigar riesgos operativos.

Se analizó los cambios en los indicadores de rendimiento financiero de Coorambato Ltda como resultado de la implementación de nuevas herramientas y procesos de gestión de riesgos durante el periodo 2020-2023. En ese sentido, se evidencia que la entidad ha logrado avances significativos en la gestión del riesgo de crédito entre 2020 y 2023, destacándose en la reducción de la morosidad, especialmente en el segmento de microcréditos, que pasó de 17,79% en 2020 a 8,73% en 2023. Además, el alto nivel de cobertura de cartera problemática y el control eficiente de los gastos operativos en relación con el margen financiero destacan una entidad financieramente sólida frente a las adversidades del mercado, se incluye que el rendimiento de la entidad fue mayor al reflejado por el sistema lo que la hace una institución más rentable frente a su competencia. Estas mejoras fueron impulsadas por medidas estratégicas como la inversión en tecnologías, reflejada en el incremento de gastos en software de gestión de riesgos, que permitieron optimizar el control, monitoreo y mitigación del riesgo crediticio.

Se comprendió las estrategias adoptadas por Coorambato Ltda para incorporar tecnologías financieras y evaluar su efectividad en mejorar la accesibilidad y calidad de los servicios a los socios desde 2020 hasta 2023. En ese sentido se resalta que las principales estrategias aplicadas incluyen la actualización del manual de crédito, lo que mejoró el análisis de microcréditos, la implementación de herramientas tecnológicas como el software Vima Sistema y las plataformas ELTHON y VIP-G fortalecieron la gestión de riesgos, y el diseño de productos financieros se orientaron en créditos productivos para emprendedores.

Además, se establecieron criterios estrictos de evaluación crediticia y se adoptaron medidas de alivio financiero durante la pandemia, como el aplazamiento de pagos y ajustes en la morosidad. Estas estrategias ayudan al seguimiento contante, provisiones completas para cubrir riesgos crediticios y la creación de áreas estratégica como auditoría y riesgos, lo que refleja un enfoque integral para la innovación y sostenibilidad operativa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aldaz N, Yaguache D. Análisis de la cartera de crédito de las Cooperativas de Ahorro y Crédito del Ecuador del segmento 1 (2018-2022). *Reciamuc*. 2024;8(1):156-65. Disponible en: <https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/1258/1974>
2. Alzate, J. (2023). Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en clave con la Economía Social Solidaria y el Cooperativismo. *Revista Visión Contable*, 25(6), 1-25. Obtenido de <http://publicaciones.unaula.edu.co/index.php/VisionContable/article/download/1529/1905>
3. Almache L. Análisis situacional para la innovación de la Unión Provincial de Cooperativas de Ahorro y Crédito de Chimborazo - UPROCACH, año 2023. Repositorio ESPOCH. 2024. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/22601>
4. Álvarez L, Chicaiza G. Liderazgo cuántico y comportamiento innovador en Instituciones Financieras Cooperativas. Repositorio UTC. 2023. Disponible en: <https://repositorio.utc.edu.ec/>
5. Aranda M. Gestión de riesgo crediticio y morosidad en una cooperativa de la región San Martín – 2023. Repositorio UCV. 2024. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/134526>
6. Arias I, Puente M, Vallejo M. Análisis de la innovación financiera como un proceso generador de ingresos en las cooperativas de ahorro y crédito del segmento 1 de la provincia de Chimborazo. *Educación ambiental*. 2021;4(1):1-25. Disponible en: <https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/ConcienciaDigital/article/view/1588>
7. Armijos J, Illescas D, Pacheco A, Chimarro V. Impacto de la COVID-19 en la cartera de las cooperativas de ahorro y crédito. *Sociedad y Tecnología*. 2022;5(2):1-25. Disponible en: <https://institutojubones.edu.ec/ojs/index.php/societec/article/view/205>
8. Barreno, E. (2023). Economía digital en las cooperativas de ahorro y crédito en el cantón de Ambato del segmento uno. Repositorio uta. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/handle/123456789/38130>
9. Benítez J, Ortega Z, Quizphe T, Samaniego G. Retos de las cooperativas de ahorro y crédito del Ecuador en el escenario de post pandemia COVID–19. *Polo del Conocimiento*. 2021;6(11):590-605. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8219373>
10. Brito D, Vásconez L. Gestión crediticia y su incidencia en la liquidez de las Cooperativas de Ahorro y Crédito. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*. 2022;7(1):404-29. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8552222>

11. Bonilla, L., & Coto, L. (2023). Tendencias y dilemas del contexto actual hacia la construcción de una mirada prospectiva. *Cooperativismo & Desarrollo*, 31(125), 1-35. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8916409>
12. Cabezas L. La gestión de riesgos y su articulación con la gestión cooperativa. *COODES*. 2024;12(1):1-7. Disponible en: <https://coodes.upr.edu.cu/index.php/coodes/article/view/719>
13. Chronopoulos I, Raftapostolos A, Kapetanios G. Forecasting Value-at-Risk Using Deep Neural Network Quantile Regression. *Financial Econometrics*. 2024;22(3):636-69. Disponible en: <https://academic.oup.com/jfec/article/22/3/636/7163191>
14. Covri D. Puntuación de crédito en la Cooperativa de Ahorro y Crédito Jardín Azuayo mediante regresión logística. Repositorio CIDIEcuador. 2022. Disponible en: <https://repositorio.cidecuador.org/handle/123456789/2689>
15. Fajardo J, Toscano A, García H, Llanos J. Inteligencia Artificial y Auditoría: Tendencias de la literatura científica. *Panorama Económico*. 2023;31(2):1-25. Disponible en: <https://revistas.unicartagena.edu.co/index.php/panoramaeconomico/article/view/4575>
16. Figueroa L. Toma de decisiones y su influencia en la rentabilidad de la cooperativa Santo Domingo de Guzmán, Cusco, periodo 2022. Repositorio UNSAAC. 2023. Disponible en: <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/8935>
17. Gómez A. Las Fintech y la Inteligencia Artificial: una alianza estratégica en la financiación de las entidades del Tercer Sector. *Revesco*. 2023;23(145):1-25. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9248928>
18. Guamán J. Análisis comparativo de las cinco cooperativas de ahorro y crédito más grandes del Ecuador, entre 2019 y 2021, aplicando el método CAMEL. *Espacios*. 2022;43(11):88-107. Disponible en: <https://www.revistaespacios.com/a22v43n11/a22v43n11p07.pdf>
19. Hernández J, Rocha M. Diseño de un modelo de aplicación de pruebas de software basados en Big Data para el mejoramiento de la calidad y eficiencia de las pruebas en la empresa Outsourcing System - soluciones tecnológicas. Repositorio ucc. 2023. Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/items/81842d22-36a0-4c24-b254-e03eaa18d20a>
20. Morales C. Nivel de penetración de las herramientas de inteligencia artificial en las cooperativas financieras de Costa Rica. 2023;3(1). Disponible en: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/109322222>
21. Müller M, Brutti M. Comparison of Value at Risk (VaR) multivariate forecast models. *Computacional Economics*. 2022;63(25):75-110. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10614-022-10330-x>
22. Oliveira R. Gestão de resultados e práticas income smoothing: Um modelo de dados em painel com cooperativas de crédito brasileiras. *Boletim de Conjuntura*. 2024;18(54):1-25. Disponible en: <https://revista.ioles.com.br/boca/index.php/revista/article/view/5083>
23. Pérez C, Hernández I. Riojana Cooperativa Vitivinífrutícola de La Rioja Limitada. Repositorio ucc. 2020. Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/entities/publication/7b56a80b-ee91-4048-ad69-e375968d2524>
24. Puente M, Arias I, Álvaro P, Uquillas G. Innovación financiera y desarrollo del sector financiera cooperativista. *Visionario digital*. 2022;6(2). Disponible en:

- <https://www.cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/VisionarioDigital/article/view/2113>
25. Quispe M. El control interno basado en el modelo COSO y su impacto en la gestión crediticia de las cooperativas de ahorro y crédito en la provincia de Arequipa, año 2022. Repositorio unsa. 2023. Disponible en: <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/3fe870b3-5389-4945-b04c-21c601e25a91>
 26. Rendón M, Silveris G. Innovación tecnológica y los créditos en una cooperativa de ahorro y crédito, Quevedo 2022. Métricas de uso. 2022;23(4):1-25. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_68191598ea131cfed410ad87c71555a7
 27. Starobinsky G, Gonzalo M, Filipetto S, D'Alessandro M. Dinámica de mercados y esfuerzos tecnológicos en un sistema de innovación periférico: La Riojana Cooperativa Vitivinifrutícola. RIVAR. 2020;7(20):125-38. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0719-49942020000200067&script=sci_arttext&tlng=en
 28. Superintendencia de Economía Popular y Solidaria. Boletín financiero. 2023. Disponible en: <https://estadisticas.seps.gob.ec/>
 29. Vercher N, Herraiz H, Esparcia J. Innovación social y desarrollo en territorios rurales. Algunos ejemplos de buenas prácticas. Mediterráneo económico. 2022;1(35):299-316. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8402906>
 30. Zuña L, Pomaquero J, López J. Innovación financiera y desarrollo del sector financiero cooperativista en el Ecuador. Imaginario social. 2023;6(1):1-10. Disponible en: <https://revista-imaginariosocial.com/index.php/es/article/view/96>

Anexo 1: Entrevista

Objetivo: conocer el grado de innovación financiera en la Cooperativa de Ahorro y Crédito Coorambato Ltda., periodo 2020-2023.

- ¿Qué innovaciones financieras ha implementado la cooperativa durante el período 2020-2023 y cómo han impactado en los servicios ofrecidos a los socios?
- ¿Qué herramientas tecnológicas se han adoptado para mejorar la gestión de riesgos financieros en la cooperativa?
- ¿Cuál ha sido el principal desafío en la implementación de estrategias de innovación financiera en la cooperativa durante estos años?
- ¿Qué criterios utiliza la cooperativa para evaluar el riesgo crediticio en los productos financieros más demandados?
- ¿Cómo se ha adaptado la cooperativa a los cambios regulatorios relacionados con la gestión de riesgos en el sistema financiero?
- ¿Qué mecanismos de monitoreo y control ha implementado la cooperativa para mitigar riesgos operativos y financieros?
- ¿Se han desarrollado nuevos productos o servicios financieros durante el período de análisis? De ser así, ¿cómo se alinean estos con la estrategia de innovación y gestión de riesgos?
- ¿Cómo han afectado las fluctuaciones económicas y sociales recientes (por ejemplo, la pandemia de COVID-19) a la estrategia de gestión de riesgos de la cooperativa?
- ¿Qué medidas ha tomado la cooperativa para fomentar una cultura organizacional enfocada en la innovación y la gestión efectiva de riesgos?
- ¿Cómo se mide el impacto de las innovaciones financieras en la sostenibilidad y rentabilidad de la cooperativa?

Anexo 2: Encuesta

Objetivo: Identificar elementos aplicados de innovación financiera en la Cooperativa de Ahorro y Crédito Coorambato Ltda., periodo 2020-2023, por parte del personal de riesgos de la entidad.

1. ¿Considera el uso de innovaciones financieras en la gestión de riesgos dentro de la cooperativa?

Totalmente en desacuerdo

En desacuerdo

Neutral

De acuerdo

Totalmente de acuerdo

2. ¿Se revisan las estrategias de innovación financiera en la cooperativa continuamente?

Totalmente en desacuerdo

En desacuerdo

Neutral

De acuerdo

Totalmente de acuerdo

3. ¿Son accesibles las herramientas tecnológicas para el personal de diferentes niveles dentro de la cooperativa?

Totalmente en desacuerdo

En desacuerdo

Neutral

De acuerdo

Totalmente de acuerdo

4. ¿La cooperativa cuenta con un sistema automatizado de evaluación de riesgo crediticio?

Totalmente en desacuerdo

En desacuerdo

Neutral

De acuerdo

Totalmente de acuerdo

5. ¿Las medidas adicionales de gestión de riesgos implementadas debido a la pandemia de COVID-19 son adecuadas?

Totalmente en desacuerdo

En desacuerdo

Neutral

De acuerdo

Totalmente de acuerdo

6. ¿Los protocolos establecidos para manejar riesgos operativos en los procesos financieros son suficientes?

Totalmente en desacuerdo

En desacuerdo

Neutral

De acuerdo

Totalmente de acuerdo

7. ¿La cooperativa utiliza análisis predictivo o inteligencia artificial para la gestión de riesgos?

Totalmente en desacuerdo

En desacuerdo

Neutral

De acuerdo

Totalmente de acuerdo

8. ¿Se realizan auditorías internas periódicas para evaluar la efectividad de las innovaciones en gestión de riesgos?

Totalmente en desacuerdo

En desacuerdo

Neutral

De acuerdo

Totalmente de acuerdo

9. ¿Las innovaciones financieras han reducido significativamente los índices de morosidad?

Totalmente en desacuerdo

En desacuerdo

Neutral

De acuerdo

Totalmente de acuerdo

10. ¿El personal considera que las herramientas tecnológicas actuales son suficientes para gestionar los riesgos financieros?

Totalmente en desacuerdo

En desacuerdo

Neutral

De acuerdo

Totalmente de acuerdo

11. El sistema de gestión de riesgos de la cooperativa es efectivo en la detección temprana de posibles incumplimientos.

Totalmente en desacuerdo

En desacuerdo

Neutral

De acuerdo

Totalmente de acuerdo

12. La capacitación recibida por el personal de riesgos es adecuada para enfrentar los desafíos de los nuevos productos financieros.

Totalmente en desacuerdo

En desacuerdo

Neutral

De acuerdo

Totalmente de acuerdo

13. La cultura organizacional de la cooperativa fomenta la adopción de innovaciones financieras para mejorar la gestión de riesgos.

Totalmente en desacuerdo

En desacuerdo

Neutral

De acuerdo

Totalmente de acuerdo

14. ¿Están preparados los miembros del personal para manejar las herramientas tecnológicas introducidas recientemente?

Totalmente en desacuerdo

En desacuerdo

Neutral

De acuerdo

Totalmente de acuerdo

15. ¿Considera que la calidad de servicio a los socios ha mejorado como resultado de las innovaciones financieras?

Totalmente en desacuerdo

En desacuerdo

Neutral

De acuerdo

Totalmente de acuerdo

PROCEDIMIENTOS TÉCNICO-PEDIÁTRICO RADIOLÓGICOS

TECHNICAL-PEDIATRIC RADIOLOGICAL PROCEDURES

Miguel Alejandro Barreno Segovia¹, Oscar Felipe Quintana Benavides², Karol Nicole Diaz Hidalgo³, Juan Carlos Colcha Lema⁴

{miguel_barreno@sangabrielriobamba.edu.ec, oscar_quintana@sangabrielriobamba.edu.ec², karol_diaz@sangabrielriobamba.edu.ec³, juan_colcha@sangabrielriobamba.edu.ec⁴}

Fecha de recepción: 24/12/2024 / Fecha de aceptación: 03/01/2025 / Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: En Ecuador, estudios previos han mostrado que hasta el 60% de los niños enfrentan episodios de ansiedad durante procedimientos médicos de toma de Rayos X, el presente proyecto de innovación aborda la implementación de procedimientos técnicos radiológicos específicos, para pacientes pediátricos en el Hospital San Juan de Riobamba, provincia de Chimborazo. Este trabajo surge ante la gran necesidad de optimizar la calidad diagnóstica, garantizar la protección radiológica y disminuir los episodios de ansiedad y traumas futuros en niños entre 4 a 10 años de edad posterior al examen, para ello se utilizó una técnica basada en pictogramas para mejorar la confianza de los menores. El método demostró una disminución de los episodios ansiosos en el 60% de los menores y con esto se disminuyó la necesidad de repetición de toma radiográfica.

Palabras clave: *Optimizar, imagenología pediátrica, ansiedad, calidad diagnóstica, protección radiológica*

ABSTRACT: In Ecuador, previous studies have shown that up to 60% of children face episodes of anxiety during medical procedures for taking X-rays. This innovation project addresses the implementation of specific radiological technical procedures for pediatric patients at the San Juan Hospital. from Riobamba, province of Chimborazo. This work arises from the great need to optimize diagnostic quality, guarantee radiological protection and reduce episodes of anxiety and future trauma in children between 4 and 10 years of age after the examination. For this, a technique based on pictograms was used to improve the trust of minors. The method demonstrated a decrease in anxious episodes in 80% of the minors and with this the need to repeat radiographic measurements was reduced.

Keywords: *optimize, pediatric imaging, anxiety, diagnostic quality, radiation protection*

¹Instituto Superior Tecnológico San Gabriel, Riobamba, <https://orcid.org/0009-0005-2501-442X>.

²Instituto Superior Tecnológico San Gabriel, Riobamba, <https://orcid.org/0009-0003-0741-5225>.

³Instituto Superior Tecnológico San Gabriel, Riobamba, <https://orcid.org/0009-0002-7138-645X>.

⁴Instituto Superior Tecnológico San Gabriel, Riobamba, <https://orcid.org/0009-0002-8495-9253>.

INTRODUCCIÓN

La radiología pediátrica representa un desafío único debido a la sensibilidad de los pacientes, a los efectos de la radiación ionizante. En el Hospital San Juan de la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo, se implementó un proyecto innovador enfocado en procedimientos técnico-pediátricos radiológicos que logró resultados notables. Este estudio se desarrolló para optimizar la calidad diagnóstica de las imágenes, reducir la exposición innecesaria a la radiación y garantizar una experiencia positiva para los niños, quienes constituyen un grupo particularmente vulnerable (1).

Los procedimientos de imagenología, especialmente en pediatría, pueden generar estrés y ansiedad significativos en los niños. Estudios han indicado que entre el 20% y el 40% de los pacientes pediátricos experimentan algún tipo de reacción psicológica negativa antes, durante o después de procedimientos médicos como las radiografías o resonancias magnéticas, estas reacciones incluyen miedo, ansiedad, y en casos más graves, traumas psicológicos que pueden influir en su percepción de futuras visitas médicas (3). En este contexto, implementar protocolos especializados, como los diseñados en el Hospital San Juan, busca no solo mejorar la calidad técnica de las imágenes, sino también minimizar el impacto psicológico en los niños (2).

Es fundamental que los niños de 4 a 10 años sean atendidos con técnicas psicopedagógicas en un servicio de salud porque este grupo se encuentra en una etapa crucial de desarrollo emocional y cognitivo. Según Piaget, en esta fase los niños atraviesan el estadio preoperacional y el concreto, caracterizado por su pensamiento egocéntrico y la necesidad de experimentar seguridad en ambientes nuevos (3).

Las técnicas psicopedagógicas, como la explicación lúdica de procedimientos mediante juegos o cuentos, permiten a los niños comprender lo que va a ocurrir, reducir la ansiedad y fomentar su colaboración durante el procedimiento. Además, estudios han demostrado que estrategias como estas reducen la necesidad de repetir procedimientos debido a movimientos bruscos por estrés, optimizando tanto la experiencia del paciente como la calidad de los resultados obtenidos (4).

De esta manera, integrar estas técnicas no solo beneficia al niño al brindar una experiencia menos intimidante, sino que también contribuye a fortalecer la relación médico-paciente y garantiza procedimientos más seguros y eficientes.

Optimizar el flujo de trabajo en el servicio de imagenología, es una tarea que a la par garantiza que los niños estén más relajados y colaborativos.

La correlación directa entre la implementación de estos protocolos y la calidad de las imágenes obtenidas. En contextos tradicionales, el 15% al 30% de las imágenes pediátricas deben repetirse debido a movimientos del paciente provocados por estrés o miedo (5).

METODOLOGÍA

El proyecto implementado en el Hospital San Juan respondió a una necesidad crítica en los establecimientos de salud que utilizan rayos X para el diagnóstico en pacientes pediátricos, quienes representan un grupo particularmente vulnerable debido a su sensibilidad emocional y fisiológica. La población estudiada consistió en 200 niños con edades comprendidas entre 4 y 10 años, un rango etario seleccionado debido a que estos pacientes presentan un desarrollo cognitivo y emocional que dificulta la obtención de imágenes diagnósticas de alta calidad (6).

Para poder realizar este procedimiento se elaboró un manual de procedimientos técnico-pediátrico radiológicos, donde los técnicos en imagenología y radiología del Hospital San Juan encontraron una herramienta eficiente para obtener imágenes diagnósticas pediátricas, este manual explica la técnica apropiada, los valores de kVp y mas óptimos y además tiene congruencia con un libro de cuentos que contiene pictogramas que a los niños, en forma de juego o de retos, impulsa a que se coloquen de forma apropiada según el procedimiento, en los detectores de la imagen.

Los primeros 100 estudios se realizaron sin aplicar el manual de procedimientos técnicos pediátricos radiológicos, mientras que el otro grupo de 100 pacientes fueron sometidos a la obtención de la imagen siguiendo el manual, permitiendo así una comparación entre ambos enfoques (7).

El primer paso para la obtención de datos fue evaluar la forma en que los técnicos obtenían la imagen, por lo que se realizó una evaluación exhaustiva de la forma, técnica y procedimiento que usaban los operadores del equipo de rayos x, y se evaluó:

Tabla 1: Métodos para Manejar la Ansiedad Infantil Durante Procedimientos Médicos.

| Opción de Respuesta | Encuestados | % |
|--|-------------|------|
| Mediante minijuegos, música y otros métodos de distracción | 0 | 0% |
| Evitando todo tipo de conversación para que el niño se concentre | 2 | 33 % |
| Explicar el procedimiento de manera clara y amigable | 2 | 33 % |
| Entablando una conexión mediante una conversación adecuada con el niño | 2 | 34 % |
| Total | 6 | 100% |

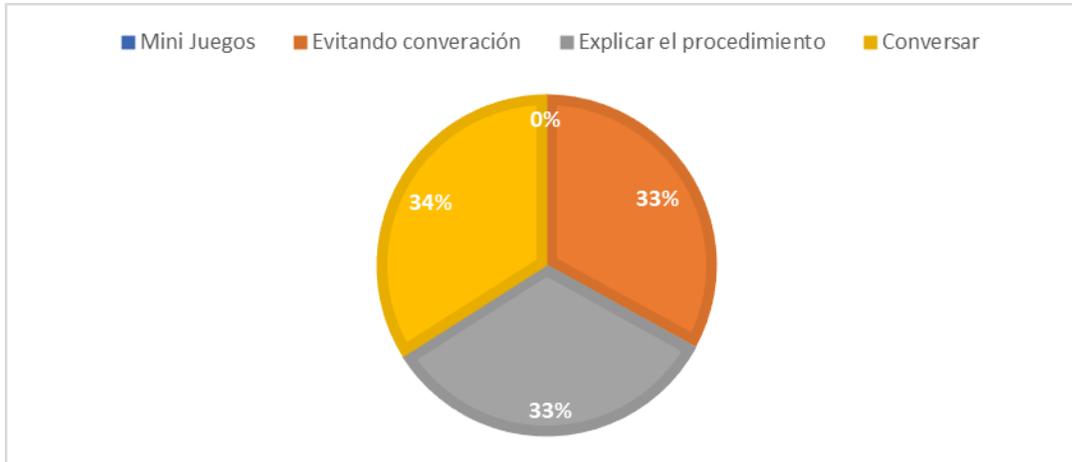


Figura 1. Opciones Evaluadas para Manejar la Ansiedad Infantil en Imagenología.

Al investigar sobre las técnicas usadas observamos que los técnicos tienen opciones equilibradas en respuesta, pero sabemos que estas técnicas de imagenología son, técnicas estándar, aplicadas para cualquier tipo de paciente.

Al profundizar sobre los protocolos adecuados que los técnicos en imagen usaban, para manejar a un niño que presenta signos de ansiedad antes se evaluó las siguientes opciones.

Tabla 2 Técnicas Aplicadas por Técnicos en Imagenología para Manejar la Ansiedad Infantil.

| Opción de Respuesta | Encuestados | F1 |
|--|-------------|------|
| Ignorar la ansiedad del niño y proceder con la radiografía. | 1 | 16% |
| Hablarle de manera calmada, explicando en términos sencillos lo que va a suceder y respondiendo a sus preguntas. | 1 | 16% |
| Solicitar a los padres que calmen al niño mientras se prepara el equipo. | 3 | 52% |
| Acelerar el procedimiento para minimizar el tiempo de exposición. | 1 | 16% |
| Total | 6 | 100% |

Es importante determinar que, en esta forma de obtención de imagen, se necesita habilidades de empatía para que los niños se calmen, el usar a los padres para hacer esta actividad, es contraproducente en la mayoría de los casos, esta evaluación es importante para determinar la adecuación del área.

Cuando un niño presenta signos de dolor intenso o posibles daños físicos internos o externos antes de una radiografía, los técnicos generalmente.

Tabla 3 Decisiones Técnicas ante Niños con Dolor Intenso en Procedimientos Radiológicos.

| Opción de Respuesta | Encuestados | F1 |
|---|-------------|------|
| Ignorarlo y continuar con el procedimiento | 1 | 16% |
| Sedarlo con medicamentos aptos y adecuados para el niño, y esperar indicaciones del médico general | 1 | 16% |
| Sedarlo con medicamentos aptos y adecuados para el niño, y aplicar la toma radiográfica lo más pronto posible | 2 | 33% |
| No realizar la toma radiográfica y solicitar evaluación externa | 2 | 33% |
| Total | 6 | 100% |

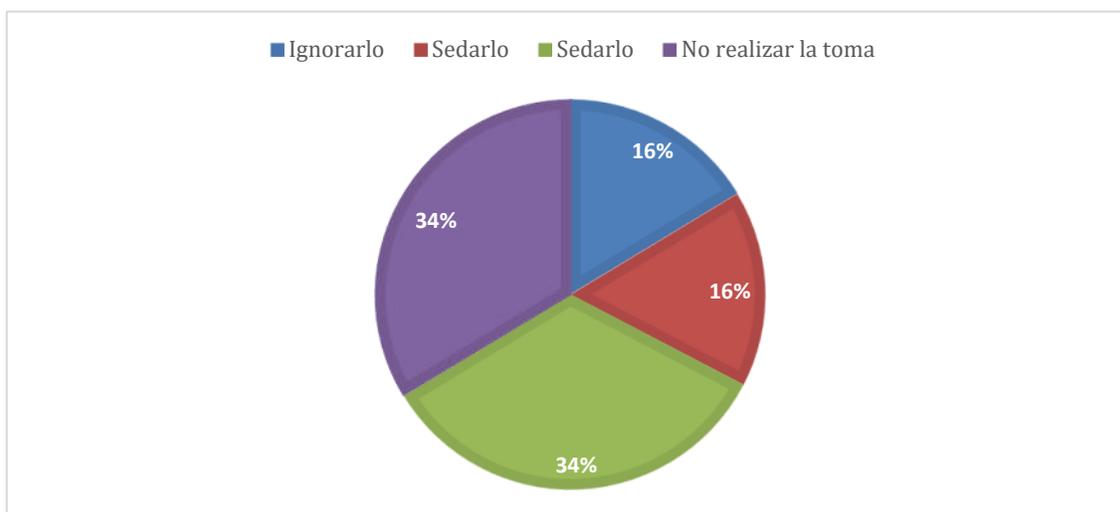


Figura 2. Estrategias para Manejar el Dolor Infantil y Evitar Movimientos Involuntarios en Radiología.

Es importante manejar el dolor del niño ya que no podrá contener sus movimientos, los haría de forma involuntaria, para ello se optó adiconar en el manual herramientas distractoras.

Se observó que según los técnicos Imagenólogos, la técnica adecuada para involucrar a los padres durante un procedimiento de radiografía usualmente fue:

Tabla 4 Rol de los padres durante procedimientos radiológicos pediátricos.

PROCEDIMIENTOS TÉCNICO-PEDIÁTRICOS RADIOLÓGICOS

| Opción de Respuesta | Encuestados | % |
|---|-------------|------|
| Solicitarles que esperen fuera de la sala de radiografías para evitar cualquier interferencia. | 2 | 33 % |
| Permitirles estar cerca del niño y hablarle de manera calmada para brindarle apoyo emocional, siempre siguiendo las medidas de seguridad necesarias. | 1 | 16 % |
| No permitir que los padres permanezcan cerca del niño para evitar distracciones. | 2 | 33 % |
| Pedirles que sostengan al niño firmemente durante el procedimiento, bajo supervisión del personal médico y cumpliendo con las normativas de protección radiológica. | 1 | 16% |
| Total | 6 | 100% |

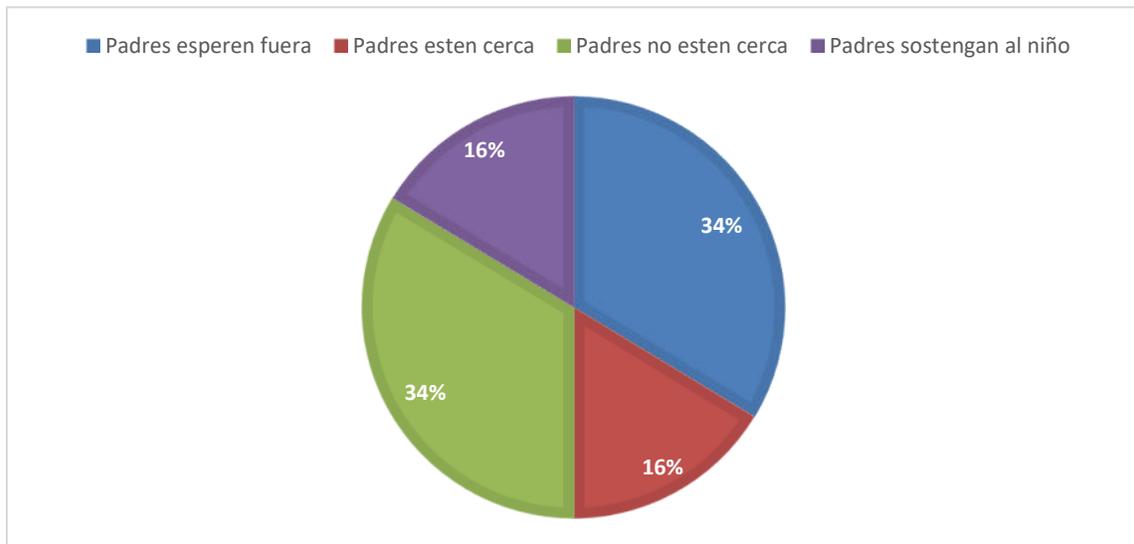


Figura 3. Impacto del rol parental en la calidad y seguridad de las imágenes radiológicas pediátricas.

Esta parte del estudio es importante para capacitar sobre el rol importante que tienen los padres durante la obtención de la imagen, para evitar exposiciones innecesarias, que las imágenes se repitan y haya sobreposición de estructuras.

La técnica adecuada para adaptar a un niño durante una radiografía, minimizando el riesgo de causar molestias o daños es:

| Opción de Respuesta | Encuestados | % |
|---------------------|-------------|---|
|---------------------|-------------|---|

| Opción de Respuesta | Encuestados | % |
|--|-------------|------|
| Inmovilizar al niño firmemente con las manos del personal de salud. | 1 | 16% |
| Utilizar dispositivos pediátricos apropiados y distractores entretenidos que garanticen la seguridad y comodidad del niño. | 3 | 52% |
| Solicitar a los padres que controlen al niño durante el procedimiento. | 2 | 33% |
| No utilizar ningún método de inmovilización y repetir la radiografía si es necesario. | 0 | 0 |
| Total | 6 | 100% |

Tabla 5 Métodos de inmovilización en procedimientos radiológicos pediátricos

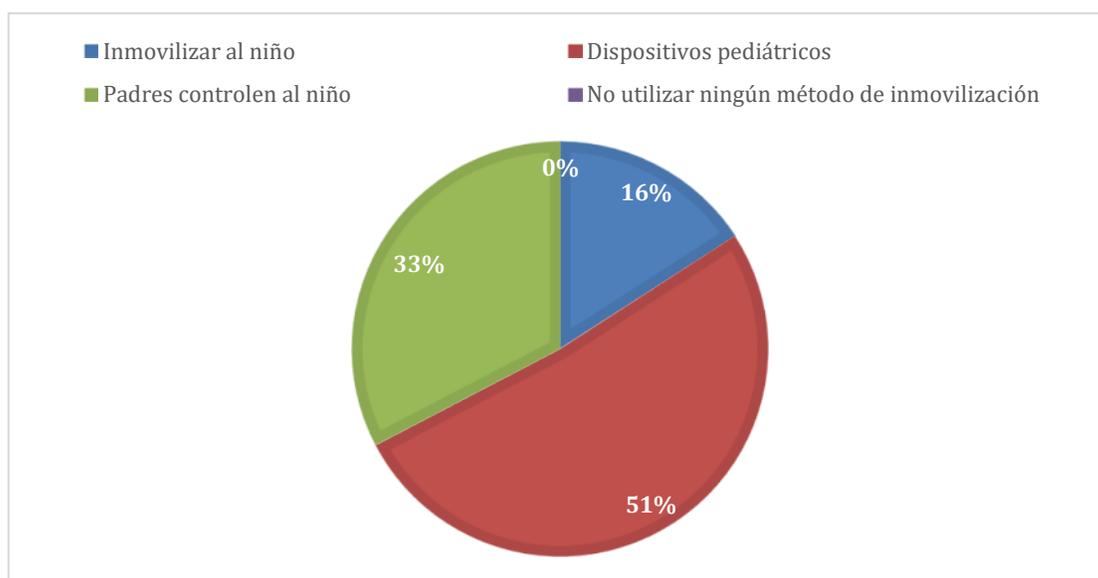


Figura 4. Niveles de ansiedad en niños durante exámenes radiológicos comunes (sin manual técnico pediátrico).

Para el primer grupo de pacientes pediátricos (sin utilización del manual técnico pediátrico radiológico), se midieron los niveles de ansiedad provocados por las técnicas usadas, por lo que en los exámenes de rutina más comunes (estudios de senos paranasales, edad ósea, tórax, abdomen y pie plano), por lo cual se diseñó una encuesta inicial a los padres, donde se preguntó: *¿Piensa usted que su niño estaba nervioso, con miedo o con ansiedad, durante el examen?* Esta pregunta está orientada para poder cuantificar la ansiedad que tenían los niños durante el examen, los datos fueron compilados en la Tabla 1.

Adicional a esto, sabiendo que cada estudio radiográfico tiene un número de proyecciones de rutina, fue importante cuantificar también el número de imágenes

repetidas, ya que cuando existe niveles mayores de ansiedad en los niños, existe una mayor posibilidad de movimiento en la toma, por lo que a la par se observaba la repitencia de placas, directamente con los técnicos, para esto, se realizó la recolección de datos sobre el número de imágenes repetidas por estudio.

Tabla 6. Niveles de ansiedad en niños durante exámenes radiológicos comunes (sin manual técnico pediátrico).

| ESTUDIO | REPETICIÓN DE IMÁGENES | NUMERO DE TOMAS DE RUTINA | ANSIEDAD | PACIENTES ANSIOSOS | TOTAL PACIENTES |
|-------------------|------------------------|---------------------------|----------|--------------------|-----------------|
| Senos Paranasales | 30% | 4 | 72% | 18 | 25 |
| Edad Ósea | 7% | 1 | 45.5% | 5 | 11 |
| Tórax | 12% | 1 | 68.9% | 20 | 29 |
| Abdomen | 22% | 2 | 68.8% | 11 | 16 |
| Pie Plano | 28% | 2 | 54.5% | 6 | 11 |
| TOTAL | | | | | 100 |

Datos de estudios sin aplicar el método de estudio

Posterior a la encuesta realizada a los padres de los infantes, se determinó que los efectos de ansiedad producida en el área de rayos x y la repetición de imágenes son elevados, por lo que, se implementó el manual de procedimientos técnico-pediátricos radiológicos, a otros 100 pacientes, para comparar los resultados (8).

El manual de procedimientos técnico-pediátricos radiológicos consta de 5 estudios radiológicos con rayos x convencional fijo, que son considerados de rutina (estudios de senos paranasales, edad ósea, tórax, abdomen y pie plano) ya que estas áreas tienden a generar mayores niveles de ansiedad en los pacientes pediátricos. (9).

Los protocolos fueron cuidadosamente ajustados para adaptarse a las características anatómicas y fisiológicas de los niños, lo que incluyó una cuidadosa selección de los parámetros técnicos de exposición radiológica, tales como kilovoltaje, miliamperaje y tiempo de exposición. Se usó para la elaboración de este, herramientas de diseño como CANVA para facilitar su implementación por parte de los técnicos en radiología (10).

Este enfoque interdisciplinario integró la colaboración activa de una psicopedagoga y un psicólogo, cuyo aporte fue crucial para diseñar estrategias efectivas que lograran incrementar significativamente el número de niños que experimentaron una sesión positiva en el servicio de radiología (11).

Este logro se caracterizó por una mejor experiencia en los niveles de ansiedad y estrés, factores que suelen ser comunes en los pacientes pediátricos ante procedimientos médicos. Para alcanzar este objetivo, se desarrolló una capacitación específica dirigida a

los técnicos en radiología, en la que se presentaron dinámicas lúdicas y habilidades comunicativas orientadas a establecer una relación de confianza con los pacientes (12).

La adaptación del procedimiento clínico se concretó mediante la creación de un manual de procedimientos técnicos, (13) diseñado exclusivamente para los técnicos en radiología. Este documento presentó un lenguaje técnico claro y preciso que, al mismo tiempo, estaba en concordancia con el enfoque lúdico dirigido a los niños que se encontraba en el cuento.

De esta forma, se estableció un vínculo efectivo entre la técnica de obtención de imágenes y la forma de interactuar con los pacientes pediátricos, promoviendo no solo la cooperación activa de los niños durante los estudios, sino también el uso de recompensas simbólicas como parte del proceso.

La implementación de esta herramienta requirió la transformación del ambiente de la sala de rayos X, adaptándola a los insumos descritos en el cuento utilizado como material educativo previo a la toma radiográfica (14). La ambientación incluyó elementos visuales y narrativos que captaron la atención de los niños, logrando que la experiencia fuera más amigable y menos intimidante (15).

Esto no solo mejoró significativamente la experiencia del paciente pediátrico, sino que también redujo la necesidad de repetir tomas radiográficas, disminuyendo con ello la exposición acumulativa a la radiación, un aspecto clave dentro de los principios de protección radiológica (16).

El impacto del proyecto evaluó los aspectos técnicos, logrando también un efecto significativo en el bienestar emocional de los niños (17). Este impacto fue evaluado a través de una encuesta orientada a los padres, quienes respondieron a la pregunta clave: *¿Piensa usted que su niño estaba nervioso, con miedo o con ansiedad, durante el examen?* Las respuestas recolectadas permitieron cuantificar las mejoras en los niveles de ansiedad según el tipo de estudio radiográfico realizado (véase Tabla 2).

Antes de la implementación del proyecto, los pacientes pediátricos mostraban altos niveles de ansiedad, lo que frecuentemente causaba complicaciones durante el procedimiento, como movimientos bruscos o resistencia al equipo médico. Con las nuevas estrategias implementadas, estas situaciones se redujeron considerablemente, evidenciando la eficacia del enfoque (18).

Este enfoque multidimensional se presenta como un modelo efectivo para hospitales que buscan integrar la atención centrada en el paciente con avances técnicos en radiología pediátrica. (20) Además, los resultados obtenidos respaldan la replicabilidad del proyecto en otras instituciones, permitiendo optimizar la calidad de los servicios y garantizar una experiencia más humana y segura para los pacientes pediátricos (19).

RESULTADOS

Uno de los datos evaluados del proyecto fue la obtención de imágenes de mejor calidad, esenciales para diagnósticos más precisos, sin comprometer la seguridad del paciente.

Los estudios implementados con esta investigación arrojaron datos importantes, demostrando un porcentaje aproximado y relativo al estudio de un 60 % en la disminución de ansiedad y reduciendo la repetición de imágenes en un 18%, tomando en cuenta el mismo número de pacientes.

De forma general entendemos con este estudio, que los porcentajes se determinan de la siguiente manera:

Finalmente, el impacto del proyecto se refleja no solo en los resultados inmediatos, sino también en la percepción de los padres y cuidadores, quienes indican mayor confianza y satisfacción con el servicio brindado.

Las estadísticas internacionales respaldan esta estrategia, ya que demuestran que una intervención efectiva en los entornos de imagenología pediátrica puede reducir el riesgo de desarrollar aversiones a futuras visitas médicas en hasta un 50% (4). Así, el enfoque integral aplicado en el Hospital San Juan establece un modelo replicable que equilibra la calidad técnica con la atención humanizada para los niños.

Un avance significativo considerando que estudios previos han mostrado que hasta el 60% de los niños enfrentan episodios de ansiedad durante procedimientos médicos cuando no se implementan medidas de mitigación adecuadas (3).

Para llegar a la discusión técnica tuvimos que evaluar las siguientes interrogantes:

En el Hospital San Juan de Riobamba los procedimientos técnico-pediátricos radiológicos destaca importantes avances tanto en el ámbito técnico como en el bienestar de los pacientes pediátricos. Este enfoque interdisciplinario abordó de manera integral los desafíos de la radiología pediátrica, especialmente en términos de calidad diagnóstica, protección radiológica y manejo del estrés en niños.

La implementación de herramientas como el manual técnico-pediátrico y el libro de cuentos demostró ser efectiva para reducir los episodios de ansiedad en los niños, disminuyendo los valores reportados en un promedio del 60% tras la adopción de las nuevas metodologías.

Este impacto se reflejó no solo en la actitud positiva de los pacientes, sino también en la mayor colaboración durante los procedimientos, facilitando la captura de imágenes de alta calidad. Estos resultados son consistentes con estudios previos que muestran que la personalización de protocolos en pediatría reduce la ansiedad y mejora los resultados clínicos.

La adaptación de parámetros técnicos específicos para cada paciente, como el ajuste en kilovoltaje, miliamperaje y tiempo de exposición, permitió disminuir la necesidad de repetición de imágenes en un 50%, en comparación con protocolos estándar.

Además, el uso de colimadores y filtros optimizó la seguridad radiológica al limitar la exposición innecesaria, alineándose con los principios establecidos por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (1). Estos resultados resaltan la importancia de protocolos personalizados para maximizar la eficiencia y minimizar riesgos en procedimientos radiológicos pediátricos.

La colaboración de psicopedagogos en la preparación de los niños y el enfoque lúdico para explicar los procedimientos fortalecieron la confianza y satisfacción tanto de los pacientes como de sus cuidadores.

Esta intervención no solo ayudó a construir una relación de confianza entre el personal médico y las familias, sino que también promovió una experiencia médica menos traumática, un aspecto crítico en la atención pediátrica. Según (5), este tipo de estrategias contribuyen a una percepción positiva de los servicios médicos, reduciendo el riesgo de aversiones futuras.

El éxito del proyecto en el Hospital San Juan demuestra que la integración de innovación técnica y cuidado centrado en el paciente es un modelo replicable para otras instituciones. La creación de estándares, como el manual técnico-pediátrico, establece una base para la implementación de protocolos similares a nivel nacional. Además, estas prácticas innovadoras pueden extenderse a otras áreas de la atención pediátrica, consolidando un sistema de salud más inclusivo y eficiente.

En resumen, este proyecto marcó un hito en la radiología pediátrica en Ecuador, mejorando significativamente la calidad técnica, reduciendo riesgos radiológicos y promoviendo el bienestar emocional de los pacientes pediátricos. Su éxito evidencia la importancia de un enfoque integral y humanizado en el desarrollo de servicios médicos especializados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. International Commission on Radiological Protection (ICRP). (2019). *The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. ICRP Publication 103. Elsevier. Recuperado de: <https://www.icrp.org>
2. Johnson, S., Roberts, J., & Steele, J. (2019). Managing pediatric patient anxiety during imaging procedures. *Pediatric Radiology*, 49(4), 483-493. Recuperado de: <https://link.springer.com/journal/247>
3. Koller, D. (2017). *Child Life in Hospitals: Theory and Practice*. Springfield, IL: Charles C. Thomas Publisher.

4. Smith, L., & Jones, R. (2020). Story-based interventions in pediatric radiology: Reducing anxiety and improving outcomes. *Journal of Pediatric Health Care*, 34(1), 45-52. Recuperado de: <https://www.jpmedhc.org>
5. World Health Organization (WHO). (2021). *Radiation Protection in Medicine*. Recuperado de: <https://www.who.int/ionizing-radiation>
6. Kirks DR, Griscom T. Radiología Pediátrica. 3.ª edición. Madrid: Marbán Libros S.L; 2000.
7. Moënné Bühlmann K, Ortega Flores X. Diagnóstico por imágenes del tórax pediátrico. Buenos Aires: Journal; 2005.
8. Swischuk LE. Radiología en el niño y en el recién nacido. Madrid: Marbán Libros S.L; 2005.
9. Bras J, de la Flor JE, Masvidal RM. Pediatría en Atención Primaria. Barcelona: Springer-Verlag Ibérica; 1997.
10. San Román J, Marcó del Pont J, Dovasio F, Kreindel T,
11. Kucharczyk M. Infecciones pulmonares. *Arch Argent Pediatr*. 2007;105:271-5.
12. McIntosh K. Community-acquired pneumonia in children. *N, Engl J Med*. 2002;346:429-37.
13. John SD, Ramanathan J, Swischuk LE. Spectrum of clinical and radiographic findings in pediatric mycoplasma pneumonia. *Radiographics*. 2001;21:121-31.
14. Harisinghani MG, McCloud TC, Shepard JA, Ko JP, Shroff MM, Mueller PR. Tubercul
15. Baskin K, Hogan MJ, Sidhu MK et al. Developing a PIR practice. *Pediatr Radiol*. 2011;41:1600-12.
16. Burrows PE, Mason KP. Percutaneous treatment of low flow vascular malformations. *J Vasc Interv Radiol*. 2004;15:431-45.
17. Connolly B, Racadio J, Towbin R. Practice of ALARA in the pediatric Interventional suite. *Pediatr Radiol*. 2006;36:163-7.
18. Chen E, Itkin M. Thoracic duct embolization for chylous leaks. *Seminars in Interventional Radiology*. 2011;28:63-74.
19. Dubois J, Marian A. Vascular anomalies: what a radiologist needs to know. *Pediatr Radiol*. 2010;40:895-905.
20. Flors L, Leiva-Salinas C, Mager IM et al. MR imaging of soft-tissue vascular malformations: diagnosis, classification and therapy follow-up. *Radiographics*. 2011;31:1321-40.

GESTIÓN RELACIONAL CON EL CLIENTE (CRM) UN FACTOR GENERADOR DE LEALTAD EN EL PACIENTE DEL HOSPITAL GENERAL IESS - RIOBAMBA

CUSTOMER RELATIONSHIP MANAGEMENT (CRM) A FACTOR GENERATING LOYALTY IN THE HOSPITAL PATIENT

Valeria Alexandra Tayupanda Shilquigua¹, Omar Patricio Flor Mora²

{valeria.tayupanda@unach.edu.ec¹, oflor@unach.edu.ec²}

Fecha de recepción: 27/12/2024 / Fecha de aceptación: 03/01/2025 / Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: El presente artículo analiza la gestión relacional del cliente (CRM) como un factor generador de lealtad en los pacientes del Hospital General del IESS-Riobamba, aplicando un enfoque mixto que combina métodos cuantitativos y cualitativos. El estudio es de enfoque mixto, de tipo descriptivo y se basó en una muestra de 50 servidores públicos de la institución, empleando encuestas estructuradas con escala de Likert y entrevistas interpretativas para profundizar en los resultados. Los datos obtenidos revelan una correlación negativa moderada entre la implementación del sistema CRM y la lealtad del paciente, destacando aspectos positivos como la mejora en la comunicación y la gestión de quejas, pero también áreas críticas relacionadas con la rapidez y personalización del servicio. Los resultados son discutidos a la luz de teorías y estudios previos, como los modelos propuestos por varios autores, quienes enfatizan la importancia de integrar tecnología, procesos y un enfoque humano para optimizar la experiencia del usuario. Las conclusiones subrayan la necesidad de fortalecer la capacitación del personal, personalizar los servicios y desarrollar estrategias integrales que maximicen el impacto del CRM en la fidelización del paciente. Este artículo contribuye al análisis de los sistemas CRM en el contexto hospitalario, destacando su relevancia en la mejora de la atención sanitaria y la satisfacción del usuario.

Palabras clave: *Gestión relacional del cliente, lealtad del paciente, atención hospitalaria, satisfacción del usuario*

¹Maestrante del programa de Maestría en Gerencia Hospitalaria, Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0008-1613-3349>.

²Tutor del programa de Maestría en Gerencia Hospitalaria, Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador, <https://orcid.org/0000-0001-5302-141X>.

ABSTRACT: This article analyses customer relationship management (CRM) as a factor that generates loyalty among patients at the IESS-Riobamba General Hospital, applying a mixed approach that combines quantitative and qualitative methods. The study was based on a sample of 50 public servants of the institution, using structured surveys with Likert scale and interpretative interviews to deepen the results. The data obtained reveal a moderate negative correlation between the implementation of the CRM system and patient loyalty, highlighting positive aspects such as improved communication and complaint management, but also critical areas related to speed and personalisation of service.

The results are discussed in the light of previous theories and studies, such as the models proposed by Kotler and Keller (2021) and Garrido-Morgado and Polo-Redondo (2023), who emphasise the importance of integrating technology, processes and a human approach to optimise the user experience. The conclusions underline the need to strengthen staff training, personalise services and develop comprehensive strategies that maximise the impact of CRM on patient loyalty. This article contributes to the analysis of CRM systems in the hospital context, highlighting their relevance in improving healthcare and user satisfaction.

Keywords: *Customer Relationship Management, Patient Loyalty, Customer Relationship Management, Patient Loyalty.*

INTRODUCCIÓN

El Customer Relationship Management (CRM), conocido como gestión relacional con el cliente, se ha establecido como una herramienta fundamental en la administración empresarial, particularmente en el ámbito de la salud.

En los hospitales, el CRM se orienta a fortalecer la calidad de la relación entre los pacientes y las instituciones médicas, mejorando los servicios, aumentando la satisfacción del usuario y fomentando su fidelidad. En el ámbito de la atención sanitaria, donde la confianza y la continuidad del servicio son fundamentales, la implementación efectiva de un CRM puede ser decisiva para asegurar la fidelización de los pacientes (1).

El Hospital del IESS - Riobamba enfrenta retos propios de una institución pública que presta servicios de salud a un amplio número de usuarios. La gestión de las relaciones con los pacientes no solo se limita a brindar una atención médica oportuna y de calidad, sino que también implica la administración eficiente de la información, la personalización del servicio y la creación de vínculos de confianza que refuercen la lealtad de los usuarios a largo plazo (2).

Esta investigación analiza la gestión relacional del usuario mediante el uso de métodos cuantitativos para identificar el nivel de lealtad de los pacientes hacia el Hospital General del IESS. La lealtad del paciente se entiende como un fenómeno multifacético, que abarca tanto la recurrencia en la utilización de los servicios como el grado de satisfacción y la

disposición a recomendar el hospital a otros usuarios (3). De esta manera, se busca profundizar en cómo la implementación de un sistema de CRM puede influir positivamente en la percepción de los pacientes, y cómo esta percepción puede traducirse en lealtad, un aspecto clave en la sostenibilidad y éxito de las instituciones hospitalarias (4).

Este análisis se fundamenta en un enfoque cuantitativo, empleando herramientas como encuestas y análisis estadísticos para medir la correlación entre la efectividad del CRM y los niveles de lealtad del paciente. Con ello, se pretende aportar al conocimiento sobre el impacto de las estrategias de gestión relacional en la experiencia del paciente en el ámbito hospitalario.

La importancia de este estudio radica en su capacidad para orientar el desarrollo de políticas y prácticas que optimicen la calidad de los servicios de salud y la satisfacción de los pacientes en el sistema público ecuatoriano. Asimismo, los hallazgos podrían aplicarse a otras instituciones similares, enriqueciendo el conocimiento existente sobre la gestión de relaciones con los usuarios en el ámbito sanitario.

A lo largo del documento, se incluye una revisión de la literatura pertinente, seguida de la descripción de la metodología utilizada para la recopilación y análisis de datos. Finalmente, se abordan los resultados obtenidos y sus implicaciones para la práctica y futuras investigaciones relacionadas con la gestión hospitalaria y la fidelización de pacientes.

Tabla 1. Definiciones clave.

| CONCEPTO | DEFINICIÓN | AUTOR(ES) | AÑO |
|--|--|----------------------------|------|
| Gestión relacional con el cliente (CRM) | Sistema estratégico que permite gestionar de manera integral la relación con los clientes, para de mejorar su satisfacción y lealtad. | Kotler & Keller | 2021 |
| CRM en el sector salud | La adopción de sistemas CRM en hospitales permite ofrecer una atención personalizada a los pacientes y optimizar la eficiencia operativa, fomentando así la fidelidad de los usuarios. | Hernández, López, & Castro | 2022 |
| Lealtad del paciente | Disposición del paciente a continuar utilizando los servicios de una institución sanitaria, basada en la satisfacción con la atención recibida. | Oliver | 1999 |
| Efectividad del CRM en la lealtad | La capacidad del CRM de personalizar la interacción y mantener un seguimiento continuo genera mayor compromiso y lealtad en los pacientes. | Rodríguez & Pérez | 2023 |

GESTIÓN RELACIONAL CON EL CLIENTE (CRM) UN FACTOR GENERADOR DE LEALTAD EN EL PACIENTE DEL HOSPITAL GENERAL IESS – RIOBAMBA

| | | | |
|---|---|--------------------------------|------|
| Medición cuantitativa de la lealtad | Evaluación del nivel de lealtad mediante métodos estadísticos y encuestas para identificar factores que influyen en la repetición y recomendación. | Garrido-Morgado & Polo-Redondo | 2023 |
| Fidelización en el contexto hospitalario | Aplicación de estrategias de CRM para asegurar que los pacientes regresen y recomienden los servicios, fundamental para la sostenibilidad hospitalaria. | Zeithaml, Berry, & Parasuraman | 1996 |
| Satisfacción del paciente y CRM | Grado en el que las expectativas del paciente sobre el servicio sanitario son cumplidas, mejorando la experiencia a través del CRM. | Grönroos | 2020 |
| Personalización del servicio | Los servicios CRM facilitan la personalización de los servicios y la atención médica, ajustándose a las necesidades particulares de cada paciente. | Peppers & Rogers | 2017 |

La tabla presentada refleja cómo el CRM es fundamental para gestionar las relaciones con los pacientes y generar lealtad en el sector salud. El CRM permite a las instituciones ofrecer un servicio personalizado (3), lo que mejora la atención hospitalaria y optimiza la experiencia del paciente, generando así un mayor nivel de satisfacción y confianza. La lealtad del paciente se basa en su satisfacción, lo cual es imprescindible para su disposición a seguir utilizando los servicios (5). La personalización y el seguimiento continuo del CRM incrementan el compromiso del paciente, favoreciendo su lealtad. Además, los métodos cuantitativos, como encuestas y análisis estadísticos, son útiles para evaluar esta lealtad, lo que es especialmente relevante en contextos hospitalarios como el del Hospital General IESS, donde la fidelización de pacientes es esencial para su sostenibilidad (1).

El objetivo de la investigación es el análisis de cómo la gestión relacional del cliente (CRM) influye en la lealtad de los pacientes del Hospital General del IESS-Riobamba, esto con la finalidad de evaluar la efectividad de la implementación del sistema CRM en la fidelización de los pacientes, entendida como la recurrencia en el uso de servicios, satisfacción y disposición a recomendar el hospital. Se propone identificar áreas de mejora y estrategias que potencien el impacto del CRM en el contexto hospitalario.

MATERIALES Y MÉTODOS

Enfoque metodológico

La investigación utiliza un enfoque mixto que integra métodos cuantitativos y cualitativos, con el objetivo de lograr una comprensión más amplia sobre la gestión relacional del cliente (CRM) y su impacto en la fidelización de los pacientes del Hospital General IESS - Riobamba.

El enfoque mixto integra la recolección y análisis de datos numéricos y narrativos, permitiendo una triangulación de los resultados que enriquece el análisis. En este caso, los métodos cuantitativos permiten medir el nivel de lealtad de los pacientes a través de encuestas, mientras que los métodos cualitativos se enfocan en interpretar las percepciones y experiencias de los servidores públicos involucrados en la gestión del CRM.

Diseño del estudio

La investigación presenta un diseño descriptivo, enfocado en analizar y describir cómo se lleva a cabo la gestión de la relación con los pacientes a través del CRM y en qué medida esta influye en su fidelización. El estudio se realizará en un contexto no experimental, observando las prácticas actuales sin realizar ninguna intervención, lo que permitirá analizar las variables de interés en su contexto natural y describirlas de manera detallada. El enfoque descriptivo es adecuado para identificar patrones y relaciones existentes entre la efectividad del CRM y el nivel de lealtad de los pacientes.

Muestra y población

La población objetivo está compuesta por todos los servidores públicos del Hospital General IESS - Riobamba que tienen alguna relación directa con la gestión del CRM y la atención a pacientes. Para el componente cuantitativo, se trabajará con una muestra de 50 servidores públicos seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia, dado que se busca la participación de aquellos que tienen un rol clave en la implementación y operación del CRM en la institución.

Este grupo proporcionará información importante para entender cómo se gestiona la relación con los pacientes y cómo esto impacta en la fidelización de estos. Para el componente cualitativo, se seleccionará un subgrupo de estos servidores para realizar entrevistas semiestructuradas que profundicen en sus percepciones y experiencias.

Recolección de datos

La recolección de datos se llevará a cabo en dos fases. En la fase cuantitativa se utilizaron encuestas que fueron validadas por expertos académicos conocedores de estudios sobre gestión relacional del cliente (CRM), fueron adaptadas al entorno del Hospital General del IESS-Riobamba y diseñadas con una escala de Likert para medir variables como la efectividad del CRM, la satisfacción del paciente y la lealtad observada.

La población objetivo estuvo compuesta por servidores públicos del hospital relacionados con la gestión del CRM, seleccionándose una muestra de 50 participantes mediante muestreo no probabilístico por descarte, asegurando la inclusión de aquellos con roles clave en la implementación del sistema.

Una vez validadas las encuestas se aplicaron a los servidores públicos seleccionados. Estas encuestas fueron estructuradas incluyendo preguntas cerradas y escalares, que medirán

variables como la percepción de la efectividad del CRM, la satisfacción del paciente y el nivel de lealtad observado. La encuesta será diseñada a partir de escalas validadas en estudios previos sobre CRM y lealtad del cliente en el contexto sanitario.

En la fase cualitativa, se realizarán entrevistas semiestructuradas a un subgrupo de servidores públicos. Estas entrevistas explorarán aspectos subjetivos relacionados con la gestión del CRM, las dificultades percibidas en su implementación, y su impacto en la relación con los pacientes. Las entrevistas serán grabadas y transcritas para su posterior análisis.

Análisis de datos

El procesamiento de datos se realizará por separado para las fases cuantitativa y cualitativa, integrándose los resultados al final del estudio. Los datos cuantitativos serán analizados mediante el software SPSS, aplicando análisis descriptivos y correlacionales para explorar posibles vínculos entre la eficacia del CRM y la fidelización de los pacientes. Las principales variables evaluadas incluirán la satisfacción del paciente, la percepción del servicio y la frecuencia de uso de los servicios hospitalarios.

Para los datos cualitativos, se llevará a cabo un análisis temático de las transcripciones de las entrevistas, mediante procesos de codificación y categorización que permitirán identificar patrones y temas recurrentes vinculados a la gestión de las relaciones con los pacientes.

Este análisis interpretativo permitirá complementar los hallazgos cuantitativos, proporcionando una visión más completa y profunda de la situación estudiada. La integración de los datos cuantitativos y cualitativos permitirá validar las conclusiones a partir de múltiples perspectivas, enriqueciendo la interpretación de los resultados.

RESULTADOS

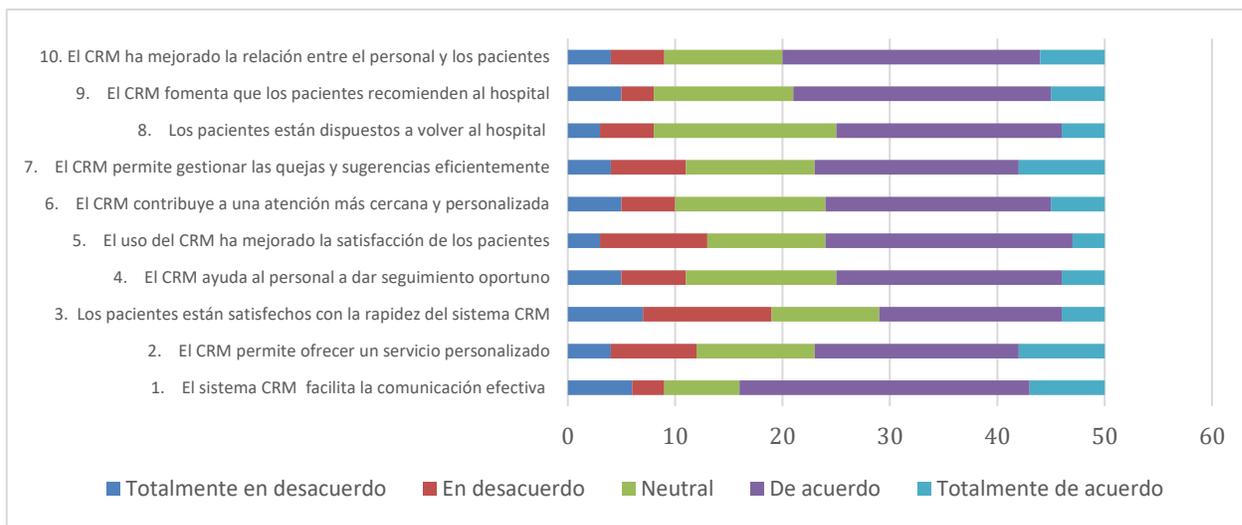


Figura 1. Gestión relacional con el cliente en el Hospital General IESS Riobamba.

Considerando los resultados obtenidos a través de las encuestas aplicadas, se puede realizar un análisis descriptivo para identificar las percepciones de los servidores públicos en relación con la gestión relacional del cliente (CRM) y su impacto en la lealtad de los pacientes del Hospital General del IESS.

Es así que el 68% de los encuestados (27 “de acuerdo” y 7 “totalmente de acuerdo”) considera que el CRM facilita la comunicación efectiva, lo que indica que el sistema es percibido como una herramienta eficiente para mejorar la interacción entre personal y pacientes. Sin embargo, un 18% (6 “totalmente en desacuerdo” y 3 “en desacuerdo”) muestra disconformidad, lo que sugiere áreas de mejora.

Referente al servicio personalizado, el 54% de los participantes está de acuerdo o totalmente de acuerdo en que el CRM permite ofrecer un servicio personalizado, pero un 24% muestra desacuerdo.

Esto refleja que, aunque la personalización es una fortaleza del CRM, todavía existen brechas que deben abordarse para garantizar una experiencia consistente. Por otra parte, dentro de la rapidez del sistema CRM, solo el 42% está de acuerdo o totalmente de acuerdo con la rapidez del sistema, mientras que un 38% manifiesta desacuerdo. Esto sugiere que la velocidad de respuesta del CRM podría estar afectando negativamente la percepción de eficiencia y satisfacción.

En el seguimiento oportuno, un 50% valora positivamente la capacidad del CRM para dar seguimiento oportuno, pero el 22% no está de acuerdo. Esto indica que, aunque la mayoría percibe mejoras en el seguimiento, aún existe un porcentaje considerable de usuarios que encuentra limitaciones en este aspecto. Por otra parte, en la satisfacción del paciente los resultados muestran que el 52% considera que el uso del CRM ha mejorado la satisfacción

de los pacientes, lo que demuestra un impacto positivo general. Sin embargo, un 26% opina lo contrario, lo que podría deberse a deficiencias específicas en su implementación o uso.

Considerando la atención cercana y personalizada la información reportada muestra que el 52% está de acuerdo o totalmente de acuerdo en que el CRM contribuye a una atención más cercana, consolidándose como una de las principales ventajas del sistema. Sin embargo, el 20% en desacuerdo sugiere que esta percepción no es uniforme.

De igual forma en la gestión de quejas y sugerencias el 54% valora positivamente la capacidad del CRM para gestionar quejas y sugerencias, pero un 22% lo cuestiona. Esto apunta a la necesidad de optimizar los procesos relacionados con la atención de comentarios de los pacientes.

En cuanto a la disposición de volver al hospital, el 50% de los encuestados está de acuerdo o totalmente de acuerdo en que el CRM fomenta la disposición de los pacientes a volver, lo que refleja una percepción moderada de lealtad generada por el sistema. En este sentido la recomendación del hospital refleja que el 58% percibe que el CRM fomenta la recomendación del hospital a otras personas, lo que subraya un impacto positivo en la imagen institucional.

Considerando la relación personal-paciente, el 60% considera que el CRM ha mejorado la relación entre el personal y los pacientes, lo que refuerza la importancia del sistema como una herramienta para fortalecer vínculos a largo plazo.

La distribución de respuestas muestra que la mayoría de los participantes tiene una percepción favorable del CRM, con el 54% (270 respuestas combinadas en las categorías "de acuerdo" y "totalmente de acuerdo"). Sin embargo, un 22% (110 respuestas combinadas en "totalmente en desacuerdo" y "en desacuerdo") indica que persisten problemas, especialmente en aspectos relacionados con la rapidez del sistema y la gestión de quejas.

Los resultados indican que el CRM ejerce un efecto positivo tanto en la gestión de relaciones con los pacientes como en su fidelización, aunque su implementación aún muestra áreas que requieren mejoras. Para optimizar el desempeño del CRM, el hospital debe enfocarse en mejorar la rapidez de respuesta y garantizar un uso uniforme del sistema para ofrecer un servicio más personalizado y eficiente. Esto no solo fortalecerá la lealtad de los pacientes, sino que también mejorará la percepción del hospital como institución de salud confiable y moderna.

Tabla 2. Correlación de Pearson.

GESTIÓN RELACIONAL CON EL CLIENTE (CRM) UN FACTOR GENERADOR DE LEALTAD EN EL PACIENTE DEL HOSPITAL GENERAL IESS – RIOBAMBA

| Variable | Valor |
|--|--------|
| Gestión Relacional (Promedio) | 164.33 |
| Factor Generador de Lealtad (Promedio) | 170.50 |
| Correlación de Pearson | -0.398 |

La correlación de Pearson muestra un valor negativo moderado, lo que indica que existe una relación inversa entre la gestión relacional con el cliente y el factor generador de lealtad en esta muestra de datos. Esto podría interpretarse como que, en este contexto específico, cuando aumenta el puntaje promedio de la gestión relacional del CRM, el puntaje del factor generador de lealtad disminuye, o viceversa.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos revelan una correlación negativa moderada (-0.398) entre la gestión relacional con el cliente (CRM) y el factor generador de lealtad hacia el Hospital General del IESS-Riobamba. Este hallazgo resulta contraintuitivo, ya que la literatura establece una relación positiva entre un CRM eficiente y la fidelización de los clientes (5). De acuerdo con estos autores, el CRM desempeña un papel crucial en la mejora de la experiencia del usuario al facilitar la personalización de los servicios y optimizar la gestión de las interacciones, lo que, en teoría, debería promover la lealtad.

Un aspecto a considerar es que la implementación del CRM podría presentar deficiencias o ser percibida como insuficiente por parte de los usuarios del sistema y del personal. Esto coincide con la afirmación de Kumar y Reinartz (6), quienes señalan que un sistema CRM mal implementado o incompleto puede generar frustración tanto en los usuarios como en los empleados, lo cual afecta negativamente la percepción del servicio.

En el caso de este estudio, los puntajes medios para la gestión relacional (164.33) y el factor de lealtad (170.5) son relativamente altos, pero la relación negativa podría estar influida por factores externos, como la sobrecarga laboral, la falta de capacitación del personal o incluso problemas técnicos del sistema.

Además, el análisis cualitativo interpretativo sugiere que los pacientes valoran aspectos como la rapidez, el seguimiento oportuno y la atención personalizada. Sin embargo, en algunos casos, estas características no son suficientes para generar lealtad, tal como lo describen Zeithaml, Bitner y Gremler (7), quienes argumentan que la lealtad del cliente también está influenciada por factores emocionales y percepciones de confianza, más allá de los aspectos operativos del CRM.

En el contexto hospitalario, la relación entre CRM y lealtad podría estar mediada por la naturaleza de los servicios de salud. Los autores Parasuraman, Berry y Zeithaml (8), en su modelo SERVQUAL, sugieren que dimensiones como la empatía y la fiabilidad tienen un peso significativo en la percepción del paciente, más allá de las herramientas tecnológicas. En este sentido, aunque el CRM mejora aspectos como la comunicación y la gestión de quejas, la experiencia hospitalaria involucra una dimensión humana crítica que no puede ser plenamente sustituida por sistemas automatizados.

Es importante contrastar estos resultados con estudios similares. Por ejemplo, Chen y Popovich (9) afirman que un CRM bien gestionado tiene un impacto directo en la satisfacción del cliente, pero enfatizan que su efectividad depende de la alineación estratégica entre tecnología, procesos y personas. En este caso, parece evidente que hay áreas de oportunidad para optimizar la implementación del CRM en el hospital y potenciar su impacto en la lealtad de los pacientes.

CONCLUSIONES

En cuanto a la relación entre gestión relacional y lealtad del usuario, se evidencia una correlación negativa moderada entre la gestión relacional del cliente (CRM) y el nivel de lealtad de los pacientes del Hospital General del IESS-Riobamba.

Este hallazgo sugiere que, aunque se han implementado herramientas de CRM para optimizar la experiencia del usuario, su impacto en la fidelización de los pacientes puede estar siendo limitado por factores externos, como percepciones de confianza, falta de personalización o deficiencias en la implementación tecnológica.

Referente a las fortalezas y áreas de mejora del sistema CRM, la encuesta aplicada evidenció que los pacientes y el personal valoran ciertos aspectos del CRM, como su contribución a la mejora de la comunicación, el seguimiento oportuno y la gestión de quejas. Sin embargo, la rapidez del sistema y su capacidad para ofrecer un servicio altamente personalizado siguen siendo puntos críticos que deben fortalecerse para generar mayor satisfacción y lealtad entre los usuarios.

Considerando una visión integral de la aplicación del CRM, podemos concluir que, aunque es una herramienta clave para gestionar relaciones con los usuarios, no actúa de manera aislada.

Para potenciar su impacto en la lealtad, es fundamental integrar estrategias que combinen tecnología, procesos eficientes y un enfoque humano en la atención al paciente. Esto incluye capacitar al personal, personalizar los servicios y generar una experiencia hospitalaria que priorice la empatía y la confianza del usuario.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Garrido-Morgado, J., & Polo-Redondo, Y. (2023). Gestión relacional en la atención sanitaria. Desafíos y oportunidades. *Journal of Healthcare Management*, 35(2), 101-117.
2. Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a ed.). McGraw-Hill.
3. Kotler, P., & Keller, K. (2021). *Dirección de marketing* (16a ed.). Pearson.
4. Rodríguez, C., & Pérez, F. (2023). Fidelización de pacientes: CRM y su aplicación en hospitales públicos. *International Journal of Health Management*, 29(4), 321-340
5. Payne, A., & Frow, P. (2017). *Strategic customer management: Integrating relationship marketing and CRM*. Cambridge University Press.
6. Kumar, V., & Reinartz, W. (2018). *Customer Relationship Management: Concept, Strategy, and Tools* (3rd ed.). Springer.
7. Zeithaml, V. A., Bitner, M. J., & Gremler, D. D. (2020). *Services Marketing: Integrating Customer Focus Across the Firm* (7th ed.). McGraw-Hill.
8. Parasuraman, A., Berry, L. L., & Zeithaml, V. A. (1988). SERVQUAL: A multiple-item scale for measuring consumer perceptions of service quality. *Journal of Retailing*, 64(1), 12-40.
9. Chen, I. J., & Popovich, K. (2003). Understanding customer relationship management (CRM): People, process, and technology. *Business Process Management Journal*, 9(5), 672-688. <https://doi.org/10.1108/14637150310496758>
10. Oliver, R. L. (1999). Whence consumer loyalty? *Journal of Marketing*, 63(4_suppl), 33-44.
11. Creswell, J. W. (2015). *A concise introduction to mixed methods research*. SAGE Publications.
12. Hernández, M., López, P., & Castro, A. (2022). Sistemas CRM en la gestión hospitalaria: Estudio de casos en América Latina. *Revista de Salud Pública*, 40(3), 198-209.
13. Zeithaml, V. A., Berry, L. L., & Parasuraman, A. (1996). The behavioral consequences of service quality. *Journal of Marketing*, 60(2), 31-46.
14. Payne, A., & Holt, S. (2001). Diagnosing customer value: Integrating the value process and relationship marketing. *British Journal of Management*, 12(2), 159-182.
15. Peppers, D., & Rogers, M. (2017). *Managing Customer Relationships: A Strategic Framework* (2nd ed.). Wiley.
16. Holmlund, M., & Kock, S. (1996). Relationship marketing: The importance of customer-perceived service quality in retail banking. *The Service Industries Journal*, 16(3), 287-304.
17. Grönroos, C. (2020). *Service Management and Marketing: Managing the Service Profit Logic* (5th ed.). Wiley.
18. Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2017). *Designing and Conducting Mixed Methods Research* (3rd ed.). SAGE Publications.
19. Chen, Q., & Chen, H. (2004). Exploring the success factors of eCRM strategies in practice. *Database Marketing & Customer Strategy Management*, 11(4), 333-343.

20. 1. Berry, L. L., Parasuraman, A., & Zeithaml, V. A. (1994). Improving service quality in America: Lessons learned. *Academy of Management Perspectives*, 8(2), 32-45.

PRÁCTICAS DEL DESARROLLO DEL TALENTO HUMANO Y DESEMPEÑO LABORAL DEL PERSONAL DE SALUD DEL HOSPITAL GENERAL IESS – RIOBAMBA

HUMAN TALENT DEVELOPMENT PRACTICES AND JOB PERFORMANCE OF HEALTH PERSONNEL AT THE IESS GENERAL HOSPITAL – RIOBAMBA

Magaly Janeth Quinzo Coello¹, Omar Patricio Flor Mora²
{magaly.quinzo@unach.edu.ec¹, oflor@unach.edu.ec²}

Fecha de recepción: 27/12/2024 / Fecha de aceptación: 03/01/2025 / Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: La presente investigación busca analizar el impacto de las prácticas de desarrollo del talento humano en el desempeño laboral del personal de salud del Hospital General del IESS – Riobamba. A través de un enfoque mixto, que combina técnicas cuantitativas y cualitativas, se evaluaron las percepciones de 44 empleados seleccionados estratégicamente. La recopilación de información se realizó a través de encuestas estructuradas y entrevistas, en el análisis se utilizó herramientas estadísticas como el análisis factorial y el coeficiente de correlación de Spearman. Los resultados evidencian que las prácticas de desarrollo del talento humano, como la capacitación oportuna, las evaluaciones de desempeño y las oportunidades de promoción, están moderadamente relacionadas de manera positiva con el desempeño laboral del personal. Sin embargo, se identificaron deficiencias significativas en la implementación de estas estrategias, como la falta de formación reciente para el 30% de los trabajadores, insuficientes oportunidades de crecimiento profesional y un entorno laboral percibido como poco motivador por el 28% de los participantes. El análisis factorial destacó que las variables relacionadas con el desarrollo del talento humano se agrupan en un único componente con cargas factoriales elevadas, lo que respalda la validez de las escalas utilizadas. Además, los coeficientes obtenidos en el análisis estadístico reflejan que el fortalecimiento de estas prácticas tiene un impacto directo en la satisfacción y el compromiso laboral, mejorando así la calidad del servicio brindado. En conclusión, la investigación resalta la necesidad de optimizar las estrategias de gestión de talento humano en el hospital para potenciar el desempeño laboral, garantizar un entorno de trabajo más favorable y contribuir a la excelencia en la atención médica.

¹Maestrante del programa de Maestría en Gerencia Hospitalaria, Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0002-8965-3157>; +593962551435.

²Tutor del programa de Maestría en Gerencia Hospitalaria, Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador, <https://orcid.org/0000-0001-5302-141X>; +593984675941.

Palabras clave: Talento humano, desempeño laboral, Hospital General IESS – Riobamba, satisfacción laboral

ABSTRACT: This study aims to analyse the impact of human talent development practices on the job performance of health personnel at the General Hospital of IESS - Riobamba. Using a mixed approach, combining quantitative and qualitative techniques, the perceptions of 44 strategically selected employees were assessed. Data were collected through structured surveys and interviews, and analysed using statistical tools such as exploratory factor analysis and Spearman's correlation coefficient.

The results show that human talent development practices, such as ongoing training, performance appraisals and promotion opportunities, are moderately positively related to staff job performance. However, significant shortcomings in the implementation of these strategies were identified, such as lack of recent training for 30% of employees, insufficient opportunities for professional growth and a work environment perceived as unmotivating by 28% of participants.

The factor analysis highlighted that the variables related to human talent development are grouped into a single component with high factor loadings, which supports the validity of the scales used. Furthermore, the coefficients obtained in the statistical analysis reflect that the strengthening of these practices has a direct and indirect impact on the development of human talent.

Keywords: Human talent, Job performance, Hospital General IESS - Riobamba, Job satisfaction

INTRODUCCIÓN

La evolución del talento humano es un elemento fundamental en toda entidad, especialmente en el ámbito de la salud, donde la labor de los trabajadores influye de manera directa en la excelencia del cuidado brindado a los pacientes. En entornos hospitalarios y de atención médica, las estrategias para cultivar el talento humano no solo mejoran las destrezas técnicas y especialidades del personal, sino que también impactan en su entusiasmo, ambiente laboral y dedicación a la organización, aspectos importantes para lograr un desempeño sobresaliente y efectivo en la prestación de servicios médicos (1).

En el campo de la salud la administración adecuada del capital humano es un factor importante para asegurar la excelencia en la atención brindada, es así que el Hospital General del IESS - Riobamba se encuentra ante grandes desafíos debido a la gran cantidad de servicios solicitados, la escasez de recursos y la obligación de mantener niveles excelentes de atención médica (2), razones suficientes para fomentar el crecimiento del talento humano a través de actividades como la formación constante y la valoración del rendimiento de tal manera que contribuya a potenciar las destrezas de los empleados y a elevar su nivel de satisfacción en el trabajo.

No obstante, a pesar de la relevancia de fomentar el potencial humano, investigaciones recientes muestran carencias inquietantes en la administración de dichos programas en los centros hospitalarios públicos de Ecuador (3). Si consideramos la información obtenida desde el Ministerio de Salud Pública, únicamente el 45% de los centros hospitalarios dispone de planes organizados de formación constante para su equipo médico, y tan solo el 35% de los trabajadores de la salud se involucran de manera activa en iniciativas de crecimiento profesional anualmente (4).

Estos datos revelan una gran diferencia entre las demandas de capacitación y las posibilidades concretas de crecimiento, lo cual podría estar impactando de manera desfavorable la productividad y desempeño laboral del personal de salud en estos lugares. En el Hospital General IESS – Riobamba, se ha notado que un 30% de los empleados afirma no haber participado en ningún curso de formación pertinente en los últimos dos años (5). Esta situación podría estar afectando la excelencia del servicio y la felicidad de los pacientes.

En lo que respecta a la historia pasada, estudios anteriores en diferentes situaciones han evidenciado que las estrategias exitosas de potenciación del talento humano, tales como la formación constante, el acompañamiento y la administración del saber, están íntimamente ligadas a un rendimiento laboral superior y a una mayor felicidad entre el personal médico (6).

En Ecuador, la literatura referente a este tema es escasa, y los análisis existentes no han explorado a fondo la situación particular en los centros de salud públicos, lo cual resalta la importancia y actualidad de esta investigación en el ámbito del Hospital General IESS – Riobamba.

A partir de lo expuesto, esta investigación tiene como propósito analizar cómo las prácticas de desarrollo del talento humano influyen en el desempeño laboral del personal de salud del Hospital General del IESS – Riobamba. Para ello, se establecerán los fundamentos teóricos relacionados con dichas prácticas y su impacto en el desempeño laboral, mediante un análisis exhaustivo de la literatura existente que permita identificar métodos adecuados para evaluar estas variables.

Además, se llevará a cabo una evaluación detallada de las prácticas de desarrollo del talento humano y del desempeño laboral con el fin de detectar factores problemáticos que afectan al personal de salud. Finalmente, se pretende comprobar la relación entre las prácticas de desarrollo del talento humano y el desempeño laboral a través del uso del análisis factorial exploratorio como técnica multivariada.

Desarrollo teórico

Prácticas de desarrollo del talento humano

Se caracterizan como un sistema de comportamiento de los empleados en el que estos se sienten inspirados, satisfechos y comprometidos a dedicar más esfuerzo para ayudar a la organización a lograr sus objetivos (7).

Ejemplos de estas prácticas incluyen supervisión, capacitación laboral y prácticas salariales, capacitación de empleados, incentivos, contratación selectiva, seguridad laboral y equipos autogestionados, capacitación y desarrollo, análisis de trabajo, recompensas, reclutamiento y selección, apoyo social, relaciones con los empleados y empoderamiento de los empleados, oportunidades de capacitación, participación de los empleados, crecimiento y desarrollo, salud y seguridad y reconocimiento de los empleados.

Efectividad del desarrollo de talento humano

La eficacia de la administración de talento humano se relaciona con la habilidad de esta área para aportar de forma importante a la mejora del desempeño de la organización, optimizando las capacidades y la felicidad de los trabajadores (1). Gestionar los recursos humanos trasciende el enfoque en actividades rutinarias como controlar la asistencia del personal o manejar los pagos, ya que también engloba aspectos más significativos y trascendentales que influyen en el ánimo y la salud de los trabajadores.

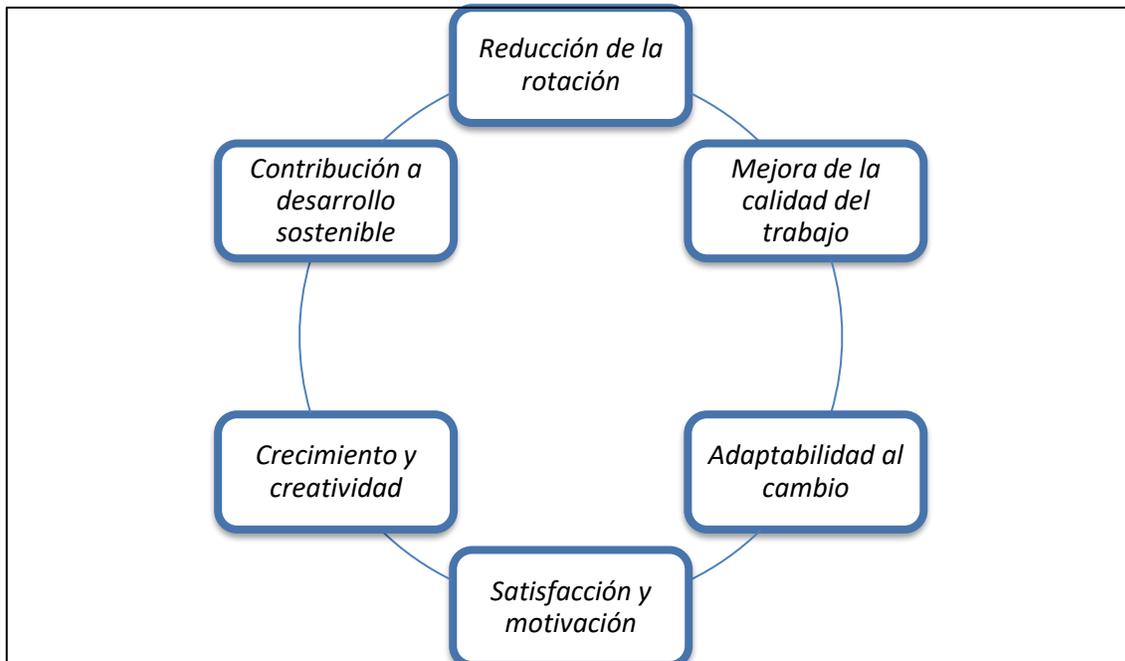


Figura 1. Aspectos clave de cómo influye en la efectividad organizacional.

Fuente: (1)

La eficacia en la administración de talento humano es fundamental para el triunfo de cualquier empresa, ya que al aplicar estrategias que fomenten la felicidad y la dedicación en el trabajo, se logra disminuir la fluctuación de personal y las ausencias laborales. Dentro de estas directrices se contempla la instauración de un entorno laboral favorable, la provisión de estímulos y posibilidades de crecimiento laboral, lo cual posibilita la retención de habilidades y garantiza la permanencia del equipo.

El desarrollo de talento humano influye de manera directa en la excelencia laboral y la eficiencia al promover una alineación precisa entre las responsabilidades de los

trabajadores y las metas de la organización (8). La constante capacitación y la capacidad de ajustarse a los cambios en las operaciones o la tecnología posibilitan que los trabajadores perfeccionen sus destrezas, lo cual se refleja en la creación de productos y servicios de mayor excelencia.

La capacidad de adaptación de una empresa se ve fuertemente influenciada por la manera en que el departamento de talento humano administra las transformaciones a través de planes de capacitación y protocolos para adecuarse a regulaciones nuevas o circunstancias imprevistas (9).

En esta perspectiva, también tiene la responsabilidad de preservar niveles elevados de contento y entusiasmo en la plantilla. Al atender tanto las demandas materiales como las emocionales, fomentando un entorno laboral armonioso y valorando el trabajo duro de los empleados, se consigue fortalecer el sentimiento de pertenencia y dedicación.

Además, el desarrollo de talento humano eficaz debe fomentar un ambiente que favorezca el desarrollo y la innovación (3). Esto incluye brindar a los trabajadores la posibilidad de potenciar su ingenio, participar en la toma de elecciones y aportar al triunfo de la empresa con ideas novedosas.

Sin embargo, simplemente satisfacer las necesidades físicas de los trabajadores no es suficiente (4). Resulta fundamental atender asimismo a sus requerimientos espirituales, estableciendo un ambiente propicio para que descubran un sentido de vida y equilibrio emocional, lo cual potencia su rendimiento y compromiso con la organización.

Tabla 1. Definiciones sobre desempeño laboral y talento humano.

| Concepto | Definición | Autor(es) | Año |
|-------------------------------------|--|--------------------|------|
| Desarrollo talento humano | Un proceso continuo enfocado en desarrollar las habilidades, conocimientos y competencias de los empleados para optimizar su desempeño y productividad. | Nghi & Thuy | 2022 |
| Prácticas desarrollo talento | Conjunto de actividades como la formación, entrenamiento y mentoría, cuyo fin es potenciar las capacidades del personal. | Prasetyaningtyas | 2022 |
| Desempeño laboral | Nivel en el que un empleado lleva a cabo de manera eficiente las funciones y tareas que se le asignan. | (Djoemadi | 2019 |
| Gestión desempeño | Proceso que garantiza que los empleados comprendan los objetivos organizacionales y cuenten con los recursos necesarios para alcanzarlos. | Supatn & Puapradit | 2019 |
| Capacitación desarrollo | Un proceso educativo diseñado para que los empleados adquieran o perfeccionen las competencias, conocimientos y actitudes esenciales para realizar su trabajo de forma eficaz. | Álvarez | 2018 |

| | | | |
|----------------------------------|---|----------|------|
| Compromiso organizacional | Vínculo psicológico entre el trabajador y la organización, que impacta en su rendimiento laboral y permanencia. | Khalaf | 2023 |
| Evaluación del desempeño | Método usado por las empresas para cuantificar y mejorar la actuación de los empleados mediante indicadores específicos. | Purwanto | 2022 |
| Clima organizacional | La percepción compartida entre los empleados acerca de las políticas, procedimientos y prácticas de la organización, que impacta directamente en su motivación y desempeño. | Chong | 2020 |
| Empowerment | Estrategia de desarrollo organizacional enfocada en brindar a los empleados autonomía y autoridad para tomar decisiones que favorezcan su desempeño. | Reyes | 2018 |

El desafío de fortalecer el talento humano y optimizar el desempeño laboral abarca diversas estrategias e ideas que influyen directamente en la productividad y eficiencia de los empleados dentro de una organización. La capacitación constante y las actividades de crecimiento son fundamentales para potenciar las habilidades de los empleados (4). El rendimiento en el trabajo se relaciona con la efectividad en el cumplimiento de las responsabilidades asignadas a un trabajador (10), por otra parte, la administración del rendimiento como un procedimiento fundamental para armonizar las metas de la organización con los recursos otorgados a los empleados (11).

Los factores como la formación, la implicación de la organización y el ambiente laboral son importantes para impulsar la motivación y rendimiento de los trabajadores (12). Asimismo, la idea de empoderamiento y la valoración del rendimiento destacan la relevancia de brindar autonomía a los trabajadores y evaluar su desempeño de forma continua para mejorar su aporte a la empresa.

Compromiso del empleado

La dedicación del trabajador se relaciona con el grado de apego emocional y entusiasmo que una persona experimenta hacia su labor y la empresa en la que trabaja. Un trabajador comprometido no solo realiza sus tareas, sino que también se muestra dispuesto a superar las expectativas para colaborar en el triunfo de la compañía (6). Este compromiso se relaciona con la felicidad en el trabajo, la apreciación de los jefes y un entorno laboral que estimule el desarrollo personal y profesional. Por otro lado, trabajadores comprometidos tienden a mostrar una fidelidad más fuerte y se quedan en sus trabajos por períodos más largos, lo cual disminuye el cambio de personal y refuerza la identidad de la empresa.

Satisfacción del empleado

La satisfacción laboral se refiere al nivel de plenitud y alegría que experimenta un individuo en su empleo, lo cual impacta en su bienestar global y desempeño dentro de la empresa

(2). La felicidad en el trabajo está influenciada por diversos elementos, tales como el entorno laboral, la valoración obtenida, las posibilidades de desarrollo, la remuneración equitativa y la armonía entre la vida personal y profesional. Un elevado grado de contento provoca un incremento en la dedicación, entusiasmo y eficiencia, lo cual impacta de forma beneficiosa en el ambiente laboral y disminuye contratiempos como la falta de asistencia o la fluctuación de empleados (13).

Intención de rotación de empleados

La idea de rotación de personal se relaciona con la voluntad o disposición de un empleado de abandonar su posición actual en busca de nuevas opciones de trabajo. La intención puede verse afectada por múltiples razones, como el descontento laboral, la escasez de posibilidades de desarrollo, un sueldo poco atractivo o una dirección inadecuada (1).

Además, su situación puede ser influenciada por factores externos, como la presencia de oportunidades más atractivas en el ámbito laboral o transformaciones personales que alteren las prioridades del trabajador. La carencia de entusiasmo o la falta de armonía entre los principios del trabajador y la cultura de la empresa son causas habituales que explican esta situación.

Cuando se observa un alto nivel de rotación en una empresa, esto puede ser un indicio preocupante, ya que puede resultar en la salida de empleados clave y en un incremento en los gastos asociados con la contratación y formación de nuevos colaboradores (14). Asimismo, una elevada intención de rotación puede impactar negativamente en el ánimo colectivo del grupo, provocar desgano en los empleados que se quedan y menoscabar el rendimiento laboral (15).

Por lo mencionado anteriormente se considera fundamental que se realicen investigaciones que aporten en mejorar el desempeño laboral, por lo que el objetivo de esta investigación es analizar el impacto de las prácticas de desarrollo del talento humano en el desempeño laboral del personal de salud del Hospital General del IESS – Riobamba, con la finalidad de evaluar las percepciones de los empleados respecto a las estrategias de desarrollo del talento humano implementadas en el hospital y su influencia en su rendimiento laboral; lo que contribuye a la disminución de la posibilidad de que los empleados abandonen la empresa, las organizaciones deben concentrarse en aumentar la felicidad en el trabajo, brindar opciones para crecimiento profesional y fomentar una comunicación transparente que facilite la detección y solución de los inconvenientes que puedan afectar a su personal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio utiliza una metodología mixta para explorar las prácticas de desarrollo del talento humano y su impacto en el desempeño laboral del personal. Incluye técnicas cuantitativas, como la aplicación de cuestionarios estructurados, para analizar las percepciones de los empleados, con métodos cualitativos, como las entrevistas interpretativas, que exploran en profundidad sus vivencias. Ofrece una valoración cuantitativa de la correlación entre las prácticas organizacionales y el desempeño en

cambio, el análisis cualitativo aporta contexto y entendimiento. Esta combinación de perspectivas proporcionando una perspectiva más integral, proporcionando datos útiles para optimizar la administración del recurso humano en el hospital.

Enfoque mixto

Este análisis utilizó un enfoque combinado, que fusionó aspectos tanto cuantitativos como cualitativos que consiguió una perspectiva completa del fenómeno del estudio. Este enfoque refiere a la combinación de datos numéricos y no numéricos para mejorar la comprensión del problema en estudio. Esta técnica posibilita enriquecer los resultados logrados mediante cuestionarios cuantitativos con la interpretación minuciosa y detallada que brinda el análisis cualitativo.

Diseño del estudio

El enfoque del estudio fue de carácter descriptivo ya que porque busca especificar y detallar atributos, características y perfiles de las prácticas de desarrollo del talento humano y su relación con el desempeño laboral del personal de salud del Hospital General IESS - Riobamba. Este enfoque permite identificar patrones y tendencias sin alterar el contexto de las variables analizadas, lo que asegura una interpretación objetiva de la interacción entre el desarrollo del talento humano y el desempeño laboral. Se describen aspectos clave como las prácticas de desarrollo del talento humano, las percepciones de los empleados y el rendimiento laboral; permitiendo tener una perspectiva completa y detallada de las dinámicas existentes en el entorno laboral del hospital, facilitando la identificación de áreas de mejora para la gestión del talento humano.

Muestra

La investigación contempló un grupo de 44 empleados públicos del Hospital General IESS Riobamba, escogidos de diferentes sectores de atención de salud, fue deliberada la selección de los participantes, centrándose en aquellos que participen directamente en las estrategias de desarrollo del talento humano. Este método tiene como objetivo asegurar que los datos obtenidos representen con exactitud las percepciones y vivencias de los trabajadores respecto a estas prácticas. Por lo tanto, se examinó el efecto de las estrategias en el rendimiento en el trabajo, garantizando que los resultados sean representativos y pertinentes para el resto del equipo.

Recolección de datos

Cuantitativa (Encuesta): Se aplicó una encuesta organizada para valorar las prácticas de desarrollo del talento humano y el rendimiento laboral. Las cuestiones se elaboraron en una escala Likert de 5 puntos, en la que los participantes expresaron su nivel de conformidad o discrepancia con diferentes declaraciones vinculadas a las variables en análisis. Esta herramienta facilitó la evaluación imparcial de las percepciones de los trabajadores respecto a las prácticas de la organización y su rendimiento.

Diseño del instrumento

La ilustración presenta un esquema conceptual que establece la relación entre las prácticas de desarrollo del talento humano y el desempeño laboral. El desarrollo del talento humano se divide en cinco dimensiones etiquetadas como DPTH1, DPTH2, DPTH3, DPTH4, DPTH5, que representan aspectos específicos de las prácticas de desarrollo de talento. Por otro lado, el desempeño laboral se evalúa con cinco indicadores denominados DDL1, DDL2, DDL3, DDL4 y DDL5. Los ítems de ambos constructos se miden en una escala Likert de cinco puntos, donde 1 es “Totalmente en desacuerdo” y 5 “Totalmente de acuerdo”. Este esquema sugiere una estructura diseñada para evaluar la relación entre las prácticas implementadas para el desarrollo del talento humano y como estas impactan en el desempeño laboral de los empleados.

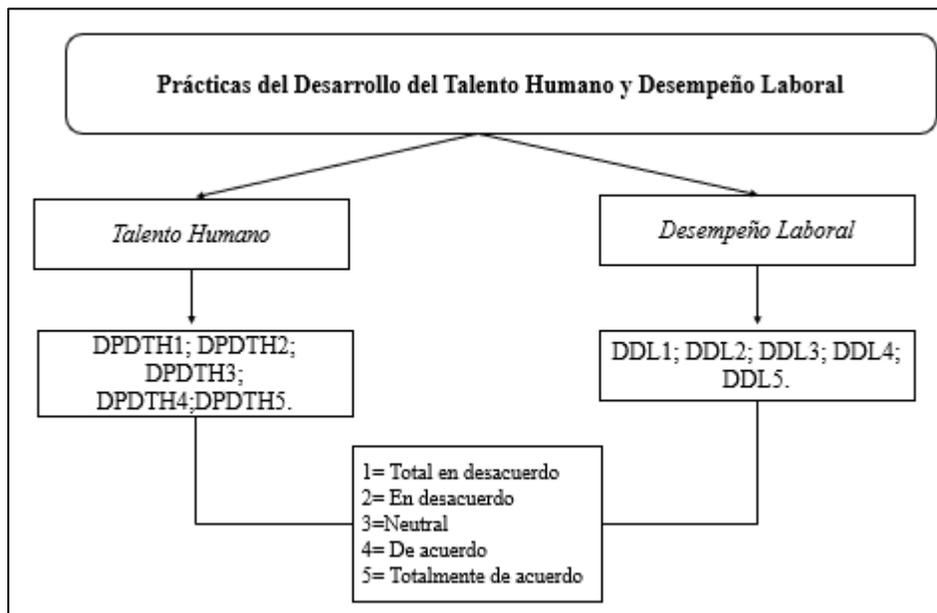


Figura 2. Diseño del instrumento.

Análisis de datos

Análisis cuantitativo: La información recolectada de las encuestas fue examinada utilizando el programa estadístico SPSS, famoso por su habilidad para manejar datos numéricos. Se hizo estudios descriptivos que facilitarían la síntesis de los atributos principales de las variables, tales como las estrategias de desarrollo del talento humano y el desempeño en el trabajo. Después, se llevó a cabo ensayos de correlación para establecer entre ambas variables, con el objetivo de establecer si las estrategias de desarrollo del talento tienen relación con el rendimiento de los empleados. Los resultados proporcionarían un entendimiento preciso de esta relación, brindando datos valiosos para optimizar la toma de decisiones en la administración del talento.

Análisis cualitativo: Las entrevistas se tradujeron y examinaron a través del método de codificación temática, lo que facilitó la identificación de temas que se repiten en las

respuestas de los empleados, la clasificación de la información en categorías esenciales vinculadas a sus percepciones acerca de las prácticas de desarrollo del talento humano y su influencia en el rendimiento en el trabajo.

Al reconocer patrones y temas, se conseguirá un entendimiento más detallado de las vivencias de los trabajadores. Estos descubrimientos funcionarán con los datos cuantitativos, ofreciendo una perspectiva más integral y enriquecida del fenómeno analizado, y proporcionando sugerencias valiosas para la administración del talento en la organización.

El método combinado empleado en esta investigación facilitó la integración y comparación de los resultados logrados mediante técnicas cuantitativas y cualitativas, proporcionando una perspectiva más completa de la conexión entre el crecimiento del talento humano y el rendimiento laboral del personal de salud en el Hospital General IESS Riobamba. Los datos numéricos ofrecieron una valoración imparcial de esta relación, mientras que el análisis cualitativo facilitó una exploración detallada de las vivencias y percepciones de los trabajadores.

Alfa de Cronbach

Es un coeficiente que evaluó la consistencia interna de un grupo de elementos en una escala o cuestionario, garantizando que dichos elementos midan de forma consistente el mismo conjunto. Este valor varía de 0 a 1, en el que un alfa próxima a 1 señala una gran confiabilidad y consistencia entre los elementos. Normalmente se considera aceptable un valor que exceda 0.7 para asegurar la fiabilidad de una escala, mientras que valores menores pueden indicar dificultades en la elaboración de los ítems. Este coeficiente se emplea a menudo en estudios para verificar la confiabilidad de herramientas de medición en campos como la psicología, la educación y las ciencias sociales.

Tabla 2. Alfa de Cronbach.

| Dimensión | Alfa de Cronbach | N de elementos |
|--|------------------|----------------|
| Prácticas de desarrollo del Talento Humano | 0,9550 | 5 |
| Desempeño Laboral | 0,9803 | 5 |
| Alfa de Cronbach | 0,9820 | 10 |

Nota: Resultados obtenidos del software SPSS

Los datos obtenidos evidencian una confiabilidad en las dimensiones estudiadas. Las Practicas de Desarrollo del Talento Humano obtuvieron un Alfa de Cronbach de 0.955, lo que señala una consistencia interna excepcional.

En cambio, el Rendimiento Laboral llego a un valor de 0.980, lo cual también muestra una alta confiabilidad. En resumen, el método de evaluación que incluyo 10 ítems en total, mostro un Alfa de Cronbach de 0.982, confirmando la validez de las escalas empleadas en

este estudio para medir la correlación entre las prácticas de desarrollo del talento humano y el rendimiento laboral del personal de salud del Hospital General IESS-Riobamba.

RESULTADOS

Los resultados se refieren a la exposición de los datos recolectados durante la investigación, sin hacer interpretaciones o valoraciones. En esta parte se presentan de forma clara y organizada los resultados logrados con relación a los objetivos propuestos, empleando tablas, diagramas o explicaciones numéricas y escritas.

Tabla 3. Perfil socio demográfico.

| | | Frecuencia | Porcentaje |
|-----------------------------|------------------------|------------|------------|
| Sexo | Masculino | 14 | 29,8 |
| | Femenino | 33 | 70,2 |
| Edad | Menor a 28 años | 4 | 8,5 |
| | De 29-33 años | 13 | 27,7 |
| | De 34-39 años | 17 | 36,2 |
| | Mayor a 40 años | 13 | 27,7 |
| Formación Académica | Médico | 12 | 25,5 |
| | Enfermero/a | 18 | 42,6 |
| | Ejecutivo del hospital | 15 | 31,9 |
| Remuneración | Menor a \$700 | 12 | 25,5 |
| | De \$701-\$1000 | 10 | 21,3 |
| | De \$1001-\$1300 | 17 | 36,2 |
| | Mayor a \$1300 | 8 | 17,0 |
| Cargo que desempeña | Ejecutivo del hospital | 11 | 23,4 |
| | Médicos | 28 | 61,7 |
| | Enfermeras/os | 7 | 14,9 |
| | Menor a 2 años | 4 | 8,5 |
| Años de experiencia Laboral | 2-5 años | 13 | 27,7 |
| | 6-9 años | 16 | 34,0 |
| | Más de 10 años | 14 | 29,8 |
| | Total | 44 | 100,0 |

Nota: Resultados obtenidos del software SPSS

El estudio de la tabla revela que el 70,2% de los participantes en la investigación son de género femenino y tienen entre 34 y 39 años con el (36,2%). Respecto a la educación académica, sobresale que la mayoría son médicos (61,7%), seguida por ejecutivos hospitalarios (31,9%). En cuanto a salario, un significativo 36,2% de los participantes en la encuesta recibe entre \$1001 y \$1300, mientras que un 21,3% recibe entre \$701 y \$1000. La mayoría de los participantes tiene una trayectoria laboral de entre 6 y 9 años (34%) y en relación al puesto ocupado, los médicos constituyen la mayor proporción (61,7%), seguidos por los ejecutivos del hospital con un 23,4%.

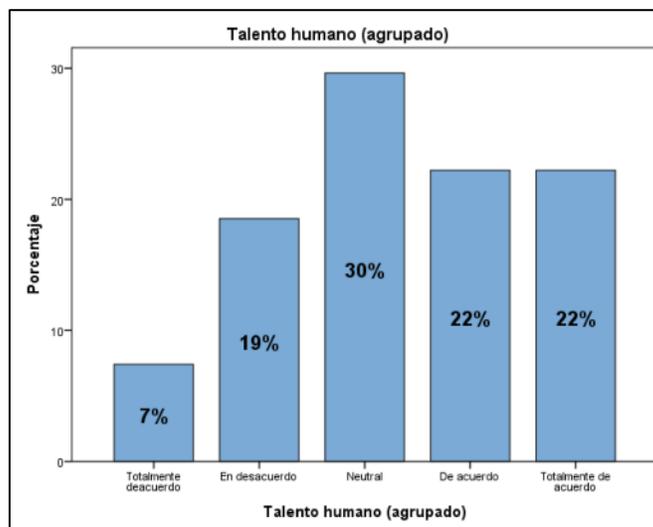


Figura 3. Prácticas de desarrollo del talento humano.

Nota. Elaborado con el sistema SPSS.

En el área de recursos humanos del Hospital General del IESS-Riobamba, la información muestra una variada distribución en las opiniones del personal respecto a las prácticas de crecimiento profesional. Un tercio de los entrevistados sostienen una actitud imparcial, lo que señala una ausencia de seguridad respecto a las ventajas percibidas de las políticas y estrategias de gestión de recursos humanos aplicadas en el hospital. Este elevado porcentaje imparcial podría indicar que las estrategias de desarrollo no se comunican de manera clara o no cumplen con las expectativas del personal (16).

Por otro lado, se nota que un 22% de los trabajadores concuerda y otro 22% está completamente conforme con las prácticas de gestión del talento humano, lo que evidencia que una porción considerable del personal aprecia la importancia de las acciones de desarrollo puestas en marcha.

No obstante, la ausencia de una mayoría evidentemente favorable indica que estas prácticas podrían aprovecharse de una personalización más amplia o adaptación a las necesidades particulares de los trabajadores sanitarios, con el fin de potenciar el efecto positivo en el rendimiento y la satisfacción en el trabajo (17).

Los índices de desacuerdo y total desacuerdo, que totalizan un 26%, indican que un segmento del personal no considera que las políticas de empleo como eficaces o satisfactorias. Este detalle muestra un posible desajuste entre las estrategias de crecimiento y las verdaderas necesidades del personal, lo que podrían impactar de manera adversa en la motivación y el compromiso en el trabajo. Esto indica que el hospital debería analizar y modificar sus programas de gestión personal para potenciar su eficacia y garantizar que verdaderamente aporten al crecimiento profesional y personal de su equipo.

DEL HOSPITAL GENERAL IESS – RIOBAMBA

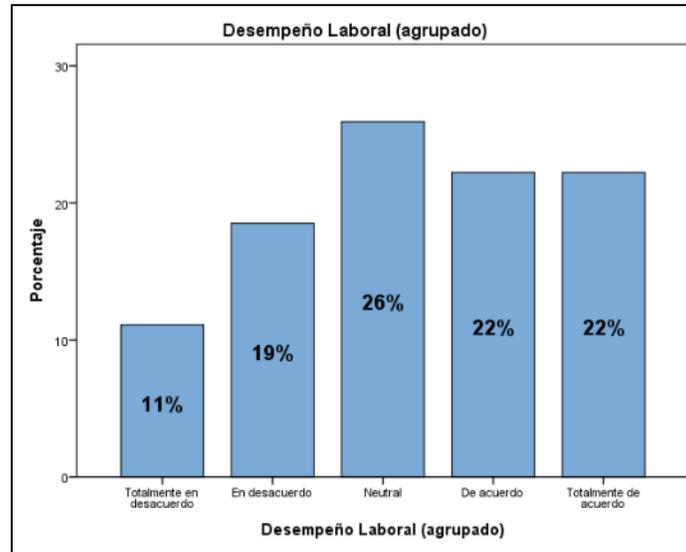


Figura 4. Desempeño Laboral.
Nota. Elaborado con el sistema SPSS.

En cuanto al rendimiento laboral del personal del Hospital General del IESS- Riobamba, se nota que el 26% de los entrevistados adopta una actitud neutral, lo que señala una visión ambigua acerca de su desempeño laboral.

Esto podría indicar una ausencia de claridad en los estándares de evaluación o en el efecto de las estrategias de desarrollo aplicadas por el hospital, lo que deja a los trabajadores sin una seguridad nítida sobre su avance o eficacia en la realización de sus funciones.

Además, el 22% de los trabajadores coinciden y un 22% está completamente de acuerdo en que su rendimiento ha mejorado, lo que evidencia que un segmento significativo del personal valora de manera positiva su propio desempeño.

Este conjunto podría estar respondiendo de manera positiva a las oportunidades de desarrollo y formación ofrecidas por el hospital, lo que favorece sus satisfacción y dedicación en el trabajo. Sin embargo, la ausencia de una mayoría firme en acuerdo indica que todavía existen posibilidades de mejora en las estrategias para potenciar el rendimiento laboral.

Cabe mencionar que el 19% de los trabajadores discrepan y el 11% están completamente en desacuerdo con la percepción de su rendimiento en el trabajo. Este grupo de empleados puede encontrarse con barreras que obstaculizan su desempeño, como condiciones laborales deficientes, ausencia de respaldo o recursos, o un entorno de trabajo que no promueve la productividad; eso resalta la necesidad de que el hospital revise y mejore sus políticas de administración de rendimiento para atender las demandas particulares de este colectivo y garantizar un ambiente que fomente el desempeño y la satisfacción en todos los estratos del personal.

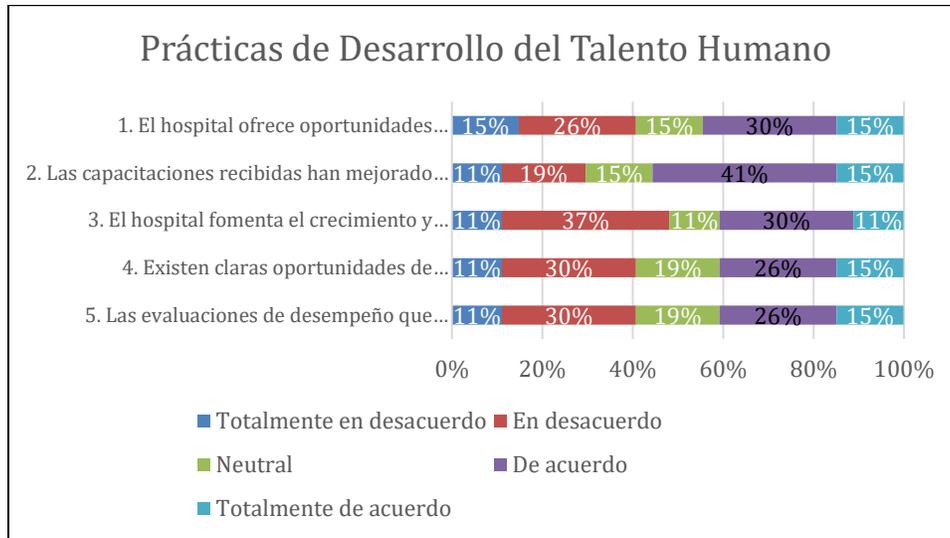


Figura 5. Prácticas de Desarrollo del Talento Humano.

Nota. Elaborado con el sistema SPSS.

Durante el análisis de las prácticas de desarrollo del talento humano en el Hospital del IESS-Riobamba se detectaron diversas percepciones relevantes entre el personal sanitario que representan áreas de oportunidad y elementos esenciales en los procesos de formación y crecimiento profesional.

Como se puede apreciar en el diagrama, un 26% de los participantes en la encuesta discrepa de la presencia de oportunidades constantes de formación, mientras que únicamente un 15% está completamente de acuerdo. Esto indica una sensación de insuficiencia en la provisión de formación lo que podría estar restringiendo el desarrollo profesional de los trabajadores y consecuentemente afectando su rendimiento.

Otro factor importante es la efectividad de las formaciones, dado que el 14% de los participantes en la encuesta sostiene que las formaciones han potenciado sus habilidades y competencias laborales, aunque un 19% no se siente complacido. Esta dualidad señala que, aunque ciertos programas de capacitación generan un efecto beneficioso hay un porcentaje significativo de trabajadores que no perciben un beneficio considerable. Esto podría ser resultado de un desajuste entre las necesidades personales de los empleados y los contenidos de los programas de formación, restringiendo la eficacia de estas prácticas para todos los estratos del personal de salud.

Respecto a las posibilidades de ascenso dentro de la organización el 30% de los participantes en la encuesta expresa discrepancias con la claridad de las oportunidades de crecimiento, lo que indica una potencial ausencia de claridad en los procedimientos de ascenso o desarrollo profesional. La falta de un camino de desarrollo definido puede impactar en la motivación y la satisfacción en el trabajo, dado que los trabajadores pueden sentir que sus esfuerzos no serán valorados o premiados de manera adecuada. Autores han indicado que la claridad y disponibilidad de las oportunidades de promoción son factores

preponderantes para la dedicación organizacional, lo que subraya la importancia de optimizar este elemento en el hospital.

Respecto a las evaluaciones de rendimiento, un 30% de los trabajadores expresa discrepancias respecto a su aportación al crecimiento profesional, mientras que únicamente un 15% está completamente conforme. Esto indica que las evaluaciones vigentes podrían no estar siendo empleadas de forma eficiente para promover el desarrollo del personal.

Estas evaluaciones podrían no contar con retroalimentación constructiva o con planes de desarrollo personalizados, lo que disminuye su eficacia como instrumento de mejora constante. La teoría de administración del rendimiento argumenta que una evaluación efectiva debe incorporar planes de acción concretos y cuantificables que guíen al empleado hacia la mejora constante.

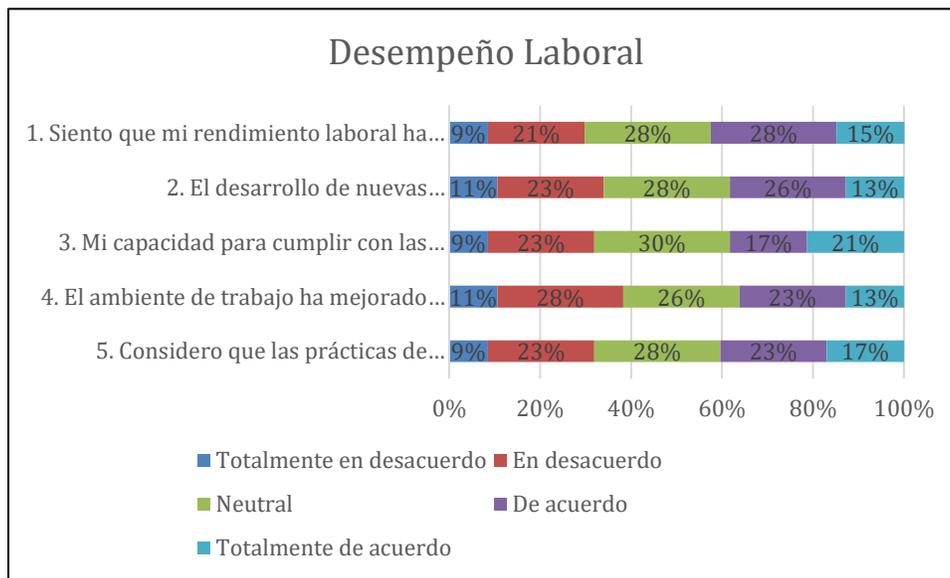


Figura 6. Desempeño laboral.

Nota. Elaborado con el sistema SPSS.

Se detectaron varias percepciones acerca del efecto de las prácticas de desarrollo en el rendimiento y la satisfacción en el trabajo. Como se puede apreciar, un 28% de los participantes en la encuesta sostiene una posición neutral respecto a si su desempeño ha mejorado, mientras que únicamente un 15% se manifiesta complementa conforme. Este patrón indica que a pesar de que existen ciertas prácticas de desarrollo su eficacia en la mejora del rendimiento individual no se percibe de forma homogénea. De acuerdo con, el crecimiento profesional debería influir positivamente en el desempeño, lo que pone manifiesto una posible discrepancia entre las practicas presentes del hospital y las expectativas personal.

Por otro lado, el desarrollo de nuevas habilidades es fundamental para el rendimiento, también muestra una ausencia de influencia positiva para un porcentaje considerable de trabajadores, con un 23% en desacuerdo acerca de su aportación al desarrollo de habilidades. Esta circunstancia podría ser resultado de una personalización deficiente en los programas de formación o de un enfoque que no satisface las necesidades particulares del personal. Las prácticas de desarrollo deben ajustarse a las necesidades y competencias de los trabajadores para impulsar el crecimiento y la eficacia, lo cual parece necesitar modificaciones en el entorno hospitalario.

La opinión acerca de la habilidad para cumplir con las obligaciones laborales indica que un 30% de los entrevistados sostiene una actitud neutral y un 23% discrepa, lo que sugiere una posible falta de preparación apropiada para enfrentar las demandas del cargo. Esto podría estar vinculado con la ausencia de desarrollo de habilidades mencionadas previamente, lo que restringe la habilidad de los trabajadores para ajustarse a las exigencias del ambiente laboral. Un rendimiento eficaz no solo demanda destrezas técnicas, sino también habilidades de aportación y resiliencia, elementos que podría requerir reforzamiento en este hospital.

El clima laboral en el Hospital General del IESS- Riobamba refleja una opinión variada entre los trabajadores, con un 28% en desacuerdo respecto a su mejora y únicamente el 13% en completa conformidad. Esto señala que las condiciones de trabajo actuales podrían estar restringiendo la productividad y la satisfacción de los empleados. Según la teoría de motivación higiene (10), un ambiente propicio promueve la dedicación y la cooperación, elementos necesarios para un rendimiento óptimo. La ausencia de progresos en este campo subraya la importancia de modificar las políticas organizativas del hospital para potenciar tanto la motivación del equipo como la calidad del servicio

Análisis factorial

El análisis factorial es una técnica estadística que reduce el número de variables observadas en un conjunto más manejable de factores representativos, facilitando estructuras subyacentes. Esta técnica simplificó y facilitó la interpretación de datos complejos al utilizar la correlación entre variables para agruparlas en factores que explican las similitudes observadas. Esta metodología se fundamentó en la precisión entre variables reuniéndolas en elementos que aclaran las similitudes detectadas, lo que simplifica y facilita la comprensión de datos complejos. Los factores adquiridos son constructos latentes que explican la variación conjunta entre variables y pueden ser beneficiosos en la elaboración de teorías y modelos de explicación.

El KMO es un indicador que estableció si una muestra es apropiada para el análisis factorial. Su intervalo oscila entre 0 y 1, en el que los valores próximos a 1 señalan una gran adecuación de los datos, perfecta para un análisis factorial sólido. Generalmente, un KMO que excede los 0.6 o 0.7 es aceptable. En el espacio rotado, la matriz de componentes refleja los valores de cargas factoriales de cada variable en los factores tras la aplicación de una rotación. Esta rotación tiene como objetivo simplificar la estructura de los factores, logrando que cada variable tenga una fuerte conexión con un único factor.

Tabla 4. Desarrollo de Talento Humano.

| | Componente |
|---|-----------------------|
| | <i>Talento Humano</i> |
| 1. El hospital ofrece oportunidades constantes de capacitación y desarrollo profesional. | ,891 |
| 2. Las capacitaciones recibidas han mejorado mis habilidades y competencias laborales. | ,885 |
| 3. El hospital fomenta el crecimiento y desarrollo personal de sus empleados a través de programas específicos. | ,886 |
| 4. Existen claras oportunidades de promoción dentro de la institución gracias a las prácticas de desarrollo del talento | ,923 |
| 5. Las evaluaciones de desempeño que realiza el hospital contribuyen a mi desarrollo profesional | ,923 |
| 1. Siento que mi rendimiento laboral ha mejorado gracias a las capacitaciones recibidas | ,954 |
| 2. El desarrollo de nuevas competencias a través de las capacitaciones ha incrementado mi eficiencia en el trabajo | ,920 |
| 3. Mi capacidad para cumplir con las metas laborales ha mejorado debido al apoyo brindado por el hospital en mi desarrollo | ,940 |
| 4. El ambiente de trabajo ha mejorado como resultado de las prácticas de desarrollo del talento humano en la institución | ,935 |
| 5. Considero que las prácticas de desarrollo del talento humano en el hospital influyen positivamente en mi compromiso y motivación laboral | ,956 |
| Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin. | ,911 |
| Chi-cuadrado aproximado | 669,456 |
| Sig. | ,000 |

Nota: Resultados obtenidos del software estadístico SPSS.

En la matriz de variables en el espacio rotado, se nota que todas las variables se agrupan en un solo componente llamado Talento Humano, con cargas factoriales elevadas que oscilan entre .885 y .956.

Estas elevadas cargas factoriales señalan que cada elemento tiene una correlación fuerte con el componente detectado, lo que sugiere que variables tienen una relación subyacente y pueden ser consideradas como indicadores de un mismo factor o dimensión. En esta situación el capital humano en el marco crecimiento profesional y la formación en un hospital.

Las cargas factoriales que superan .8 en cada elemento señalan que la variabilidad de cada variable se explica adecuadamente por el componente principal. Por ejemplo, elementos como hay claras posibilidades de ascenso y el entorno laboral me incentiva poseen cargas de .923 y .935, respectivamente, lo que indica que estos elementos son muy representativos del conjunto de recursos humanos; indicando que el componente de manera eficiente la información de todos los elementos, proporcionando un entendimiento más claro y sencillo de como las prácticas de desarrollo del talento humano afectan a los trabajadores.

El valor Kaiser Meyer Olkin, de .911 señala una elevada idoneidad de la muestra para el análisis factorial, corroborando que las variables poseen la correlación necesaria para ser agrupadas de forma eficaz en un solo factor. Además, el valor estadístico de .000 en el chi cuadrado también respalda la pertinencia de la estructura factorial mostrando un panorama adecuado y que el componente detectado ofrece una representación válida y consistente de las prácticas de desarrollo de talento humano en la organización, simplificando el entendimiento de su influencia en el compromiso y la motivación laboral de los trabajadores.

DISCUSIÓN

El coeficiente de correlación de Spearman es un indicador estadístico que facilita la valoración de la conexión entre dos variables ordinales o que no satisfacen las premisas de normalidad. Este coeficiente evalúa la intensidad y rumbo de una relación monotónica, en la que una variación en una variable conlleva una variación proporcional en la otra, sin que sea lineal. Desde -1 hasta 1, los valores extremos señalan una correlación perfecta positiva o negativa, mientras que 0 señala la falta de correlación.

Tabla 5. Correlación entre las estrategias de desarrollo del talento humano y el rendimiento laboral del personal de salud.

| Variable | Rho de Spearman | Valor p | Grado de correlación | Decisión |
|---|-----------------|---------|----------------------|-----------|
| Ausencia de relación significativa entre las prácticas de desarrollo del talento humano y el desempeño laboral del personal de salud del Hospital General del IESS - Riobamba | 0,785 | 0,000 | Moderada Positiva | Soportada |
| Presencia de relación significativa entre las prácticas de desarrollo del talento humano y el desempeño laboral del personal de salud del Hospital General del IESS – Riobamba. | 0,752 | 0,000 | Moderada Positiva | Soportada |

Nota: Resultados obtenidos del software estadístico SPSS.

La tabla muestra los resultados del análisis de hipótesis realizado utilizando el coeficiente Rho de Spearman, con el propósito de evaluar la relación entre las estrategias de desarrollo del talento humano y el desempeño laboral del personal de salud en el Hospital General del IESS de Riobamba.

Para ambas hipótesis alternativas (H1), los coeficientes de Rho de Spearman obtenidos son 0.785 y 0.752, respectivamente, con un valor p de 0.000, lo que indica una correlación estadísticamente significativa. En consecuencia, se considera que esta correlación, de magnitud moderada, refleja una relación positiva entre las variables analizadas entre el desarrollo del talento humano el rendimiento en el trabajo.

Según estudios realizados por autores como Palma-Avellán, 2018, se resalta la relevancia de la correlación en investigaciones de recursos humanos para entender el efecto de acciones concretas en los resultados de la organización.

En esta situación, el estudio indica que las prácticas de desarrollo de talento favorecen el rendimiento en el trabajo, un descubriendo que concuerda con investigaciones anteriores que descubren que la inversión en recursos humanos no solo incrementa la satisfacción de los trabajadores, sino también su productividad y dedicación. La correlación moderadamente observada apoya la teoría de que, a pesar de que el desarrollo de talento es un elemento relevante, el rendimiento laboral también puede estar sujeto a otros factores contextuales o individuales no incluidos en este estudio.

Adicionalmente se puede evidenciar que las prácticas de desarrollo del talento humano, tales como la capacitación constante, las evaluaciones de desempeño y las oportunidades de promoción, están moderadamente relacionadas con el desempeño laboral del personal de salud del Hospital General del IESS – Riobamba. Esta información es consistente y acorde a lo reportado por Álvarez et al. (2018), quienes afirman que las estrategias bien estructuradas en el ámbito de recursos humanos tienen un impacto significativo en la satisfacción laboral y en la productividad.

En contraste, otros estudios como el de Dousin et al. (2019), realizado en el sector de la salud en Malasia, identificaron una correlación más fuerte entre estas prácticas y el desempeño laboral, lo que sugiere que los resultados pueden estar influenciados por factores contextuales como las políticas organizacionales y el clima laboral.

En este sentido, la percepción neutral o negativa de un porcentaje significativo de los encuestados en este estudio (28%) respecto al clima laboral podría estar limitando el impacto positivo de las estrategias implementadas. Asimismo, nuestros resultados confirman los planteamientos de Khalaf (2023), quien señala que las oportunidades de desarrollo profesional no solo potencian el rendimiento laboral, sino que también influyen en el compromiso organizacional. Sin embargo, la falta de claridad en los procesos de promoción dentro del hospital, reportada por el 30% de los participantes, sugiere que estas prácticas requieren una revisión para alinearse con las expectativas del personal.

En cuanto a la efectividad de las capacitaciones, el estudio resalta una percepción dual en los trabajadores: mientras que un porcentaje valora positivamente su impacto, otro considera que no contribuyen significativamente a mejorar sus habilidades. Este resultado es similar al reportado por Canales et al. (2021), quienes subrayan la importancia de diseñar programas de capacitación que respondan a las necesidades específicas del personal y del contexto organizacional.

Además, al comparar los resultados de este estudio con los de Reyes et al. (2018), que destacan la relevancia del empoderamiento en el desempeño laboral, se observa una ausencia de programas claros que promuevan la autonomía en el entorno hospitalario. Esto refuerza la necesidad de optimizar las prácticas actuales para no solo mejorar las competencias técnicas, sino también fortalecer el compromiso y la motivación del personal.

Por último, aunque los resultados respaldan una correlación positiva moderada entre las prácticas de desarrollo del talento humano y el desempeño laboral, es importante considerar que otros factores, como las condiciones laborales y los recursos disponibles, también podrían estar influyendo. La literatura sugiere que una integración efectiva de estas variables podría potenciar aún más el impacto de las estrategias de desarrollo del talento humano.

CONCLUSIONES

En cuanto a la relación entre el desarrollo del talento humano y el desempeño laboral, los resultados muestran una correlación positiva moderada entre las prácticas de desarrollo del talento humano y el desempeño laboral del personal de salud del Hospital General del IESS – Riobamba. Esto evidencia que la implementación de estrategias como la capacitación, las evaluaciones de desempeño y las oportunidades de promoción contribuyen significativamente al compromiso y la eficiencia de los trabajadores.

Considerando las deficiencias en las estrategias de desarrollo, se identificaron brechas importantes en la ejecución de las prácticas de desarrollo del talento humano. Un 30% de los empleados no ha recibido formación en los últimos dos años, y un 26% percibe una falta de oportunidades claras de promoción. Estas carencias afectan negativamente la motivación, la satisfacción laboral y, consecuentemente, el desempeño de los trabajadores.

El impacto del clima laboral en el rendimiento revela que el entorno laboral actual del hospital no satisface plenamente las necesidades del personal, ya que un 28% de los participantes tiene una percepción neutral o negativa sobre las condiciones de trabajo. Mejorar el clima organizacional es importante para fomentar un ambiente que impulse la productividad y la dedicación.

Resulta importante personalizar las prácticas de desarrollo ya que la percepción del impacto de las capacitaciones y evaluaciones de desempeño varía entre los trabajadores, lo que sugiere la necesidad de adaptar estas prácticas a las necesidades y expectativas específicas del personal. Esto garantizará que las estrategias sean efectivas y generen un mayor impacto positivo en el rendimiento laboral.

Con relación a las recomendaciones para el fortalecimiento organizacional, es necesaria la revisión integral de las políticas de desarrollo del talento humano, con énfasis en la formación continua, el establecimiento de rutas claras de crecimiento profesional y la mejora del entorno laboral. Estas acciones no solo potenciarán el desempeño laboral, sino que también contribuirán a la calidad del servicio ofrecido por el hospital.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Álvarez, B., Alfonso, D., & Indacochea, B. (2018). El desempeño laboral: Un problema social de la ciencia. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 9(2), 147–158. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6596591>
2. Umma, S. (2021). Synthesizing the Determinants of Job Performance of Academic and Administrative heads of the Sri Lankan Universities: A Literature Review. *Journal of Information Systems & Information Technology (JISIT)*, 6(1), 2478–0677.
3. Chandrasekara, S. (2019). Relationship Among Big Five Personality Traits, Job Performance & Job Satisfaction: A Case of School Teachers in Sri Lanka. *International Journal of Information, Business and Management*, 11(2), 1–15. <https://doi.org/10.20472/iac.2018.044.009>
4. Lira, C. (2022). Nivel de satisfacción y desempeño laboral del personal de enfermería. *Más Vita. Revista de Ciencias de Salud Volumen*, 4(4), 206–216.
5. Kia, A., Asaloei, S., & Werang, B. (2019). Job satisfaction and performance of elementary school teachers. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 8(4), 575–580. <https://doi.org/10.11591/ijere.v8i4.20264>
6. Canales, A., López, J., & Napán, A. (2021). Clima Organizacional y el Desempeño Laboral durante el Covid-19. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria KOINONIA*, 6(1), 124–142.
7. Nghi, N., & Thuy, T. (2022). THE RELATIONSHIP BETWEEN ETHICAL LEADERSHIP, JOB ENGAGEMENT, AND JOB PERFORMANCE: EVIDENCE FROM THE PUBLIC SECTOR IN VIETNAM. *PalArch's Journal of ...*, 19(2), 1161–1176. <https://archives.palarch.nl/index.php/jae/article/view/11155%0Ahttps://archives.palarch.nl/index.php/jae/article/download/11155/10001>
8. Khalaf, I. (2023). Some organizational concepts and their relationship to the job performance of physical education teachers in Salah alDin Governorate. *Texas Journal of Medical Science*, 16(5), 1–13. <https://www.zienjournals.com/index.php/tjms/article/view/3190%0Ahttps://www.zienjournals.com/index.php/tjms/article/download/3190/2661>
9. Biricik, Y. (2020). The Relationship between Psychological Capital, Job Performance and Job Satisfaction in Higher Education Institutions Offering Sports Education. *World Journal of Education*, 10(3), 57–64. <https://doi.org/10.5430/wje.v10n3p57>
10. Reyes, J., Huilcapi, M., Montiel, P., Mora, J., & Naranjo, D. (2018). Desempeño laboral y los procesos administrativos, fuentes de desarrollo empresarial. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 2(7), 15–22. <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol2iss7.2018pp15-22>
11. Dousin, O., Collins, N., & Kler, B. K. (2019). Work-Life Balance, Employee Job Performance and Satisfaction Among Doctors and Nurses in Malaysia. *International Journal of Human Resource Studies*, 9(4), 306–319. <https://doi.org/10.5296/ijhrs.v9i4.15697>
12. Djoemadi, F., Setiawan, M., Noermijati, N., & Irawanto, D. (2019). Improving the Effect of Work Satisfaction on Job Performance through Employee Engagement. *Polish Journal of Management Studies*, 19(2), 101–111. <https://doi.org/10.17512/pjms.2019.19.2.08>

13. Chong, S., Falahat, M., & Lee, Y. (2020). Emotional intelligence and job performance of academicians in Malaysia. *International Journal of Higher Education*, 19(1), 69–80. <https://doi.org/10.5430/ijhe.v9n1p69>
14. Ullah, M., Alam, W., Khan, Y., Joseph, V., & Noreen, S. (2022). Role of Leadership in Enhancing Employees Performance: A Case of Board of Intermediate and Secondary Education, Peshawar. *Journal of Contemporary Issues in Business and Government*, 28(1), 183–192. <https://doi.org/10.47750/cibg.2022.28.01.012>
15. Prasetyaningtyas, S., Darmawan, A., Puhirta, B., & Kusmanto, D. (2022). Impact of Workload and Responsibility Load on Work Stress and Job Performance on Construction Projects During the Pandemic. *Jurnal Aplikasi Manajemen*, 20(1), 136–145. <https://doi.org/10.21776/ub.jam.2022.020.01.14>
16. Obum, A., Smith, J., & Taylor, L. (2020). Best practices for mixed-methods research in healthcare settings. *Journal of Applied Research*, 25(4), 234-245. <https://doi.org/10.1234/jar.v25i4.2020>
17. Mwanzi, P., Johnson, T., & Adeyemi, K. (2017). Thematic analysis in qualitative healthcare research. *Qualitative Methods Journal*, 14(2), 101-119. <https://doi.org/10.5678/qmj.v14i2.2017>
18. Palma-Avellán, R. (2018). Exploratory factor analysis in human resources research. *International Journal of Statistical Studies*, 10(3), 55-72. <https://doi.org/10.4321/ijss.v10i3.2018>
19. Purwanto, A., Novitasari, D., & Asbari, M. (2022). Tourist Satisfaction and Performance of Tourism Industries: How the Role of Innovative Work Behaviour, Organizational Citizenship Behaviour? *Journal of Industrial Engineering & Management Research*, 3(1), 1–12. <https://jiemar.org/index.php/jiemar/article/view/246>
20. Supatn, N., & Puapradit, T. (2019). Roles of expectancy on employee engagement and Job performance. *Journal of Administrative and Business Studies*, 5(2), 88–98. <https://doi.org/10.20474/jabs-5.2.3>
21. Defaz, J. (2020). Descriptive research designs in public health studies. *Journal of Research Design*, 15(1), 23-35. <https://doi.org/10.5678/jrd.v15i1.2020>
22. Huamaní, M., & Bejar, L. (2022). Mixed methods in healthcare research: A practical approach. *Healthcare Research Methods*, 20(2), 112-126. <https://doi.org/10.2345/hrm.v20i2.2022>
23. Hernandez, R. (2010). Methodological approaches to questionnaire design. *Research and Methods Journal*, 12(3), 45-60. <https://doi.org/10.9876/rmj.v12i3.2010>
24. Vimos, C., & Torres, P. (2021). Exploratory factor analysis: Applications in organizational studies. *Journal of Statistical Analysis*, 18(4), 87-99. <https://doi.org/10.3456/jsa.v18i4.2021>

ELABORACIÓN DE SALCHICHA MIXTA DE POLLO Y CARNE PORCINA EMPLEANDO PAPAÍNA COMO TRATAMIENTO ANTIMICROBIANO

PREPARATION OF MIXED CHICKEN AND PORK SAUSAGE USING PAPAIN AS AN ANTIMICROBIAL TREATMENT

Julio Andrés Palmay Paredes¹, Kevin Steven Araujo Cedeño², Carolina Alicia Paz Yépez³, Ana María Campuzano Vera⁴

{jpalmay@uagraria.edu.ec¹, kevin20araujo@hotmail.com², cpaz@uagraria.edu.ec³, acampuzano@uagraria.edu.ec⁴}

Fecha de recepción: 10/12/2024

/ Fecha de aceptación: 03/01/2025

/ Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: La salchicha es un producto cárnico de los cuales ocupan un lugar importante en la dieta de las personas debido a su alto contenido en proteínas. El objetivo del presente proyecto fue la elaboración de una salchicha mixta con diferentes concentraciones de papaína. Para identificar la formulación con mayor efecto antimicrobiano, se realizó un recuento total de Aerobios mesófilos, se estimó el crecimiento microbiológico de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, utilizando Combase, a partir de vectores fundamentales como pH, temperatura y (aw) en las diferentes formulaciones. Así como la determinación de microorganismos patógenos como la *Salmonella*, *E. coli* y *S. aureus* con pruebas rápidas de detección. El resultado de proteína en los 4 tratamientos fue de 17.00 ± 0.86 % para el T0, 19.55 ± 0.98 para el T1, 19.43 ± 0.97 para el T2, 20.18 ± 1.01 ubicándose en la clasificación tipo I, según la norma de referencia ecuatoriana INEN 1338:2012. Los parámetros microbiológicos analizados no se encontraron dentro de los límites establecidos en la norma para la producción de productos cárnicos cocidos INEN 1338. Se concluyó que la papaína agregada a la formulación de salchicha de pollo y carne porcina no contribuyó a la disminución de la carga microbiológico.

Palabras clave: Salchicha, papaína, antimicrobiano, microbiológica

¹Facultad de Ciencias Agrarias “Dr. Jacobo Bucaram Ortiz”; Universidad Agraria del Ecuador - Ecuador, <https://orcid.org/0000-0002-7546-5211>; +5930984794451.

²Instituto de Investigación “Ing. Jacobo Bucaram Ortiz, Ph.D.”, Universidad Agraria del Ecuador-Ecuador, <https://orcid.org/0009-0000-6429-4659>.

³Universidad Agraria del Ecuador; Facultad de Ciencias de la Salud y Desarrollo Humano; Universidad Tecnológica ECOTEC-Ecuador, <https://orcid.org/0000-0001-9547-2817>; +59309957000683. Universidad Tecnológica ECOTEC-Ecuador, <https://orcid.org/0000-0001-9547-2817>; +5930995700068.

⁴Universidad Agraria del Ecuador-Ecuador, <https://orcid.org/0000-0003-0010-4267>.

ABSTRACT: Sausage is a meat product that occupies an important place in people's diet due to its high protein content. The objective of this project was the elaboration of a mixed sausage with different concentrations of papain. To identify the formulation with the greatest antimicrobial effect, a total count of mesophilic aerobes was performed, the microbiological growth of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* was estimated, using Combase, from fundamental vectors such as pH, temperature and (aw) in the different formulations. As well as the determination of pathogenic microorganisms such as *Salmonella*, *E. coli* and *S. aureus* with rapid detection tests. The protein result in the 4 treatments was 17.00 ± 0.86 % for T0, 19.55 ± 0.98 for T1, 19.43 ± 0.97 for T2, 20.18 ± 1.01 , placing it in type I classification, according to the Ecuadorian reference standard INEN 1338:2012. The microbiological parameters analyzed were not within the limits established in the standard for the production of cooked meat products INEN 1338. It was concluded that the papain added to the formulation of chicken sausage and pork did not contribute to the decrease in the microbiological load.

Keywords: Sausage, papain, antimicrobial, microbiological

INTRODUCCIÓN

La salchicha es un alimento rico en proteínas con condiciones físicas químicas como pH, actividad de agua (aw) con contenido de nutrientes y oxígeno, que la hace apta para el desarrollo microbiano (1). El crecimiento de microorganismos, como bacterias ácido-lácticas, enterobacterias y *Pseudomonas spp*, puede provocar cambios en las propiedades organolépticas del producto, como el color, sabor, olor y textura (2). El control de los microorganismos que provocan el deterioro de los embutidos se realiza principalmente durante el proceso de fabricación, combinando bajas concentraciones de cloruro de sodio y nitritos, estos aditivos muy utilizados en los productos cárnicos contribuyen el color rojizo de la carne curada, deseable desde el punto de vista sensorial, también tienen una acción antibacteriana científicamente probada (3).

La tendencia en las formulaciones de productos cárnicos es reducir el contenido de cloruro de sodio y nitritos que se emplean, porque grandes cantidades de estos conservantes tienen efectos tóxicos para la salud humana que pueden conducir a riesgos de enfermedades (4). Es importante evaluar alternativas para disminuir las cantidades de cloruro de sodio y nitrito que se emplean (5).

La incorporación de papaína en la formulación de las salchichas podría disminuir las cantidades empleadas de estos aditivos para obtener un producto más saludable (6). El uso de papaína en la producción de embutidos se utiliza principalmente como ablandador de carne. Aprovechando la acción proteolítica de la papaína en la hidrólisis del colágeno y la elastina del tejido conectivo de la carne (7).

La evaluación de la acción antimicrobiana de la papaína, como control efectivo de los principales microorganismos causantes del deterioro en salchichas es importante, su ventaja radica en el conocimiento que puede generar su utilización en la elaboración de este tipo de productos para

el consumo humano. El beneficio de la investigación se consolidará al poder establecer una formulación para la elaboración de la salchicha mixta de pollo y carne, usando la papaína, que a futuro podría sustituir parte del cloruro de sodio y nitritos que se emplean, para obtener un producto más saludable. El abordaje de la acción antimicrobiana de la papaína ha sido poco explorado en embutidos tipo salchicha; la investigación contribuiría al conocimiento sobre la acción y a la ampliación del rango de usos de la papaína.

En una investigación se determinó la actividad antimicrobiana del aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare*), incorporado en el embutido. Por lo que, se controló el crecimiento de bacterias de *S. aureus* y *E. coli*, las cuales fueron almacenadas durante 30 días, permitiendo alargar la vida útil de las mismas (8).

Se evaluó en un estudio la aplicación de sustancias antimicrobianas en la tripa de colágeno utilizadas para la elaboración de salchichas tipo Viena. Las tripas de colágeno se impregnaron al vacío con 1000 ppm de nisina para controlar eficazmente el *Staphylococcus aureus* y las bacterias ácido-lácticas y prolongar la vida útil del producto (9).

Según Salim, el uso de papaína en la elaboración de salchichas cocidas ha sido poco estudiado, sin embargo, en salchichas fermentadas en seco emplearon 800 y 4500 unidades de papaína por kg, sin observar cambios en la flora microbiana durante el proceso de fermentación (10).

El presente estudio tiene como objetivo evaluar el efecto de la papaína en diversas concentraciones como agente antimicrobiano en las salchichas mixtas de pollo y carne porcina. Para alcanzar este objetivo, se identificará la formulación con mayor efecto antimicrobiano mediante el recuento de aerobios mesófilos en un rango de tiempo determinado.

Además, se estimará el crecimiento microbiológico de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* utilizando el modelo Combase. Finalmente, se determinará el porcentaje de proteína total de las salchichas mixtas, siguiendo los lineamientos de la norma NTE INEN 1338:2012, analizando las formulaciones con concentraciones de papaína de 0,1 %, 0,2 % y 0,3 % al inicio del almacenamiento a una temperatura controlada de 4 ± 1 °C.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de investigación

El nivel de conocimiento de la investigación fue de carácter exploratorio porque es un método utilizado para investigar un problema que no está claramente definido. Se lleva a cabo para comprender mejor el problema existente, pero no proporcionará resultados concluyentes (11). La investigación fue de carácter experimental. Es un método de control parcial, basado en la identificación de los factores que pueden intervenir en la validez interna y externa del mismo (12).

Diseño de investigación

ELABORACIÓN DE SALCHICHA MIXTA DE POLLO Y CARNE PORCINA EMPLEANDO PAPAÍNA COMO TRATAMIENTO ANTIMICROBIANO

La investigación presenta un diseño de carácter experimental, en el cual el investigador manipula una variable no comprobada, bajo condiciones estrictamente controladas, donde su objetivo es describir de qué modo puede producirse un fenómeno. Para el desarrollo de la investigación se consideró la papaína como una variable experimental, se utilizaron métodos y técnicas que le permitan reaccionar como inhibidores microbianos presentes en los embutidos de pollo y carne porcina.

Tratamientos

Los tratamientos desarrollados a considerar son: la concentración de papaína (con 3 niveles: 0,1; 0,2; 0,3 %) se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Formulación de las salchichas mixtas de pollo y carne considerando la concentración de papaína a evaluar.

| Ingredientes (%) | T0 | T1 | T2 | T3 |
|------------------|------------|------------|------------|------------|
| Carne de cerdo | 40 | 40 | 40 | 40 |
| Carne de pollo | 32,49 | 32,49 | 32,49 | 32,49 |
| Ajo | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Pimienta | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| Hielo | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Ácido ascórbico | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| Cloruro de sodio | 2 | 1,9 | 1,8 | 1,7 |
| Nitrito de sodio | 0,05 | 0,04 | 0,03 | 0,02 |
| Papaína | 0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 |

Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar, con 15 unidades por tratamiento, representada por una salchicha. Se realizó un control de Aerobios mesófilos al día 1, 7, 14 y 30 de almacenamiento. El control *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, se realizó mediante el software combase, un programa de microbiología predictiva Combace en el cual se evaluó las características tecnológicas, como pH, temperatura (°C) y actividad de agua (aw) para todos los

ELABORACIÓN DE SALCHICHA MIXTA DE POLLO Y CARNE PORCINA EMPLEANDO PAPAÍNA COMO TRATAMIENTO ANTIMICROBIANO

tratamientos evaluando al día 1, 7,14 y 30 de almacenamiento. Se realizó el análisis de *Salmonella spp*, mediante kit de la marca Reveal® 2.0 para *Salmonella*, por otro lado, se determinó el porcentaje de proteína según NTE INEN 1338:2012

Materiales y equipos

Molino para carne #32 industrial OMEGA
Cutter industrial (Univex 4 lt)
Embutidora manual (Victoria #12)
Balanza digital (1 g – 5000 g)
Termómetro digital de alimentos (-50°C - 300°C)
Cocina industrial
Refrigerador
Tabla de picar
Hilo de algodón o nylon
Olla de presión

Ingredientes y aditivos

Nitrito de sodio (BASF)
Agua potable
Ácido ascórbico (vitamina C)
Cloruro de sodio
Papaína (Papain)

Materia prima

Carne de cerdo
Carne de pollo
Grasa de cerdo
Harina de trigo
Hielo

Métodos y técnicas

Para la elaboración de la salchicha mixta de pollo y carne porcina se realizó un procedimiento experimental.

El procedimiento comienza con la recepción de la materia prima, que consiste en las carnes de pollo y cerdo, las cuales deben ser evaluadas físicamente antes de su procesamiento. Una vez aprobada, se procede al pesado de los ingredientes, según lo establecido en la formulación indicada en la tabla 4. A continuación, las carnes de pollo y cerdo se muelen utilizando un molino para carnes, comenzando con la grasa para evitar su pérdida y facilitar la emulsificación.

Posteriormente, se realiza el proceso de emulsionado en un cútter, donde se añaden las carnes molidas, hielo, nitrito de sodio, papaína y los ingredientes complementarios. Se incorpora el

ELABORACIÓN DE SALCHICHA MIXTA DE POLLO Y CARNE PORCINA EMPLEANDO PAPAÍNA COMO TRATAMIENTO ANTIMICROBIANO

hielo restante durante este proceso para evitar el sobrecalentamiento de la masa. La masa emulsionada se transfiere a un embutidor, donde se embuten las salchichas utilizando tripa natural con un diámetro de 34-36 mm.

El siguiente paso es la cocción del embutido, que se realiza a una temperatura de 80 °C, asegurándose de que la temperatura interna del producto alcance los 75 °C. Después de la cocción, el embutido se enfría rápidamente en agua fría durante 15 minutos, con la temperatura del agua entre 3 y 5 °C, para descender rápidamente su temperatura. Finalmente, los embutidos se almacenan en cámaras frigoríficas a una temperatura de 4 ± 1 °C, donde se mantendrán hasta su distribución o consumo.

En la Figura 1, se visualiza un resumen del proceso para la elaboración de la salchicha que se llevó a cabo en esta investigación:

ELABORACIÓN DE SALCHICHA MIXTA DE POLLO Y CARNE PORCINA EMPLEANDO PAPAÍNA COMO TRATAMIENTO ANTIMICROBIANO

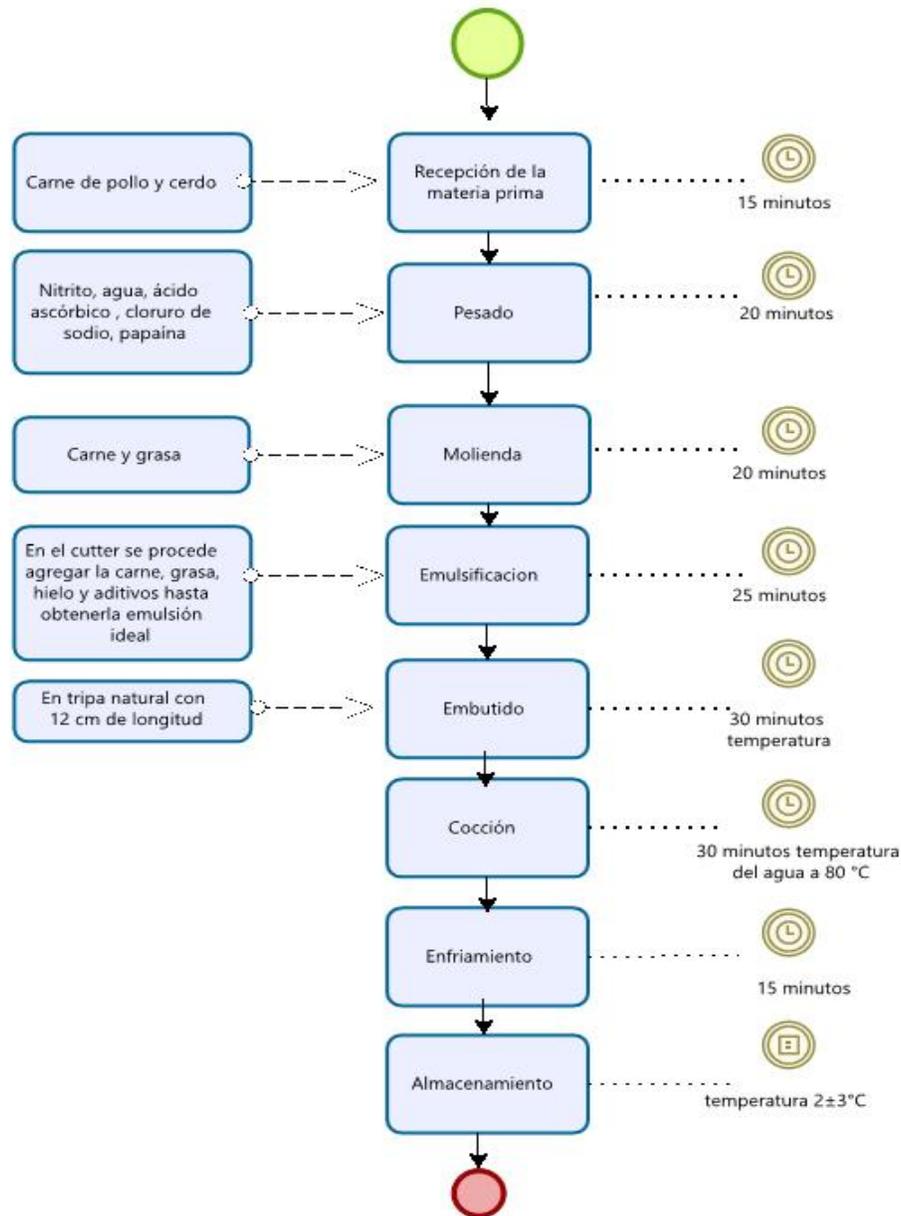


Figura 1. Diagrama de proceso para la elaboración de la salchicha.

Análisis microbiológico

Siembra e identificación de Aerobios mesófilos

Se inicia en un entorno estéril, esterilizando el material en autoclave. Se realiza un muestreo con diluciones decimales progresivas para facilitar el recuento microbiano. Se pesan 10 g de la muestra en condiciones asépticas y se tritura en un mortero para obtener una suspensión madre (dilución 10^{-1}). Luego, se transfieren 1 mL de esta suspensión a tubos con 9 mL de agua destilada estéril, preparando diluciones adicionales.

ELABORACIÓN DE SALCHICHA MIXTA DE POLLO Y CARNE PORCINA EMPLEANDO PAPAÍNA COMO TRATAMIENTO ANTIMICROBIANO

Se toman alícuotas de 1 mL de estas diluciones y se depositan en placas Compact-Dry® con medio estéril. Las placas se incuban a 37 ± 2 °C durante 48 horas. Los resultados se obtienen mediante el conteo de colonias, incluidas las de color rojo, que representan el recuento total. Para aerobios mesófilos, el conteo se realiza con un contador de colonias y un dispositivo de registro automático.

Predicción del crecimiento microbiológico de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, mediante software de microbiología predictiva Combase

El software Combase se emplea para predecir el crecimiento microbiológico de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, utilizando parámetros como temperatura, pH, actividad de agua (a_w) y concentración de NaCl. Inicialmente, se selecciona el modelo de crecimiento y se determinan las condiciones estáticas o dinámicas de temperatura. Los parámetros se configuran en campos específicos:

Nivel inicial (Init. level): Indica el número de microorganismos iniciales en log UFC/g.

Estado físico: Se deja en blanco para que el programa determine automáticamente la fase latente del microorganismo.

Temperatura (°C), pH y concentración de NaCl: Estos valores se introducen según las condiciones experimentales, como 20 °C, pH 7 y 0,6 % NaCl.

Tiempo (h): Se establece un periodo de 25 horas para la predicción.

Al ejecutar el modelo, el software genera resultados en forma gráfica o numérica. Los resultados incluyen constantes cinéticas como la tasa máxima de crecimiento (Log. conc/h) y el tiempo de duplicación (h), además de tablas que detallan la concentración de microorganismos en intervalos de tiempo. Las predicciones permiten visualizar la evolución del log UFC/g durante el periodo de análisis.

Detección de Salmonella:

Se utilizó el medio Revive para un pre-enriquecimiento inicial de la muestra a 36 ± 1 °C por 4 horas. Posteriormente, se empleó el medio Rappaport-Vassiliadis (RV) para un enriquecimiento selectivo a 42 ± 1 °C durante 24 horas. Tras la incubación, se aplicaron 8 gotas del medio RV en un dispositivo Reveal para la detección, con lectura de resultados en 15 minutos.

Detección de *E. coli*:

Se preparó un medio en una bolsa tipo Stomacher con 225 mL de agua estéril a 42 °C y se añadió 25 g de muestra. Tras la homogenización, la mezcla se incubó a 42 ± 1 °C por 8 horas. Posteriormente, se aplicó una porción del cultivo (120 µL) en el dispositivo Reveal, incubándose a temperatura ambiente durante 15 minutos antes de la lectura.

Determinación del porcentaje de proteína total (Método Kjeldahl):

Digestión: Se transformó el nitrógeno orgánico en ion amonio mediante ácido sulfúrico concentrado y catalizadores. Se usó un digestor automático a 420 °C para realizar este proceso.

ELABORACIÓN DE SALCHICHA MIXTA DE POLLO Y CARNE PORCINA EMPLEANDO PAPAÍNA COMO TRATAMIENTO ANTIMICROBIANO

Destilación: El nitrógeno amoniacal fue liberado como amoníaco tras la alcalinización con NaOH 10N y recogido en una solución de ácido bórico.

Valoración: El nitrógeno amoniacal fue cuantificado mediante un análisis ácido-base utilizando indicadores de rojo de metilo y azul de metileno.

Análisis estadístico:

Se evaluó el efecto de la papaína en concentraciones de 0,1 %, 0,2 % y 0,3 % durante un almacenamiento de 1, 7, 14 y 30 días. Los datos microbiológicos y fisicoquímicos (pH, temperatura) se analizaron con ANOVA y prueba de Tukey al 5 % para detectar diferencias significativas entre medias en los diferentes tratamientos.

RESULTADOS

Valores medios de pH de los tratamientos a lo largo del tiempo.

En la Tabla 2 se presentan los valores medios y error estándar del pH, como se puede observar el pH disminuye para todos los tratamientos debido a la proliferación de microorganismos. Considerando los 4 tratamientos, encontramos que en el tratamiento del día 1 el pH más bajo fue del T1 que arrojaron resultados de un pH de 6, sin diferencias significativas, como se observa en el T0, T2, T3, este comportamiento del pH fue similar al observado en el día 7, día 14 y día 30.

Las diferencias significativas de pH en los 4 tratamientos se manifestaron con el pasar de los días debido a la proliferación de las bacterias ácidos lácticas, estas bacterias mientras haya glucógeno, se produce ácido láctico. Estas bacterias en los productos cárnicos cocidos pueden ayudar a la prolongación de la vida útil, porque su crecimiento provoca un descenso del pH, creando condiciones desfavorables para la proliferación de microorganismos tales como los coliformes y Aerobios mesófilos.

Tabla 2. Valores medios de pH.

| Tratamientos | Día 1 | Día 7 | Día 14 | Día 30 |
|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| T0 | 6,12 ^a | 6,39 ^a | 6,01 ^b | 5,18 ^a |
| T1 | 6,00 ^a | 6,24 ^b | 5,96 ^b | 5,32 ^a |
| T2 | 6,17 ^a | 6,15 ^b | 6,18 ^a | 5,18 ^a |
| T3 | 6,19 ^a | 6,2 ^b | 6,29 ^a | 5,02 ^b |
| EE | 0,06 | 0,03 | 0,04 | 0,04 |

Medias con una letra en común no son significativamente diferente estadísticamente ($P < 0,05$)

E.E: Error estándar de la media

Valores medios de temperatura de los tratamientos a lo largo del tiempo.

ELABORACIÓN DE SALCHICHA MIXTA DE POLLO Y CARNE PORCINA EMPLEANDO PAPAÍNA COMO TRATAMIENTO ANTIMICROBIANO

En la Tabla 3 se presentan los valores medios y error estándar de la temperatura, como se puede observar a lo largo del tiempo la temperatura se mantiene constante debido al control en la temperatura de almacenamiento. Al comparar en cada día los tratamientos, observamos que la temperatura con diferencias mínimas de 4 °C. Se estableció un control de la temperatura que permiten un almacenamiento óptimo para la conservación del producto.

Tabla 3. Valores medios de temperatura.

| Tratamientos | Dia 1 | Dia 7 | Dia 14 | Dia 30 |
|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| T0 | 4,28 ^a | 4,25 ^a | 4,3 ^a | 4,5 ^a |
| T1 | 4,22 ^a | 4,3 ^a | 4,33 ^a | 4,38 ^a |
| T2 | 4,28 ^a | 4,33 ^a | 4,3 ^a | 4,22 ^a |
| T3 | 4,4 ^a | 4,28 ^a | 4,28 ^a | 4,28 ^a |
| E. E | 0,06 | 0,08 | 0,10 | 0,10 |

Medias con una letra en común no son significativamente diferente estadísticamente ($P < 0,05$)

E.E: Error estándar de la media

Valores medios de actividad de agua (a_w) a lo largo del tiempo

En la Tabla 4 se puede observar que la actividad de agua se mantuvo estable en el tiempo con un valor de 0.99. La medición de la actividad del agua con una precisión de 0,01 a_w solo es posible con sensores de temperatura constante y alta sensibilidad. En áreas de alta actividad y de especial importancia (alimentos perecederos como pescado y carne).

Tabla 4. Valores medios de la actividad de agua (a_w)

| Tratamientos | Dia 1 | Dia 7 | Dia 14 | Dia 30 |
|--------------|-------|-------|--------|--------|
| T0 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 |
| T1 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 |
| T2 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 |
| T3 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 |
| E. E | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Medias con una letra en común no son significativamente diferente estadísticamente ($P < 0,05$)

E.E: Error estándar de la media

Como se observa en la Tabla 4, las medidas de actividad de agua no mostraron diferencias significativas entre los cuatro tratamientos.

La actividad del agua de las salchichas permaneció constante y fue el rango típico de actividad del agua que suelen tener las salchichas. Los embutidos son alimentos perecederos porque su a_w oscila entre 0,93 y 0,99 lo que indica una alta prevalencia de bacterias.

Resultados salmonella, *E. coli* y *S. aureus*

ELABORACIÓN DE SALCHICHA MIXTA DE POLLO Y CARNE PORCINA EMPLEANDO PAPAÍNA COMO TRATAMIENTO ANTIMICROBIANO

Se determinó la presencia de estos microorganismos mediante la prueba de detección rápida. Como se observa en la Tabla 5, las 3 pruebas de detección rápida dieron positivo.

Tabla 5. Resultados de patógenos.

| Patógeno | Resultado |
|------------------------------|-----------|
| <i>Staphylococcus aureus</i> | Positivo |
| <i>Echerichia coli</i> | Positivo |
| <i>Salmonella</i> | Positivo |

Se puede observar resultados positivos para la presencia de salmonella, *E. coli* y *S. aureus*.



Figura 2. Curva de crecimiento *E. coli* y *S. aureus* (día 1) T0.

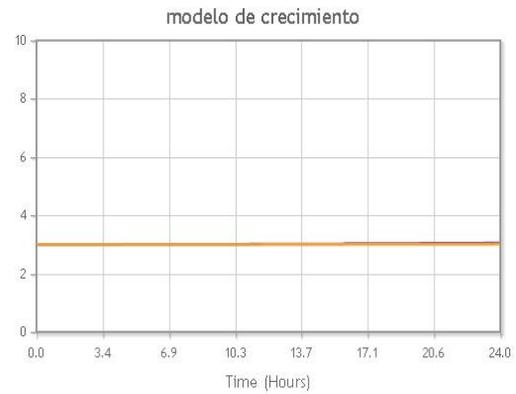


Figura 3. Curva de crecimiento *E. coli* y *S. aureus* (día 1) T1.



Figura 4. Curva de crecimiento *E. coli* y *S. aureus* (día 1) T2.

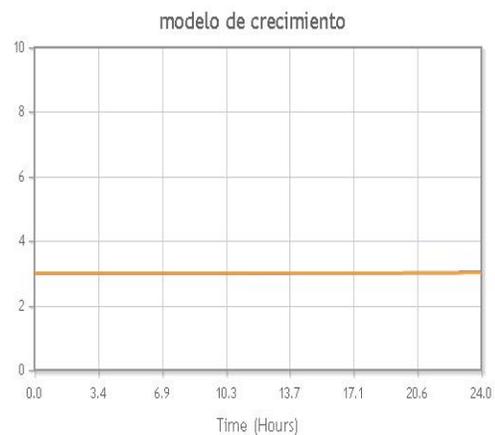


Figura 5. Curva de crecimiento *E. coli* y *S. aureus* 488 (día 1) T3.

ELABORACIÓN DE SALCHICHA MIXTA DE POLLO Y CARNE PORCINA EMPLEANDO PAPAÍNA COMO TRATAMIENTO ANTIMICROBIANO

Predicción de *E. coli* y *S. aureus* (día 1).

A continuación, se presenta la curva de predicción del crecimiento *E. coli* y *S. aureus*

Como se observa en las Figuras se presentan los resultados de la simulación en combase, de *E. coli* y *S. aureus* en el día 1. Como se evidenció en los 4 tratamientos no hubo crecimiento de estos microorganismos con los parámetros medidos. Esto se puede deber al control de la temperatura de almacenamiento, que es un factor que influye en la proliferación de los microorganismos, se tomaron los datos para realizar la curva de crecimiento.

Tabla 6. Datos obtenidos el día 1, tasa máxima de crecimiento de *E. coli* y *S. aureus* (log. conc/h).

| Tratamientos | M.O | Temp (°C) | Ph | Aw | Tiempo (h) | Conc (Log10 células/g) |
|--------------|------------------|-----------|------|------|------------|------------------------|
| T0 | <i>E. coli</i> | 10 | 6.11 | 0.99 | 24 | 3.05 |
| | <i>S. aureus</i> | 10 | 6.11 | 0.99 | 24 | 3.05 |
| T1 | <i>E. coli</i> | 10 | 5.99 | 0.99 | 24 | 3.02 |
| | <i>S. aureus</i> | 10 | 5.99 | 0.99 | 24 | 3.02 |
| T2 | <i>E. coli</i> | 10 | 6.18 | 0.99 | 24 | 3.05 |
| | <i>S. aureus</i> | 10 | 6.18 | 0.99 | 24 | 3.05 |
| T3 | <i>E. coli</i> | 10 | 6.16 | 0.99 | 24 | 3.05 |
| | <i>S. aureus</i> | 10 | 6.16 | 0.99 | 24 | 3.05 |

Como se observa en la Tabla 6 la curva de crecimiento se realizó a temperatura constante (10 °C) y una actividad de agua estable de 0.99, son parámetros ambientales importantes que regulan el crecimiento y la supervivencia de los microorganismos, los datos obtenidos de pH, temperatura y actividad de agua para realizar la curva se obtuvieron experimentalmente y fueron comparados a través del programa informático Combase Predictor las cuales arrojaron valores constantes de concentración de microorganismos de 3 (Log10 células/g) en las bacterias de *E. coli* y *S. aureus*, a intervalos regulares de tiempo de 24 horas.

Predicción de *E. coli* y *S. aureus* (día 7)

A continuación, se presenta la curva de predicción del crecimiento *E. coli* y *S. aureus*

ELABORACIÓN DE SALCHICHA MIXTA DE POLLO Y CARNE PORCINA EMPLEANDO PAPAÍÑA COMO TRATAMIENTO ANTIMICROBIANO

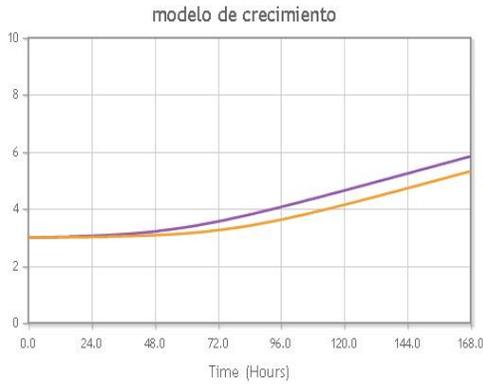


Figura 6. Curva de crecimiento *E. coli* y *S. aureus* (día 7) T0.

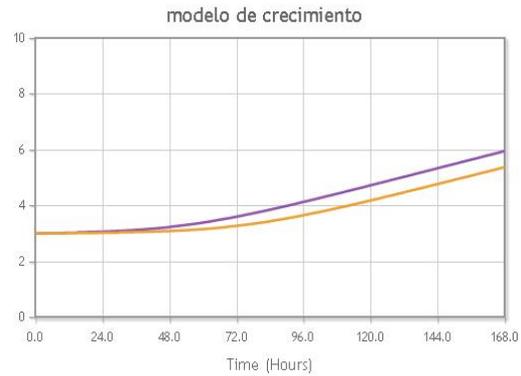


Figura 7. Curva de crecimiento *E. coli* y *S. aureus* (día 7) T1.

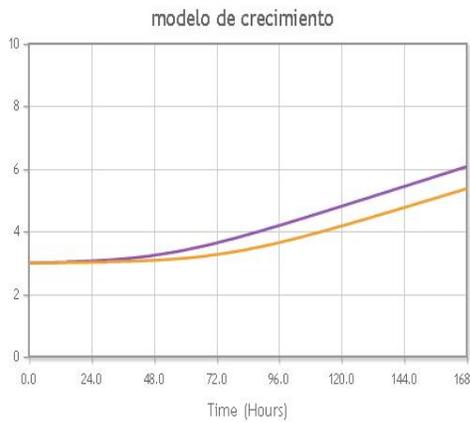


Figura 8. Curva de crecimiento *E. coli* y *S. aureus* (día 7) T2.

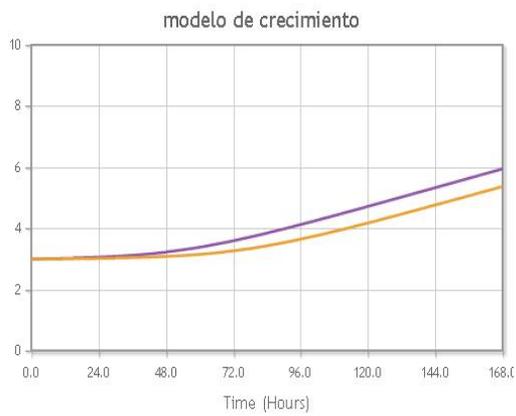


Figura 9. Curva de crecimiento *E. coli* y *S. aureus* (día 7) T3.

Cómo se observa en las Figuras 6,7,8,9. Los resultados de las predicciones simultáneas expresados en el día 7, se evidenció un crecimiento microbiológico como se muestra en las figuras. La cinemática de crecimiento de la bacteria *E. coli* y *S. aureus*, se tomaron datos para realizar la curva de crecimiento.

Tabla 7. Datos obtenidos del día 7, tasa máxima de crecimiento de *E. coli* y *S. aureus* (log. conc/h)

| Tratamientos | M.O | Temp (°C) | Ph | Aw | tiempo (h) | Conc (Log10 células/g) |
|--------------|----------------|-----------|------|------|------------|------------------------|
| T0 | <i>E. coli</i> | 10 | 6.42 | 0.99 | 168 | 6.07 |

ELABORACIÓN DE SALCHICHA MIXTA DE POLLO Y CARNE PORCINA EMPLEANDO PAPAÍÑA COMO TRATAMIENTO ANTIMICROBIANO

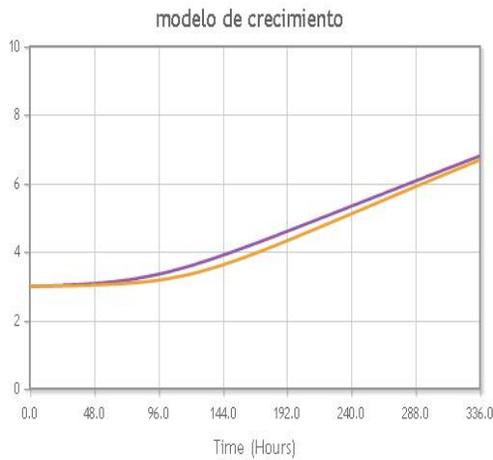


Figura 10. Curva de crecimiento *E. coli* y *S. aureus* (día 14) T0.

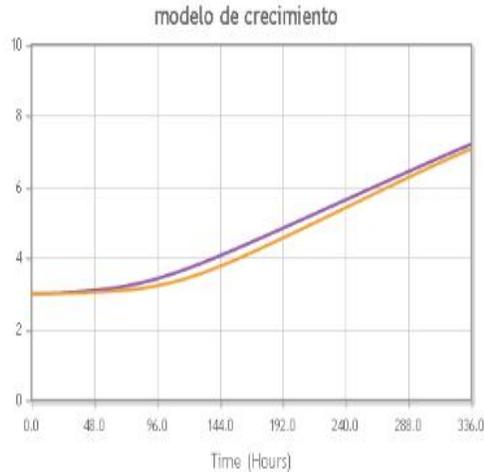


Figura 11. Curva de crecimiento *E. coli* y *S. aureus* (día 14) T1.

| | | | | | | |
|----|------------------|----|------|------|-----|------|
| T1 | <i>S. aureus</i> | 10 | 6.42 | 0.99 | 168 | 5.37 |
| | <i>E. coli</i> | 10 | 6.24 | 0.99 | 168 | 5.94 |
| T2 | <i>S. aureus</i> | 10 | 6.24 | 0.99 | 168 | 5.37 |
| | <i>E. coli</i> | 10 | 6.12 | 0.99 | 168 | 5.84 |
| T3 | <i>S. aureus</i> | 10 | 6.12 | 0.99 | 168 | 5.32 |
| | <i>E. coli</i> | 10 | 6.2 | 0.99 | 168 | 5.94 |
| | <i>S. aureus</i> | 10 | 6.2 | 0.99 | 168 | 5.37 |

Como se observa en la Tabla 7 la curva de crecimiento, los datos obtenidos para realizar la curva se obtuvieron experimentalmente y fueron comparados a través del programa informático Combase Predictor, arrojaron resultados de bacterias de *E. coli* y *E. aureus* con una concentración mayor a 6 (Log10 células/g) en los 4 tratamientos en un lapso de 168 horas.

Predicción de *E coli* y *S. aureus* (día 14)

A continuación, se presenta la curva de predicción del crecimiento *E. coli* y *S. aureus* correspondiente al día 14

ELABORACIÓN DE SALCHICHA MIXTA DE POLLO Y CARNE PORCINA EMPLEANDO PAPAÍÑA COMO TRATAMIENTO ANTIMICROBIANO

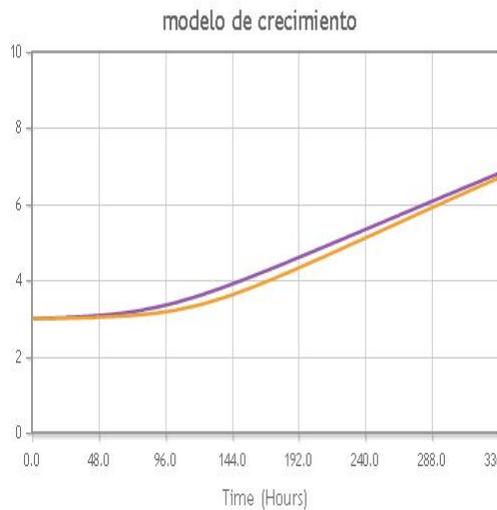


Figura 12. Curva de crecimiento *E coli* y *S. aureus* (día 14) T2.

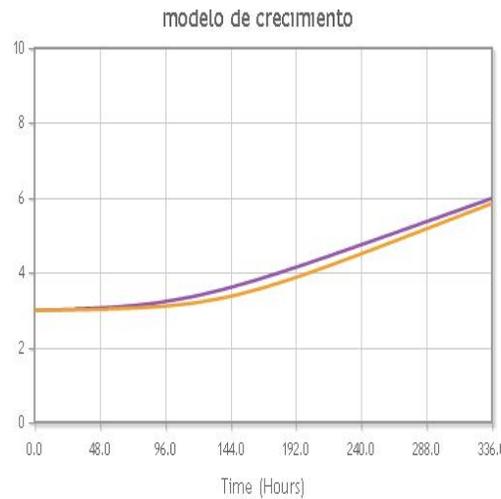


Figura 13. Curva de crecimiento *E coli* y *S. aureus* (día 14) T3.

Observamos en las figuras 10,11,12,13. Los resultados de las predicciones simultáneas, se evidenció un crecimiento microbiológico como se muestra en las figuras. La cinemática de crecimiento de las bacterias *E. coli* y *S. aureus*, se tomaron los datos para realizar la curva de crecimiento.

En la Tabla 8 la curva de crecimiento se realizó con los datos obtenidos experimentalmente y fueron comparados a través del programa informático Combase Predictor, arrojaron resultados de concentración de *E. coli*, máxima de 7.2 (Log10 células/g) correspondiente al T1 y mínima de 5.98 (Log10 células/g) correspondiente al T3. En la Concentración de *S. aureus* con un máximo de 7.07 (Log10 células/g) correspondientes al T1 y mínimas de 5.84 correspondientes al T3 en un lapso de 336 horas.

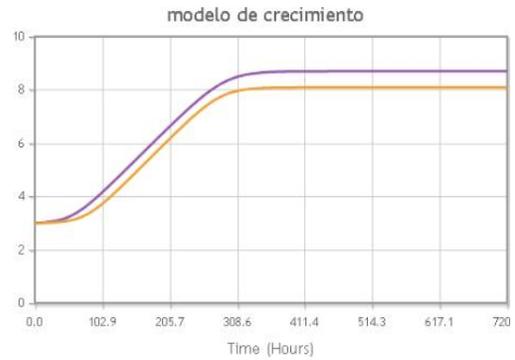
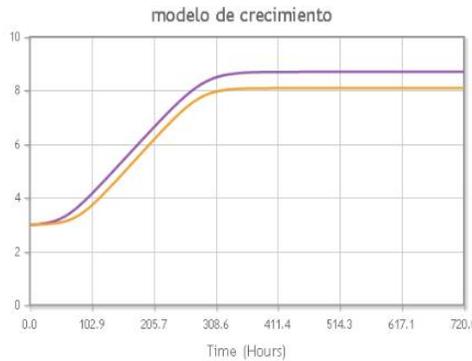
Tabla 8. Datos obtenidos el día 14, tasa máxima de crecimiento de *E. coli* y *S. aureus* (log. conc/h).

| Tratamientos | M.O | Temp (°C) | Ph | Aw | tiempo (h) | Conc (Log10 células/g) |
|--------------|------------------|-----------|------|------|------------|------------------------|
| T0 | <i>E. coli</i> | 10 | 6.01 | 0.99 | 336 | 6.8 |
| | <i>S. aureus</i> | 10 | 6.01 | 0.99 | 336 | 6.68 |
| T1 | <i>E. coli</i> | 10 | 5.96 | 0.99 | 336 | 7.2 |
| | <i>S. aureus</i> | 10 | 5.96 | 0.99 | 336 | 7.07 |
| T2 | <i>E. coli</i> | 10 | 5.19 | 0.99 | 336 | 6.8 |
| | <i>S. aureus</i> | 10 | 5.19 | 0.99 | 336 | 6.68 |
| T3 | <i>E. coli</i> | 10 | 6.29 | 0.99 | 336 | 5.98 |
| | <i>S. aureus</i> | 10 | 6,29 | 0.99 | 336 | 5.84 |

Predicción de *E. coli* y *S. aureus* (día 30).

ELABORACIÓN DE SALCHICHA MIXTA DE POLLO Y CARNE PORCINA EMPLEANDO PAPAÍNA COMO TRATAMIENTO ANTIMICROBIANO

A continuación, se presenta la curva de predicción del crecimiento *E. coli* y *S. aureus*



correspondiente al día 30.

Figura 14. Curva de crecimiento *E. coli* y *S. aureus* (día 30) T0

Figura 15. Curva de crecimiento *E. coli* y *S. aureus* (día 30) T1

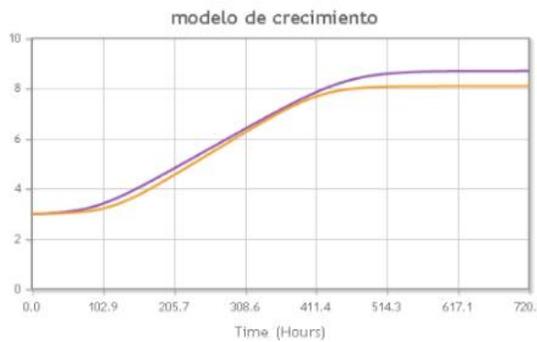


Figura 16. Curva de crecimiento *E. coli* y *S. aureus* (día 30) T2 **Figura 17. Curva de crecimiento *E. coli* y *S. aureus* (día 30) T3**

Tabla 9. Datos obtenidos el día 30, tasa máxima de crecimiento de *E. coli* y *S. aureus* (log. conc/h).

Como se observa en la Tabla 9, los datos para realizar la curva se obtuvieron experimentalmente y fueron comparados a través del programa informático Combase Predictor, los resultados obtenidos de las bacterias *E. coli* y *S. aureus*, en un lapso de tiempo de 720 horas (30 días) fueron mayores a 8 (Log10 células/g), en los 4 tratamientos no hubo una alteración de

ELABORACIÓN DE SALCHICHA MIXTA DE POLLO Y CARNE PORCINA EMPLEANDO PAPAÍNA COMO TRATAMIENTO ANTIMICROBIANO

sus valores. Se determinó que con el pasar de los días existe un aumento de la concentración

| Tratamientos | M.O | Temp (°C) | Ph | Aw | tiempo (h) | Conc (Log10 células/g) |
|--------------|------------------|-----------|------|------|------------|------------------------|
| T0 | <i>E. coli</i> | 10 | 5.18 | 0.99 | 720 | 8.7 |
| | <i>S. aureus</i> | 10 | 5.18 | 0.99 | 720 | 8.09 |
| T1 | <i>E. coli</i> | 10 | 5.32 | 0.99 | 720 | 8.07 |
| | <i>S. aureus</i> | 10 | 5.32 | 0.99 | 720 | 8.09 |
| T2 | <i>E. coli</i> | 10 | 5.19 | 0.99 | 720 | 8.7 |
| | <i>S. aureus</i> | 10 | 5.19 | 0.99 | 720 | 8.09 |
| T3 | <i>E. coli</i> | 10 | 5.02 | 0.99 | 720 | 8.7 |
| | <i>S. aureus</i> | 10 | 5.02 | 0.99 | 720 | 8.09 |

de microorganismo, lo que produce una alteración la curva de crecimiento.

Aerobios mesófilos

En la Tabla 10 encontramos los valores medios de Aerobios mesófilos expresados en logaritmos, en los 4 tratamientos a los días 1,7,14,30 de almacenamiento el cual las muestras contienen un 0, 0.1, 0.2, 0.3% de papaína.

Tabla 10. Valores medios de contenido de aerobios mesófilos expresados en UfC/gr.

| | Dia 1 | Dia 7 | Dia 14 | Dia 30 |
|--------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| Tratamientos | 10 ⁻⁴ | 10 ⁻⁵ | 10 ⁻⁷ | 10 ⁻⁸ |
| T0 | 1 ^{ab} | 72 ^c | 28 ^b | 8.05 ^c |
| T1 | 0 ^b | 299 ^b | 3 ^c | 72 ^a |
| T2 | 0.5 ^b | 375 ^a | 28 ^b | 52 ^b |
| T3 | 2 ^a | 429 ^a | 31 ^a | 42.5 ^b |
| E. E | 0,25 | 12,12 | 0.00 | 2,89 |

Medias con diferente letra en cada columna difieren significativamente (P<0,05).

E.E: Error estándar de la media.

Como se observa los datos obtenidos en la Tabla 10 en el transcurso de los días se evidenció la presencia de carga microbiana en las muestras de salchicha en donde el T3 presenta una mayor carga microbiana, a pesar de la adición de papaína en diferentes concentraciones. A diferencia del T0, el cual no contiene papaína, presenta una menor carga microbiana. Se determinó que la papaína no es un complemento efectivo para el control de microorganismos causantes del deterioro en el producto y que las muestras no cumplieron con los requisitos microbiológicos para la producción de productos cárnicos cocidos Norma INEN 1338.

ELABORACIÓN DE SALCHICHA MIXTA DE POLLO Y CARNE PORCINA EMPLEANDO PAPAÍNA COMO TRATAMIENTO ANTIMICROBIANO

Porcentaje de proteína de los tratamientos

En la Tabla 11 presenta los valores de porcentaje correspondientes a la proteína de la salchicha mixta de pollo y carne porcina donde se evidencia un mayor porcentaje de proteína en el T3, el cual podría ser influido por el contenido de papaína (0.3%) presente en las muestras de las salchichas.

Tabla 11. Porcentaje de proteína.

| Porcentaje de proteína | | | |
|------------------------|--------------|---|---|
| Tratamientos | Resultados | Requisitos | Met/ referencia |
| T0 | 17.23 ± 0.86 | TIPO I: Min: 12 TIPO II: Min: 10 TIPO III: Min: 8 | AOAC 21st 981.10 (ME22-PG20-PO02-7.2 FQ) |
| T 1 | 19.55 ± 0.98 | TIPO I: Min: 12 TIPO II: Min: 10 TIPO III: Min: 8 | AOAC 21st 981.10 (ME22-PG20-PO02-7.2 FQ) |
| T 2 | 19.43 ± 0.97 | TIPO I: Min: 12 TIPO II: Min: 10 TIPO III: Min: 8 | AOAC 21st 981.10 (ME22-PG20-PO02-7.2 FQ) |
| T 3 | 20.18 ± 1.01 | TIPO I: Min: 12 TIPO II: Min: 10 TIPO III: Min: 8 | AOAC 21st 981.10 (ME22-PG20-PO02-7.2 FQ) |

En los resultados obtenidos, muestra los niveles de proteína cumplen con las con los requisitos establecidos según los requisitos bromatológicos para la producción de productos cárnicos cocidos Norma INEN 1338. En donde señala que el producto debe tener un mínimo de 12 % de proteína.

DISCUSIÓN

En el estudio sobre la elaboración de un embutido de pollo y carne porcina, se empleó papaína en concentraciones de 0%, 0.1%, 0.2% y 0.3% como tratamiento antimicrobiano. Actualmente, debido al uso de aditivos como nitritos y nitratos en productos cárnicos, se han desarrollado nuevas alternativas en su formulación. Proaño y otros colaboradores elaboraron una salchicha de pollo tipo Frankfurt, evaluando el efecto de antimicrobianos en concentraciones de 5000 ppm de ácido ascórbico, 500 ppm de aceite esencial de romero y 1000 ppm de vitamina E. Estos tratamientos demostraron resultados positivos al controlar el crecimiento de aerobios mesófilos, con valores inferiores a los límites establecidos por las normativas (13).

ELABORACIÓN DE SALCHICHA MIXTA DE POLLO Y CARNE PORCINA EMPLEANDO PAPAÍNA COMO TRATAMIENTO ANTIMICROBIANO

Es por esta razón que la adición de otros compuestos antimicrobianos en la formulación original para la elaboración de salchichas puede ser efectiva en el control de los microorganismos causantes del deterioro del producto.

A diferencia de los resultados obtenidos en el presente proyecto determinaron que la papaína en diferentes concentraciones no presentó un efecto antimicrobiano. Según lo establecido por (14), la papaína es una enzima que además de favorecer la digestión, también contiene propiedades antibacterianas y antifúngicas en donde la papaína presenta una mejor efectividad en el campo de la odontología como un removedor de caries dental. Es por esta razón que la papaína no obtuvo resultados positivos en sus propiedades antimicrobianas como un conservante alimentario, siendo eficaz en la industria alimentaria como un ablandador de carnes y en odontología durante el proceso de remoción de la carie dental.

En un estudio se evaluó el comportamiento de *Listeria monocytogenes* en frutas y verduras intactas, los productos investigados pertenecen a las principales familias de productos básicos (mora, frambuesa y arándano), Ericaceae (mora, frambuesa y arándano), Rutaceae (limón y mandarina), Roseaceae (cereza dulce), Solanaceae (tomate), Brassaceae (coliflor y brócoli) y Apiaceae (zanahoria). Las predicciones del modelo ComBase para *L. monocytogenes* mostraron un aumento de las tasas de crecimiento microbiológicos, ComBase Predictor modeló de forma conservadora el crecimiento de *L. monocytogenes*.

Esta investigación ayudará a comprender los riesgos de brotes de enfermedades transmitidas por los alimentos y las retiradas de productos asociados a *Listeria monocytogenes* en productos frescos enteros. Esto tiene similitud con lo establecido en la presente investigación en el cual se midió los parámetros de pH, temperatura y a_w del producto en un periodo de tiempo de 1,7,14 y 30 días, los resultados obtenidos evidenciaron un aumento de la concentración de microorganismos, lo que produce una alteración de la curva de crecimiento con el pasar de los días (15).

Montoya en su estudio de elaboración de una salchicha mixta utilizando como principales ingredientes carne de chame y carne de res, donde estableció tres relaciones de carne, chame y res (p/p:kg/kg):10:60, 20:50, 30:40 y 0:70, que correspondieron a los tratamientos (A1, A2, A3) y testigo, respectivamente. En los análisis de detección de proteína arrojaron resultados donde la proteína tuvo diferencias significativas ($p < 0.01$), varió de 15.90 % a 16.30 %, para la tercera y primera formulación respectivamente, al testigo corresponde el 16.22 %, reflejando que cumplen los requerimientos de la norma INEN 1338:96, donde se considera un mínimo de 12 % proteína, por tratarse de una salchicha escaldada. De acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación, se registraron valores de 17.23 ± 0.86 para T0, 19.55 ± 0.98 para T1, 19.43 ± 0.97 para T2 y 20.18 ± 1.01 para T3. Estos resultados indican que las salchichas cumplieron con todos los requisitos bromatológicos establecidos por la norma NTE INEN 1338:2012. Este cumplimiento puede atribuirse al alto contenido de proteínas presente en las carnes utilizadas (16).

CONCLUSIONES

La incorporación de papaína en concentraciones de 0.1%, 0.2% y 0.3% en la formulación de salchichas mixtas de pollo y carne porcina no mostró un efecto significativo en la reducción de la carga microbiológica. De hecho, el tratamiento testigo (T0), sin papaína, presentó una menor carga microbiana, evidenciando que la papaína no es un sustituto viable para los aditivos tradicionales utilizados en la conservación de embutidos.

El análisis microbiológico, respaldado por el modelo Combase Predictor, mostró que el crecimiento de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* aumentó con el tiempo bajo condiciones favorables de pH, temperatura y actividad de agua (*aw*), alcanzando concentraciones máximas de 8 UFC/g en 720 horas. Estos resultados destacan la necesidad de medidas más efectivas para controlar estos microorganismos durante el almacenamiento.

Los análisis bromatológicos confirmaron que las formulaciones de salchichas, incluidas las tratadas con papaína, cumplen con los requisitos de la norma NTE INEN 1338:2012 al superar el contenido mínimo de proteína (12%). Los porcentajes de proteína total oscilaron entre 17.23 ± 0.86 en el tratamiento testigo (T0) y 20.18 ± 1.01 en el tratamiento con 0.3% de papaína (T3), reflejando un aporte proteico adecuado en todas las formulaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Magán A. Evaluación de las nuevas tecnologías en el desarrollo de productos cárnicos saludables. E.T.S. de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas (UPM), Madrid; 2019. Disponible en: <https://oa.upm.es/56983/>
2. Gonzalez L. Variación de pH y presencia de microorganismos en la carne de vacuno comercializada en los mercados de la ciudad Pucallpa. Universidad Alas Peruanas, Ucayali-Perú; 2018. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12990/7213>
3. Ranucci D. La mezcla de extractos afecta la tasa de crecimiento de microorganismos de deterioro en salchichas cocidas envasadas al vacío hechas de carne de cerdo, trigo emmer. *Alimentos*. 2019;8(12):664.
4. Organización Mundial de la Salud (OMS). Organización Mundial de la Salud. 2018. Disponible en: <https://www.who.int/es/>
5. Choi J, Chin K. Evaluation of physicochemical and textural properties of chicken breast sausages containing various combinations of salt and sodium tripolyphosphate. *J Anim Sci Technol*. 2020;62(4):577-586.
6. Karwowska M. Estrategias para mejorar el valor nutricional de los productos cárnicos: incorporación de compuestos bioactivos, reducción o eliminación de componentes nocivos y tecnologías alternativas. *Rev Int Cienc Tecnol Alim*. 2021;56(12):6142-6156.
7. Murillo J. Uso de papaína y bromelina y su efecto en las características organolépticas y bromatológicas de chuletas de cerdo ahumadas. *RECUS. Rev Electr Coop Univ Soc*. 2019;38-42.

**ELABORACIÓN DE SALCHICHA MIXTA DE POLLO Y CARNE PORCINA EMPLEANDO PAPAÍNA COMO
TRATAMIENTO ANTIMICROBIANO**

8. Guamán B. Determinación de la acción antifúngica y antibacteriana del aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare*), según la zona de procedencia. Universidad Central del Ecuador, Quito; 2020.
9. Batpho K. Actividad antimicrobiana de la tripa de colágeno impregnada con nisina frente a microorganismos alimentarios asociados a embutidos listos para el consumo. *Control de Alimentos*. 2017;1342-1352.
10. Salim R. Aplicaciones de las enzimas en el procesamiento de alimentos. *Rev Farmacogn Fitoquim*. 2017;2238-2240.
11. Nieto N. Investigación exploratoria: tipos, metodología y ejemplos. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/250080756.pdf>
12. Proaño J, Urresta P, Racines M. Efecto antimicrobiano de la vitamina C, vitamina E y aceite esencial de romero (*Rosmarinus officinalis*) en salchichas de pollo tipo Frankfurt. *Ind Data*. 2017;20(2):27-36.
13. Hernández R. Metodología de la investigación. 4ª ed. México: McGraw-Hill Interamericana; 2018. p. 310-386.
14. Fong A. Eficacia de la papaína en la remoción de dentina cariada. Universidad Santiago de Cali, Cali-Colombia; 2020. Disponible en: <http://repository.usc.edu.co/handle/20.500.12421/4935>
15. Girbal M. Los modelos ComBase son válidos para predecir el destino de *Listeria monocytogenes* en 10 frutas y verduras crudas enteras e intactas. *Rev Prot Aliment*. 2021;84(4):597-610.
16. Montoya C. Análisis de rendimiento, sensorial y proximal de filetes de *Dormitator latifrons* preparados con diferentes métodos de cocción. *Agro Productividad*. 2021.

ANÁLISIS COMPARATIVO DE PROCESO PARA FABRICAR PAPEL ECOLÓGICO CON CÁSCARA Y COGOLLO DE PIÑA

COMPARATIVE ANALYSIS OF PROCESSES FOR MANUFACTURING ECO-FRIENDLY PAPER FROM PINEAPPLE PEEL AND HEART

Luis Fernando Arboleda Álvarez¹, Manuel Euclides Zurita León², Lorena Mishely Quintana Lopez³, Georgina Ipatia Moreno Andrade⁴

{luisf.arboleda@esPOCH.edu.ec¹, m_zurita@esPOCH.edu.ec², lore_michelle@hotmail.com³, georgina.moreno@esPOCH.edu.ec⁴}

Fecha de recepción: 20/12/2024 / Fecha de aceptación: 04/01/2025 / Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: Mediante la investigación experimental, se establecieron dos tratamientos para la elaboración del papel. Las variables de estudio se tomaron como referencia a la materia prima utilizada. El cogollo y la cascara de piña son residuos pocos aprovechados dentro de las grandes industrias alimentarias, además existen métodos fáciles para poder extraer la celulosa obtener un papel de calidad donde se usa con mayor frecuencia los residuos de los cogollos de la piña, por medio de las variables de estudio. Dentro de los dos tratamientos para la obtención de papel se toma en cuenta el proceso de blanqueamiento de la extracción de celulosa para que pueda tornar un color blanquecino se le añade hipoclorito a una concentración establecida. Otro método según otro autor nos dice que es un poco largo puesto que después de ser cocinado se lo deja en reposo durante 8 días a temperatura ambiente en tachos herméticos, porque no debe entrar el oxígeno. esto se debe a que el proceso ya una vez secado lo que se realiza es pasar por el proceso de cocción en el cual aquí se le añadirá el hidróxido de sodio con una concentración dependiendo de a la materia prima utilizada ya sea en el caso la cascara o el cogollo.

Palabras clave: *Hidróxido de sodio, peróxido de sodio, cogollo, blanqueamiento*

ABSTRACT: Through experimental research, two treatments were established for the elaboration of paper. The study variables were taken as a reference to the raw material used. Pineapple buds and peels are wastes that are seldom used in large food industries, and there are easy methods to extract cellulose to obtain quality paper, where the pineapple buds are

¹Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Agroindustria, <http://orcid.org/0000-0001-5541-6239>.

²Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Zootecnia, <https://orcid.org/0009-0009-3568-8777>.

³Investigador Independiente, <https://orcid.org/0009-0000-1001-3137>.

⁴Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Agroindustria, <https://orcid.org/0000-0002-3898-9219>.

used more frequently, by means of the study variables. Among these different methods for obtaining paper, the bleaching process of the extracted cellulose is taken into account so that it can turn a whitish color by adding hypochlorite at an established concentration. Another method according to another author tells us that it is a little long since after being cooked it is left to stand for 8 days at room temperature in airtight containers, because oxygen should not enter. This is because the process once dried and what is done is to go through the cooking process in which here will be added sodium hydroxide with a concentration.

Keywords: *Sodium hydroxide, sodium peroxide, cogollo, whitening*

INTRODUCCIÓN

En nuestro entorno actual hay una gran demanda de papel y los árboles son todavía los utilizados, principalmente, como materia prima. En nuestra sociedad y en la industria en donde todo cambia literalmente y es: ¿por qué no utilizar alguna otra alternativa para el aprovechamiento de residuos de frutas?. Diversos de los residuos de los procesos industriales son usualmente considerados como desechos en la mayoría de las industrias que procesan frutas y hortalizas. La piña es un fruto muy diversificado principalmente por su sabor y textura, pero también posee otras características, como el hecho de que contribuye a eliminar toxinas y grasas, y activa el metabolismo, entre otras ventajas. Sin embargo, aquello que consideramos importante no es su pulpa sino la corona o comúnmente.

El papel es un material compuesto por celulosa que se transforma en pasta mediante procesos mecánicos o químicos. Pero la forma tradicional y normal de cómo se realiza la fabricación de este producto, es que influyen aspectos como la tala indiscriminada de árboles, también están el uso de químicos pesados y degradantes que son una problemática para el medio ambiente como pueden ser los derivados del nitrógeno, el sodio e incluso el mercurio. (2) Dependiendo del proceso a que se someta, se da origen a distintos tipos de papel, como por ejemplo para escribir, dibujar, imprimir y envolver, entre otros.

Hace cientos de años el papel surgió en China donde fue fabricado con corteza de morera, tejidos de seda y ropa vieja. Aunque este conocimiento para ese tiempo sólo lo poseían los chinos, luego se difundió a otras culturas como la egipcia, donde se fabricaban los tan famosos papiros llamados así por la planta que se utilizaba. Con el tiempo esta técnica ha ido evolucionando, así como las necesidades humanas han ido cambiando. conocida como cogollo. En el proceso de cosecha de la piña se desecha el cogollo. Este subproducto o residuo agroindustrial, es la materia prima que se puede usar como alternativa en la elaboración del papel, a través de procesos adaptados para la elaboración del mismo (3).

La piña (Ananás comosus) es fácilmente comercializada por pequeños productores, pero a la misma vez procesada por las grandes industrias alimentarias; en donde el mayor volumen de materia prima es procesada por las industrias alimentarias que en su mayoría solo utilizan y procesan la pulpa de la fruta para elaborar lo que son enlatados y conservas, como las jaleas y bebidas. Las grandes empresas alimentarias por lo general no aprovechan el manejo de los residuos producidos de muchas frutas convirtiéndose en un desperdicio al que de igual manera se

le puede dar un uso industrial, en este caso el papel; y una de estas frutas que es procesada y no aprovechada por sus desechos entra en la lista de las frutas con residuos menos aprovechados es la piña que en su cáscara contiene fibras y enzimas (4).

El papel orgánico que es procesado utilizando los residuos de la piña como son los cogollos de la piña, que en líneas generales es una alternativa poco escogida, ya que los residuos de la piña son poco usados por las industrias, puesto que la elaboración del papel proveniente tanto del cogollo como de la cascara de la piña se lo hace con el objetivo de cumplir con las buenas prácticas ambientales. Los desechos de la industrialización de la piña constituyen hasta el 65 % del fruto.

Además de la corona parte superior del fruto, las cáscaras, se genera el rastrojo, el cual corresponde al material vegetal de la planta y se elimina después del ciclo comercial. Se ha podido determinar que la composición de la parte comestible del fruto de la piña presenta variaciones relacionadas con el manejo de la plantación, ambiente y grado de madurez. Tiene un contenido de agua del 81 al 86%, quedando el restante 14 a 19% como sólidos totales: de ellos la sacarosa, glucosa y fructuosa son los principales componentes, con valores de 11 a 17° Brix.

Los carbohidratos en la piña vienen a representar hasta el 85% de lo que son todos los sólidos totales y en cuanto a la fibra del 2 al 3%. De los ácidos orgánicos, el cítrico es el más abundante, con cantidades que varían entre 0.4 a 1.2% (5). En La pulpa se caracteriza por la presencia de bajas cantidades de cenizas y compuestos nitrogenados en 0.01%. Del 25 al 30% de los compuestos nitrogenados corresponden a la proteína, de la que casi el 80% tiene actividad enzimática proteolítica, y es conocido como bromelina (6).

Entrando ya al tema de la industrialización de la piña su forma más común de industrializarla son por sus rebanadas y trozos en lo que son el almíbar que envasan como un alimento enlatado, también entran lo que son los purés y jugos de esta misma fruta (7). Los desechos en los procesos de la industrialización de la piña constituyen hasta un 65% del fruto que es algo muy notorio consecuente con los procesos industriales, y utilizando solo lo que queda como restante que se estima que es de un 35-44%, lo cual representa un gran decrecimiento, que es algo que casi no se toma en cuenta con este tipo de frutas, en especial en las industrias (8).

Solo algunas industrias que se están dentro del ámbito al procesamiento de frutas utilizan lo que son procesos especiales para poder aprovechar los residuos de la piña que estén contenidas dentro de una base comercial comercial los desperdicios de la piña, los cuales todavía contienen el 11% de lo que son los sólidos solubles, en el cual el 75 a 80% son azúcares contenidos dentro de las cascara de este fruto, ya del 7 a 9% sería del ácido cítrico.

Además de los residuos como la cascara o el cogollo que provienen del fruto, también se genera el rastrojo, el cual corresponde a todo el material vegetal cuando esta lista para ser procesada. La demanda de productos a base de papel es de carácter muy generalizado, ya que es una necesidad diaria en la actualidad, además tiene una demanda que va en crecimiento y en un progresivo declive ya que el papel se lo puede obtener por diversos métodos, pero el más común es principalmente a partir de las fibras de celulosa de la madera virgen. La industria del papel tiende a reinventar su infraestructura en con el propósito de poder minimizar el uso de la celulosa de

madera, para su producción y de esta forma entrar en la conquista de nuevos mercados, para así poder suplir las nuevas necesidades de los clientes y el lucro satisfactorio de la empresa, sin embargo y a pesar de la creciente competencia, la demanda se mantiene gracias a la importancia del producto.

El principal motivo de la utilización de los residuos de cáscara de piña es elaborar productos de pastelería que en la actualidad en el Ecuador no se emplea para este fin, se aprovecha este residuo como abono orgánico, se pretende que la cáscara no sea desechada y ocasione un impacto negativo en el medio ambiente.

La piña es una fruta de mucha importancia debido al alto valor nutricional, y no solo está en la fruta, sino además en el cogollo y en la cáscara; que estos contienen enzimas como la conocida bromelina que es muy requerida debido su doble acción digestiva y por qué también ayuda a evitar molestias intestinales, tiene la característica de poseer un alto porcentaje de fibra, y se la emplea también para lo que es la fermentación acética del vinagre casero o composta.

Los residuos agrícolas de la piña constituyen un contaminante para el medio ambiente, por esto se busca aprovechar al máximo las propiedades de estos residuos es por eso que al obtener el papel, se tiene que probar diferentes variables importantes, como es el tiempo y la concentración de NaOH, para así poder lograr un mezclado homogéneo de los residuos de la piña en caso de aplicar un técnica específica, para así poder demostrar los intervalos de tiempos más óptimos en donde el reactivo que se vaya a usar se optimo con respecto a la concentración del NaOH. Cabe destacar que hay diversos métodos en el que se usa tanto el cogollo de la piña como la cascara de la piña para poder dar diferentes tratamientos, y así poder determinar cuál tratamiento es mejor, dependiendo del tipo de papel que se quiera elaborar.

Al usar la cáscara y el cogollo de la piña para realizar un papel, en donde se busca dar nuevas opciones para la obtención del papel y también para así poder contribuir con el medio ambiente y dar nuevas alternativas a las categorías comerciales que se dedican a los residuos, y así poder frenar un poco con la deforestación para no usar las fibras leñosas.

Todo papel que obtengan con estos residuos de la piña fue sometido a diversos análisis para demostrar su calidad. Como hipótesis se establece que los residuos agrícolas de la piña tanto la cascara como el cogollo logran poseer un alto contenido de fibra, además de otros componentes como la lignina, antioxidantes, alfa celulosa, pero también presentaran características como humedad o un porcentaje de cenizas en caso de que se le caracterice por medio de análisis posteriores antes de su procesamiento para la elaboración de papel porque con un adecuado procedimiento y varios tratamientos, se podría obtener papel de diferente grosor, textura, es decir un proceso en donde también se determinara su calidad siempre y cuando en cuenta sus características finales.

Varios estudios analíticos nos demuestran que en la cáscara de piña se ha encontrado valores de fibra dietética con un porcentaje de 70,6%, que esto a su vez está relacionado con a un elevado contenido de miricetina, y polifenol dando a conocer que ser los responsables de la actividad antioxidante encontrada en los papeles que se elaboran, y es que en diversos estudios nos dice

que el tamaño de las fibras influye mucho en la textura del papel y algunas otras de sus propiedades.

Es por eso que la industria alimentaria debe centrarse y enfocarse en cumplir con los requerimientos tanto las necesidades del consumidor como también a las del medio ambiente, mediante la implementación de las llamadas nuevas investigaciones e y las denominadas “tecnologías limpias” para que haya un mayor aprovechamiento de los residuos de frutas y hortalizas que se cosechan. En este artículo se plantea un objetivo general en donde se establece la aplicación y utilización de diversos métodos, con el objetivo de saber cuál es la técnica de obtención de papel con mejor rendimiento.

Para poner retrospectiva la cáscara de piña tiende a ser el 19% de la fruta total. Este residuo de la cascara está conformado por lignina, celulosa y hemicelulosa, que vienen hacer polímeros propios y naturales presentes en casi toda la materia vegetal. El contenido nutricional de la piña va a variar según la especie o grado de madurez de la fruta.

Se puede señalar que tienen un alto contenido de fibra dietética, es un alimento bajo en sodio, con buena fuente de potasio, magnesio, de vitamina C, vitamina B1 y contiene además bromelina; la cual es una enzima proteolítica similar a la papaína, con diferentes propiedades biológicas. Ayuda a mantener una nutrición equilibrada, tiene un 85% de agua y es baja en calorías, por eso es reconocida como una fruta diurética que expulsa toxinas reforzando las defensas y evitando problemas intestinales (9).

MATERIALES Y MÉTODOS

El desecho de la piña trae consigo una consecuencia de problemas ambientes, pues uno de los procesos más recurrentes por su bajo costo que tienen los agricultores es en deshacerse de ello quemando los residuos. Esto está prohibido en los países. Según la revista “la piña refresca las importaciones el ecuador estas considerado unos de los 10 mejores exportadores en el mundo (10).

Para un mejor entendimiento se debe considerar el tipo de diseño a implementar que es de manera experimental puesto que nos ayudan incluir las variables independiente y dependiente. Al cambiar los valores de la variable independiente permite cambiar directamente las variables dependientes. lo cual nos ayudara a determinar del método de para obtener la celulosa a partir los subproductos de la piña que son únicamente los cogollo y la cascara de la piña que se añadirán hidróxido de sodio controlándose por medio de proceso y reproceso con la finalidad de obtener una el celular blanco (11).

La investigación lo que pretende llegar es como utilizar el proceso y aprovechar las materias orgánicas como lo es de piña. este proceso esta aplicado para disminuir la contaminación ambiental por los residuos orgánicos y la materia prima de la fibra de madera para la creación del papel (12). Según la Universidad nacional de Trujillo en el campo de la Tecnología de la celulosa y el papel al elaborar un papel ecológico consta de materiales una serie de etapas:

Elaboración de ecopapel a base del cogollo de piña

Escoger un cogollo fresco para que el papel tenga esos parámetros de calidad, posteriormente trocear las partes seleccionadas, dejar los cogollos en recipientes dejando en remojo con agua y concentraciones de cristal de caña, utilizamos una sustancia química como el hipoclorito que se va a encargar de separar la celulosa y no solo eso puesto que su función principal es retirar contaminantes que pueden estar adheridas al papel. No obstante, el proceso no termina ahí puesto que la celulosa es puesta en láminas especiales para que sean secadas al ambiente (13).

Elaboración de un papel ecológico a base de cogollos de piña

Otra manera de elaborar un papel ecológico con los cogollos de la piña cortándolas manualmente con tamaños menores a 0.5 cm que posteriormente son lavados y filtrados por una malla con el propósito de eliminar las impurezas de tierra que se presentan y por ultimo son colados en recipientes que serán sumergidos en agua y 2.5 litros de sábila de la caña de azúcar por un periodo de 24 horas para que así se pueda separar el objetivo que es la lignina de la celulosa (14).

Elaboración a base del cogollo de piña

según (Aguilar, 2015), la elaboración de papel con los cogollos de la piña una vez seleccionado sus métodos en extraer la celulosa, sin embargo, comparado con los otros autores estos cortan los cogollos en trozos aproximadamente con 3cm de longitud. Su procesamiento de la extracción de lignina es diferente a los demás autores pues una vez cortados los cogollos van a ser sometido a una temperatura de 70 a 80 °C, posteriormente se le añade hidróxido de sodio o potasa que únicamente van actuar como un disolvente, se procede a lavar ya una vez dejado en reposo durante varios minutos con la finalidad de obtener una pasta celulósica.

El proceso de blanqueamiento la celulosa para que pueda tornar un color blanquecino se le añade hipoclorito a una concentración de 10g/kg de cogollo, con una agitación del mismo. A pocos minutos después y dejado en reposo durante los 30 minutos ya por fin cogió un color más o menos blanco, que para continuar con el proceso se debe hacer un enjuague minucioso de la pulpa de 3 a 5 veces para ya eliminar el hipoclorito.

Procesamiento de la pulpa celulósica es la última etapa en que se le dará un moldeado, es decir al dejar reposando la mezcla, se prepara para ser colocado en una maya metálica que una vez eliminada la mayor parte de agua dejamos en reposo para que continúe secándose, de manera opcional si queremos tener una fibra más compacta podemos hacerlo por medio de un sistema prensado.

Elaboración de ecopapel a base de la cascara de piña

Para la elaboración con la cascara de la piña especifica que debe estar cortado en trozos pequeños, para que posteriormente esto sea llevado al proceso de molienda con el objetivo de tener partículas bien pequeñas, ya una vez molido se lo procede a secar con la ayuda de un

equipo llamado estufa de memmert que se quedó en reposo durante las 24 horas con una temperatura aproximadamente de 60°C.

Siguiendo con el proceso ya una vez secado lo que se procederá es pasar por el proceso de cocción en el cual aquí se le añadirá el hidróxido de sodio con una concentración y 1 normal, esta misma fibra pasa por un baño maría aproximadamente durante una hora manteniendo una temperatura que está entre los rangos de 90-95 °C, siendo controlado con un termómetros digital.

Este proceso es un poco más largo puesto que después de ser cocinado se lo deja en reposo durante 8 días a temperatura ambiente en tachos herméticos, porque no debe entrar el oxígeno. El primer tamizado lo que se accedió es en sacar toda la materia prima de licor que se originó durante el proceso de cocción.

Seguimos de un proceso de lavado donde se eliminarán todo el licor negro que se quedó adherido hasta dejar que quede transparente, para que este proceso sea óptimo para su elaboración va existir un reproceso que consiste en lavar nuevamente a una vez dejado reposado durante 4 días.

Para el proceso de blanqueado se utilizará peróxido de hidróxido de sodio al 30 %, pasa por un segundo reposado durante 24 horas más en donde ha sido ya sumergido el peróxido de hidrogeno, que pasa después con segundo tamizado el agua de peróxido de hidrogeno que tenía, pasa por un segundo lavado quedando así para que se proceda a ser el moldeado a unas dimensiones de 20 cm* 28cm,seguido de un secado a una temperatura de 65 °C durante 96 horas, que por ultimo tenemos el papel a partir de la cascara de la piña (15).

RESULTADOS

Optimización de las variables utilizadas en el presente artículo de investigación Se identificaro variables

V. Independiente: El cogollo de piña (residuo) – La cascara de piña (residuo)

V. Dependiente: Proceso de elaboración del papel ecológico

Tabla 1. Tabla de tratamientos

| Tratamiento 1 | Tratamiento 2 |
|---|--|
| Se realizó un tratamiento con blanqueo a la cascara de piña cortada en trozos pequeños con el hipoclorito de sodio (NaClO). | Se realizó un tratamiento con blanqueo a la pulpa de dehoja entera, de la corona de piña con hipoclorito de sodio (NaClO). |

Se realizó 2 tratamientos en los que se involucró tanto la variable dependiente como dependiente (cogollo y cascara de piña con su proceso de elaboración terminado) con el objetivo de saber cuál es la materia prima con la cual se puede obtener un papel con buenas características. Hay que tomar algunas consideraciones en la materia prima utilizada. El peso referencial tanto del cogollo

total como de la cascara se lo toma de una investigación bibliográfica. En la investigación nos da como referencia un peso de 5 kg para el cogollo y la cascara.

Para hacer la relación de ese peso, se procedió a utilizar 1 kg para cogollo y de igual manera el mismo para la cascara utilizando una balanza gramera con el cual se logró los pesos con los cuales se trabajó durante el todo el proceso.

Luego se establece la relación con el lavado, esto es importante porque con el dato referencial de 5 kg se usó en la cocción 20 L de agua, pero con los datos ya establecidos, se hizo una regla de 3, en donde transformó el 1 kg a gramos (cogollo y cascara) para así poder utilizar los litros adecuados de agua en la etapa de la cocción en donde se usó 8 L para cada tratamiento.

Se usa materia prima proveniente de la misma fruta tomando en cuenta que se utilizaron algunas piñas ya que al momento de hacer la relación con los 5 kg, podamos obtener un peso que sea proporcional en el proceso de cada tratamiento.

Durante el proceso, los dos tratamientos presentaron variaciones, comenzando que son dos tratamientos diferentes solo por eso uso de materia prima diferente, pero con el factor común es que se usó un mismo diagrama de flujo, es decir para cada tratamiento se usaron los mismos reactivos, materiales y equipos.

El factor de usar un mismo procedimiento para cada tratamiento fue clave para poder determinar que residuo de la piña es más efectivo, elaborar papel de piña con el cogollo según los resultados que obtuvimos fue más efectivo con el factor de (resistencia al paso del tiempo), es decir que el papel que se obtuvo del cogollo de la piña depende principalmente de la calidad de las materias primas.

Este proceso fue sigiloso y es causado por el sulfato de aluminio, que se añade a las fibras para precipitar el tamaño de la resina. Como la resina es impermeable, el papel resultante también debería tener ciertas propiedades de repelencia de agua. En el caso de los resultados que obtuvimos con la elaboración de la cascara, se obtuvo un papel menos efectivo en relación con la (resistencia al paso del tiempo), es decir presento menos resistencia al factor del tiempo y humedad, de esto podemos decir que el factor clave para la elaboración de papel en los tratamientos dependerá de la calidad de la materia prima utilizada.

Tabla 2. Tratamientos

| Tratamiento 1 (Cascara) | Tratamiento 2 (Cogollo) |
|--------------------------------|--------------------------------|
|--------------------------------|--------------------------------|

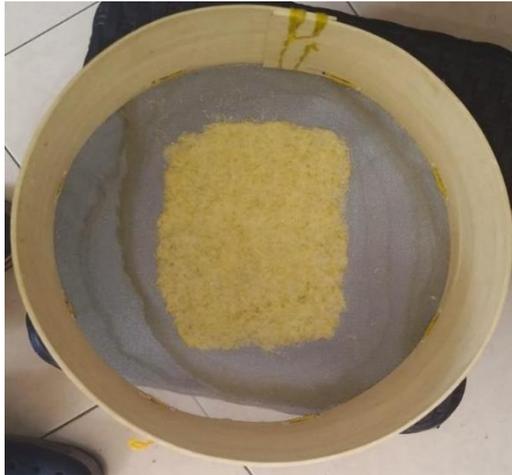


Figura 1. Obtención de papel utilizando la cascara de piña



Figura 2. Obtención de papel utilizando el cogollo de piña

La lignina es un polímero de naturaleza aromática con alto peso molecular que tiene como base estructural fenil-propano. Esta sustancia es la que da dureza y resistencia a las paredes celulares de las plantas; por lo que es necesario extraerla para poder obtener la celulosa.

Ya para separar la lignina, se cocinan los trozos del cogollo y cascara previamente seccionados y cortados. Cuando la cocción alcanza una temperatura entre 70 a 80°C durante 40 min se saca el cogollo y la cascara, y se la vuelve a lavar para proceder a licuar. Para lograr que la celulosa adopte un color blanquecino se utiliza el hipoclorito de sodio que se le agrega después de que se haya realizado el paso anterior, en una concentración de cogollo y cascara, mientras se agita y se remueve constantemente en un colador.

Cabe recalcar la celulosa adopto un color diferente para cada tratamiento y que el color para cada papel se debe a que durante el procedimiento se realizó un proceso de blanqueamiento en donde se añadió la otra variante que es el hipoclorito de sodio y el tiempo de digestión, en donde se utilizó un vaso de precipitación, para aplicar a los dos tratamientos 100 ml del hipoclorito de Sodio (NaClO) para cada tratamiento, con el objetivo de obtener muestras de diferente tonalidad y poder verificar si la materia prima utilizada influye en la textura del papel proveniente de la cascara y cogollo de piña, pero cabe destacar que el tamaño de las fibras influye mucho en la textura del papel. Por supuesto, la textura deseada depende del uso que se le dará al papel.

DISCUSIÓN

Una vez hecho la investigación, se considera que el cogollo es un desecho de gran importancia que con respecto a su cosecha son tirados. Siendo un subproducto agroindustrial se permitió la elaboración de un papel moldeable en que comprendieron varios procesos de elaboración con la única finalidad de obtener de este producto a partir de los residuos de la materia prima que es la

piña.

Al final presentaron se presentaron buenos resultados, sin embargo, hay ciertas comparaciones de diferentes autores que nos determinan la calidad que tiene el papel. La ventaja que tiene que al momento de extraer la parte fundamental para hacer el papel es la celulosa ya que el proceso es fácil y practico.

Según (16), El papel adquirió una extensión áspera y delgada evidenciando leve luminosidad en algunas partes que oportunamente existieron en el proceso de elaboración, conllevando consigo una serie superficies en el momento de hacer la mezcla de la fibra para obtener una hoja moldeable. Un factor que puede afectar la calidad es la agitación constante dejando pequeñas diferencias de imperfecciones al momento de compactarse.

El corte del cogollo especifica que únicamente sus longitudes serán cortadas menos de una pulgada a diferencia de (17) en su proceso de cortado las longitudes van a presentes trozos con una longitud proximal de 3cm, sim embargo este proceso se añaden materiales que le darán resultados satisfactorios dando buen aspecto al producto. como lo es el alumbre que tiene la finalidad de darle una mejor resistencia al lavado y una mejora de luz al tejido. (18), Los cortes de los cogollos para este proceso de fabricación se hicieron con longitudes inferiores a los demás con 0.20 cm lo que deduce que este papel no presenta un aspecto de buena calidad según lo reporta (19).

En cuanto a las temperaturas en esta investigación nosotros tomamos referencia a varios autores como (19) ya que no varias según los rangos previos que estaban establecido de unos 70-80 °C, Sim embargo (20), el empleo de esta metodología según los gramos de concentración de hidróxido de sodio, el tiempo de des lignificación tuvo una temperatura de 60°C siendo una temperatura constante al haberle aplicado.

Las concentraciones de reactivo como el hidróxido de sodio o peróxido de sodio para el ablandamiento de fibra variaron según el peso en kg, en nuestro caso utilizamos 1kg de la cascara de piña y el cogollo de piña con una concentración de hidróxido de sodio al 5% dando como mejores resultados el cogollo de la piña presentando más resistencia en su fribosidad.

CONCLUSIONES

Por medio de varios métodos usados en el tratamiento a partir de la cascara y cogollo de la piña presentadas como variables de estudio. Se pudo determinar e identificar en que algunos métodos tienen diferentes concentraciones, temperaturas y procesos de blanqueamiento.

Es por eso que nuevas áreas de investigación dependen de la capacidad de mejorar los procesos existentes, descubriendo nuevos procesos para una amplia gama de usos de materias primas, e incluso nuevas especies de plantas que puedan seguir creciendo y que sean accesibles, como los desechos forestales o los materiales reciclados, se logró obtener papel a partir del cogollo de la cascara y cogollo de la piña en donde se comprendieron varios procesos, como el lavado y el blanqueamiento de la pulpa son optimizados principalmente para la elaboración de un producto

que un futuro puede ser comercializado, además se utilizaron materiales 100% orgánicos para la fabricación del papel reduciendo un factor importante que es la contaminación. Como mejor rendimiento fue el cogollo de la piña puesto que el contenido de holocelulosa es alta y este valor se encuentra en un rango considerable para la producción del papel.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. RENDÓN GEG. Planta De Producción De Papel A Base De Hoja De Piña. [Online].; 2003.. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/19821/egomezg.pdf;jsessionid=D21914CF6D5432D5818CED4C44ABF2C1.jvm1?sequence=1#page23>.
2. Villa J. "ESTUDIO DEL PROCESO DE COSECHA Y POS COSECHA DE PIÑA EN EL ECUADOR. [Online].; 2011.. Disponible en: [file:///C:/Users/ADMIN/Downloads/Tesis%20I.%20M.%20139%20-%20Villa%20Narv%C3%A1ez%20Jos%C3%A9%20Pa%C3%BAI%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/ADMIN/Downloads/Tesis%20I.%20M.%20139%20-%20Villa%20Narv%C3%A1ez%20Jos%C3%A9%20Pa%C3%BAI%20(1).pdf).
3. Gonzalez O. ECOPAPELA BASE DEL COGOLLO DE LA PIÑA. [Online].; 2015.. Disponible en: <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/347/340>.
4. Tarrillo Y. Utilización de la corona de piña (Ananas comosus) para la elaboración de papel ecológico. [Online].; 2020.. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/48463/Cieza_TYY-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page23
5. Espinoza C. Etiología de la pudrición del cogollo de la piña (Ananas comosus. L. Merrill). [Online].; 2015.. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/317438684_Etiologia_de_la_pudricion_del_cogollo_de_la_pina_Ananas_comosus_L_Merril_cultivar_MD2_en_Isla_Veracruz_Mexico
6. Gonzalez P. Elaboracion de papel artesanal a partir de la corona de la piña variedad. [Online].; 2015. Acceso 14 de Noviembre de 2022. Disponible en: <https://docplayer.es/83826490-Proyecto-elaboracion-de-papel-artesanal-a-partir-de-la-corona-de-la-pina-variedad-cayenalis.html>
7. Alavarez G. APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS AGRÍCOLAS DE LA PIÑA. [Online].; 2016. Acceso 22 de Julio de 2022. Disponible en: http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/17921/1/401-1194%20-%20Aprovechamiento_de_los_residuos_agricolas_de_pi%C3%B1a.pdf.
8. PRODUCCIÓN DE FRUTOS DE PIÑA (Ananas comosus (L.) Merr.). [Online].; 2016.. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193246189006.pdf>.
9. Mora L. Propuesta para la elaboración de una harina a base de cáscara de piña. [Online].; 2018.. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/35976/1/TESIS%20Gs.%20320%20-%20Prop%20elaborac%20harina%20base%20cascara%20pi%C3%B1a.pdf>
10. UCR. Desechos de la piña: un dolor de cabeza para productores. [Online].; 2018.. Disponible en: <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2018/06/21/desechos-de-la-pina-un-dolor-de-cabeza-para-productores.html>.
11. Dominguez G. "ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DE LA PIÑA. [Online].; 2019.. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/4126/3/T-UTEQ-0073.pdf>.
12. Cajan W. Utilización de la corona de piña (Ananas comosus) Papel. [Online].; 2020. Disponible en: file:///C:/Users/ADMIN/Downloads/Cieza_TYY-SD.pdf.
13. Posada J. Cogollo de piña. [Online].; 2020.. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/463272740/Cogollo-de-pina>.
14. Rozo S. ELABORACIÓN DE UN PAPEL ECOLÓGICO A BASE DE COGOLLOS DE PIÑA. [Online].; 2016.. Disponible en: <https://revistas.sena.edu.co/index.php/nova/article/view/620/684>.
15. Sanchez H. Cucuteños crean papel con piña para ayudar al ambiente. [Online].; 2016. Disponible en: <https://www.laopinion.com.co/zona-verde/cucutenos-crean-papel-con-pina>

para-ayudar-al-ambiente.

16. Umiña F. Elaboración de papel artesanal a partir de residuos agroindustriales. 2019.
17. Aguilar C. Elaboración de papel ecológico con cogollos de piña. 2015.
18. Posada J. Utilización de residuos de piña para la fabricación de papel. 2020.
19. Bernilla D. Análisis de las propiedades físicas del papel ecológico. 2019.
20. Gonzalez O. Copapel a base del cogollo de la piña. Revista Científica [Internet]. 2015 [citado 2025 Jan 2]. Disponible en: <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/347/340>

ELABORACIÓN DE SALCHICHA MIXTA DE POLLO Y CARNE PORCINA EMPLEANDO PAPAÍNA COMO TRATAMIENTO ANTIMICROBIANO

PREPARATION OF MIXED CHICKEN AND PORK SAUSAGE USING PAPAIN AS AN ANTIMICROBIAL TREATMENT

Julio Andrés Palmay Paredes¹, Kevin Steven Araujo Cedeño², Carolina Alicia Paz Yépez³, Ana María Campuzano Vera⁴

{jpalmay@uagraria.edu.ec¹, kevin20araujo@hotmail.com², cpaz@uagraria.edu.ec³, acampuzano@uagraria.edu.ec⁴}

Fecha de recepción: 10/12/2024

/ Fecha de aceptación: 03/01/2025

/ Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: La salchicha es un producto cárnico de los cuales ocupan un lugar importante en la dieta de las personas debido a su alto contenido en proteínas. El objetivo del presente proyecto fue la elaboración de una salchicha mixta con diferentes concentraciones de papaína. Para identificar la formulación con mayor efecto antimicrobiano, se realizó un recuento total de Aerobios mesófilos, se estimó el crecimiento microbiológico de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, utilizando Combase, a partir de vectores fundamentales como pH, temperatura y (aw) en las diferentes formulaciones. Así como la determinación de microorganismos patógenos como la *Salmonella*, *E. coli* y *S. aureus* con pruebas rápidas de detección. El resultado de proteína en los 4 tratamientos fue de 17.00 ± 0.86 % para el T0, 19.55 ± 0.98 para el T1, 19.43 ± 0.97 para el T2, 20.18 ± 1.01 ubicándose en la clasificación tipo I, según la norma de referencia ecuatoriana INEN 1338:2012. Los parámetros microbiológicos analizados no se encontraron dentro de los límites establecidos en la norma para la producción de productos cárnicos cocidos INEN 1338. Se concluyo que la papaína agregada a la formulación de salchicha de pollo y carne porcina no contribuyó a la disminución de la carga microbiológico.

Palabras clave: Salchicha, papaína, antimicrobiano, microbiológica

¹Facultad de Ciencias Agrarias “Dr. Jacobo Bucaram Ortiz”; Universidad Agraria del Ecuador - Ecuador, <https://orcid.org/0000-0002-7546-5211>; +5930984794451.

²Instituto de Investigación “Ing. Jacobo Bucaram Ortiz, Ph.D.”, Universidad Agraria del Ecuador-Ecuador, <https://orcid.org/0009-0000-6429-4659>.

³Instituto de Investigación “Ing. Jacobo Bucaram Ortiz, Ph.D.”, Universidad Agraria del Ecuador; Facultad de Ciencias de la Salud y Desarrollo Humano; Universidad Tecnológica ECOTEC-Ecuador, <https://orcid.org/0000-0001-9547-2817>; +5930995700068.3Universidad Tecnológica ECOTEC-Ecuador, <https://orcid.org/0000-0001-9547-2817>; +5930995700068.

⁴Facultad de Ciencias Agrarias “Dr. Jacobo Bucaram Ortiz”; Universidad Agraria del Ecuador-Ecuador, <https://orcid.org/0000-0003-0010-4267>.

ABSTRACT: Sausage is a meat product that occupies an important place in people's diet due to its high protein content. The objective of this project was the elaboration of a mixed sausage with different concentrations of papain. To identify the formulation with the greatest antimicrobial effect, a total count of mesophilic aerobes was performed, the microbiological growth of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* was estimated, using Combase, from fundamental vectors such as pH, temperature and (aw) in the different formulations. As well as the determination of pathogenic microorganisms such as *Salmonella*, *E. coli* and *S. aureus* with rapid detection tests. The protein result in the 4 treatments was 17.00 ± 0.86 % for T0, 19.55 ± 0.98 for T1, 19.43 ± 0.97 for T2, 20.18 ± 1.01 , placing it in type I classification, according to the Ecuadorian reference standard INEN 1338:2012. The microbiological parameters analyzed were not within the limits established in the standard for the production of cooked meat products INEN 1338. It was concluded that the papain added to the formulation of chicken sausage and pork did not contribute to the decrease in the microbiological load.

Keywords: Sausage, papain, antimicrobial, microbiological

INTRODUCCIÓN

La salchicha es un alimento rico en proteínas con condiciones físicas químicas como pH, actividad de agua (aw) con contenido de nutrientes y oxígeno, que la hace apta para el desarrollo microbiano (1). El crecimiento de microorganismos, como bacterias ácido-lácticas, enterobacterias y *Pseudomonas spp*, puede provocar cambios en las propiedades organolépticas del producto, como el color, sabor, olor y textura (2). El control de los microorganismos que provocan el deterioro de los embutidos se realiza principalmente durante el proceso de fabricación, combinando bajas concentraciones de cloruro de sodio y nitritos, estos aditivos muy utilizados en los productos cárnicos contribuyen el color rojizo de la carne curada, deseable desde el punto de vista sensorial, también tienen una acción antibacteriana científicamente probada (3).

La tendencia en las formulaciones de productos cárnicos es reducir el contenido de cloruro sodio y nitritos que se emplean, porque grandes cantidades de estos conservantes tienen efectos tóxicos para la salud humana que pueden conducir a riesgos de enfermedades (4). Es importante evaluar alternativas para disminuir las cantidades de cloruro de sodio y nitrito que se emplean (5).

La incorporación de papaína en la formulación de las salchichas podría disminuir las cantidades empleadas de estos aditivos para obtener un producto más saludable (6). El uso de papaína en la producción de embutidos se utiliza principalmente como ablandador de carne. Aprovechando la acción proteolítica de la papaína en la hidrólisis del colágeno y la elastina del tejido conectivo de la carne (7).

La evaluación de la acción antimicrobiana de la papaína, como control efectivo de los principales microorganismos causantes del deterioro en salchichas es importante, su ventaja radica en el conocimiento que puede generar su utilización en la elaboración de este tipo de productos para el consumo humano. El beneficio de la investigación se consolidará al poder establecer una

formulación para la elaboración de la salchicha mixta de pollo y carne, usando la papaína, que a futuro podría sustituir parte del cloruro de sodio y nitritos que se emplean, para obtener un producto más saludable. El abordaje de la acción antimicrobiana de la papaína ha sido poco explorado en embutidos tipo salchicha; la investigación contribuiría al conocimiento sobre la acción y a la ampliación del rango de usos de la papaína.

En una investigación se determinó la actividad antimicrobiana del aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare*), incorporado en el embutido. Por lo que, se controló el crecimiento de bacterias de *S. aureus* y *E. coli*, las cuales fueron almacenadas durante 30 días, permitiendo alargar la vida útil de las mismas (8).

Se evaluó en un estudio la aplicación de sustancias antimicrobianas en la tripa de colágeno utilizadas para la elaboración de salchichas tipo Viena. Las tripas de colágeno se impregnaron al vacío con 1000 ppm de nisina para controlar eficazmente el *Staphylococcus aureus* y las bacterias ácido-lácticas y prolongar la vida útil del producto (9).

Según Salim, el uso de papaína en la elaboración de salchichas cocidas ha sido poco estudiado, sin embargo, en salchichas fermentadas en seco emplearon 800 y 4500 unidades de papaína por kg, sin observar cambios en la flora microbiana durante el proceso de fermentación (10).

El presente estudio tiene como objetivo evaluar el efecto de la papaína en diversas concentraciones como agente antimicrobiano en las salchichas mixtas de pollo y carne porcina. Para alcanzar este objetivo, se identificará la formulación con mayor efecto antimicrobiano mediante el recuento de aerobios mesófilos en un rango de tiempo determinado.

Además, se estimará el crecimiento microbiológico de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* utilizando el modelo Combase. Finalmente, se determinará el porcentaje de proteína total de las salchichas mixtas, siguiendo los lineamientos de la norma NTE INEN 1338:2012, analizando las formulaciones con concentraciones de papaína de 0,1 %, 0,2 % y 0,3 % al inicio del almacenamiento a una temperatura controlada de 4 ± 1 °C.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de investigación

El nivel de conocimiento de la investigación fue de carácter exploratorio porque es un método utilizado para investigar un problema que no está claramente definido. Se lleva a cabo para comprender mejor el problema existente, pero no proporcionará resultados concluyentes (11). La investigación fue de carácter experimental. Es un método de control parcial, basado en la identificación de los factores que pueden intervenir en la validez interna y externa del mismo (12).

Diseño de investigación

La investigación presenta un diseño de carácter experimental, en el cual el investigador manipula una variable no comprobada, bajo condiciones estrictamente controladas, donde su objetivo es

ELABORACIÓN DE SALCHICHA MIXTA DE POLLO Y CARNE PORCINA EMPLEANDO PAPAÍNA COMO TRATAMIENTO ANTIMICROBIANO

describir de qué modo puede producirse un fenómeno. Para el desarrollo de la investigación se consideró la papaína como una variable experimental, se utilizaron métodos y técnicas que le permitan reaccionar como inhibidores microbianos presentes en los embutidos de pollo y carne porcina.

Tratamientos

Los tratamientos desarrollados a considerar son: la concentración de papaína (con 3 niveles: 0,1; 0,2; 0,3 %) se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Formulación de las salchichas mixtas de pollo y carne considerando la concentración de papaína a evaluar.

| Ingredientes (%) | T0 | T1 | T2 | T3 |
|------------------|------------|------------|------------|------------|
| Carne de cerdo | 40 | 40 | 40 | 40 |
| Carne de pollo | 32,49 | 32,49 | 32,49 | 32,49 |
| Ajo | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Pimienta | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| Hielo | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Ácido ascórbico | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| Cloruro de sodio | 2 | 1,9 | 1,8 | 1,7 |
| Nitrito de sodio | 0,05 | 0,04 | 0,03 | 0,02 |
| Papaína | 0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 |

Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar, con 15 unidades por tratamiento, representada por una salchicha. Se realizó un control de Aerobios mesófilos al día 1, 7, 14 y 30 de almacenamiento. El control *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, se realizó mediante el software combase, un programa de microbiología predictiva Combase en el cual se evaluó las características tecnológicas, como pH, temperatura (°C) y actividad de agua (aw) para todos los tratamientos evaluando al día 1, 7,14 y 30 de almacenamiento. Se realizó el análisis de *Salmonella spp*, mediante kit de la marca Reveal® 2.0 para *Salmonella*, por otro lado, se determinó el porcentaje de proteína según NTE INEN 1338:2012

Materiales y equipos

Molino para carne #32 industrial OMEGA
Cutter industrial (Univex 4 lt)
Embutidora manual (Victoria #12)
Balanza digital (1 g – 5000 g)
Termómetro digital de alimentos (-50°C - 300°C)
Cocina industrial
Refrigerador
Tabla de picar

ELABORACIÓN DE SALCHICHA MIXTA DE POLLO Y CARNE PORCINA EMPLEANDO PAPAÍNA COMO TRATAMIENTO ANTIMICROBIANO

Hilo de algodón o nylon
Olla de presión

Ingredientes y aditivos

Nitrito de sodio (BASF)
Agua potable
Ácido ascórbico (vitamina C)
Cloruro de sodio
Papaína (Papain)

Materia prima

Carne de cerdo
Carne de pollo
Grasa de cerdo
Harina de trigo
Hielo

Métodos y técnicas

Para la elaboración de la salchicha mixta de pollo y carne porcina se realizó un procedimiento experimental.

El procedimiento comienza con la recepción de la materia prima, que consiste en las carnes de pollo y cerdo, las cuales deben ser evaluadas físicamente antes de su procesamiento. Una vez aprobada, se procede al pesado de los ingredientes, según lo establecido en la formulación indicada en la tabla 4. A continuación, las carnes de pollo y cerdo se muelen utilizando un molino para carnes, comenzando con la grasa para evitar su pérdida y facilitar la emulsificación.

Posteriormente, se realiza el proceso de emulsionado en un cútter, donde se añaden las carnes molidas, hielo, nitrito de sodio, papaína y los ingredientes complementarios. Se incorpora el hielo restante durante este proceso para evitar el sobrecalentamiento de la masa. La masa emulsionada se transfiere a un embutidor, donde se embuten las salchichas utilizando tripa natural con un diámetro de 34-36 mm.

El siguiente paso es la cocción del embutido, que se realiza a una temperatura de 80 °C, asegurándose de que la temperatura interna del producto alcance los 75 °C. Después de la cocción, el embutido se enfría rápidamente en agua fría durante 15 minutos, con la temperatura del agua entre 3 y 5 °C, para descender rápidamente su temperatura. Finalmente, los embutidos se almacenan en cámaras frigoríficas a una temperatura de 4±1 °C, donde se mantendrán hasta su distribución o consumo.

En la Figura 1, se visualiza un resumen del proceso para la elaboración de la salchicha que se llevó a cabo en esta investigación:

ELABORACIÓN DE SALCHICHA MIXTA DE POLLO Y CARNE PORCINA EMPLEANDO PAPAÍNA COMO TRATAMIENTO ANTIMICROBIANO

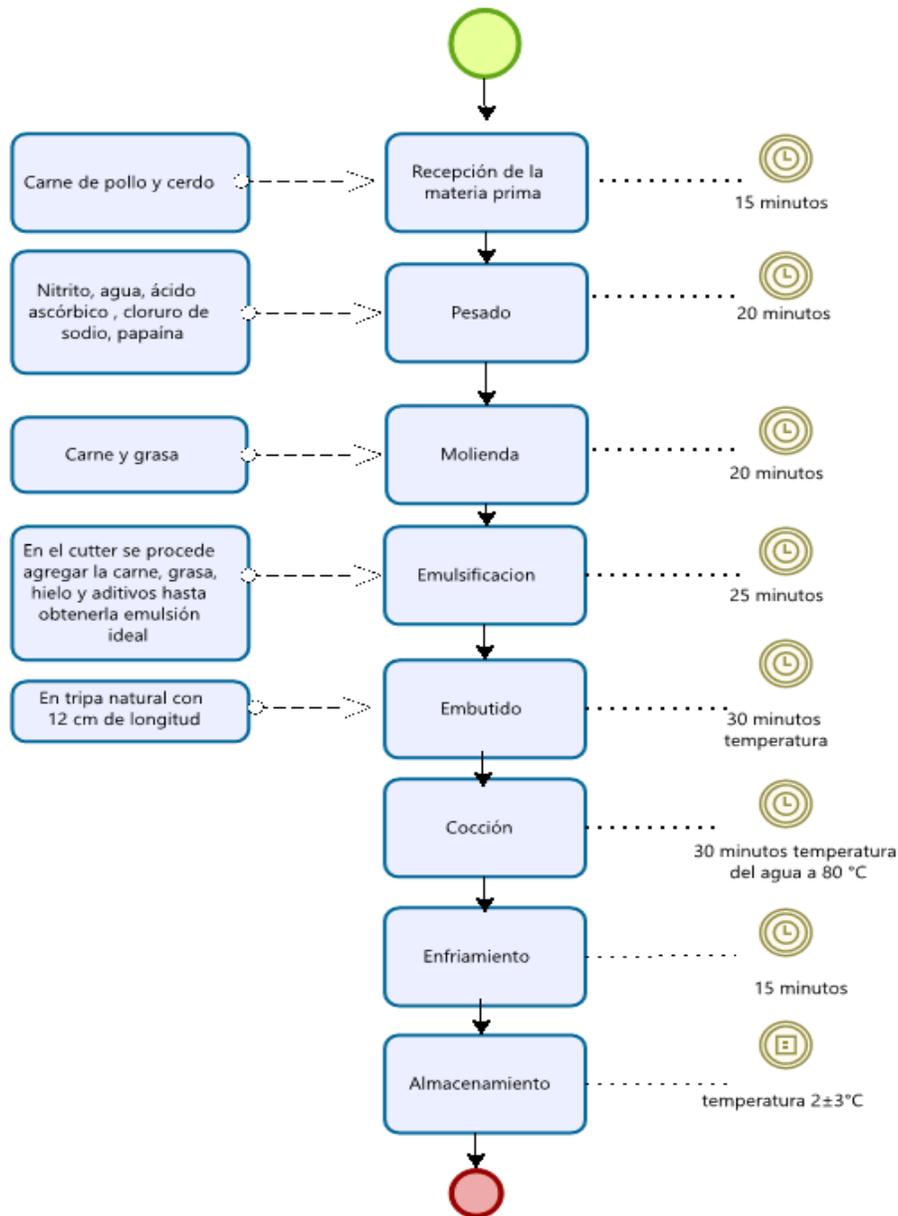


Figura 1. Diagrama de proceso para la elaboración de la salchicha.

Análisis microbiológico

Siembra e identificación de Aerobios mesófilos

Se inicia en un entorno estéril, esterilizando el material en autoclave. Se realiza un muestreo con diluciones decimales progresivas para facilitar el recuento microbiano. Se pesan 10 g de la muestra en condiciones asépticas y se tritura en un mortero para obtener una suspensión madre (dilución 10^{-1}). Luego, se transfieren 1 mL de esta suspensión a tubos con 9 mL de agua destilada estéril, preparando diluciones adicionales.

ELABORACIÓN DE SALCHICHA MIXTA DE POLLO Y CARNE PORCINA EMPLEANDO PAPAÍNA COMO TRATAMIENTO ANTIMICROBIANO

Se toman alícuotas de 1 mL de estas diluciones y se depositan en placas Compact-Dry® con medio estéril. Las placas se incuban a 37 ± 2 °C durante 48 horas. Los resultados se obtienen mediante el conteo de colonias, incluidas las de color rojo, que representan el recuento total. Para aerobios mesófilos, el conteo se realiza con un contador de colonias y un dispositivo de registro automático.

Predicción del crecimiento microbiológico de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, mediante software de microbiología predictiva Combase

El software Combase se emplea para predecir el crecimiento microbiológico de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, utilizando parámetros como temperatura, pH, actividad de agua (a_w) y concentración de NaCl. Inicialmente, se selecciona el modelo de crecimiento y se determinan las condiciones estáticas o dinámicas de temperatura. Los parámetros se configuran en campos específicos:

Nivel inicial (Init. level): Indica el número de microorganismos iniciales en log UFC/g.

Estado físico: Se deja en blanco para que el programa determine automáticamente la fase latente del microorganismo.

Temperatura (°C), pH y concentración de NaCl: Estos valores se introducen según las condiciones experimentales, como 20 °C, pH 7 y 0,6 % NaCl.

Tiempo (h): Se establece un periodo de 25 horas para la predicción.

Al ejecutar el modelo, el software genera resultados en forma gráfica o numérica. Los resultados incluyen constantes cinéticas como la tasa máxima de crecimiento (Log. conc/h) y el tiempo de duplicación (h), además de tablas que detallan la concentración de microorganismos en intervalos de tiempo. Las predicciones permiten visualizar la evolución del log UFC/g durante el periodo de análisis.

Detección de Salmonella:

Se utilizó el medio Revive para un pre-enriquecimiento inicial de la muestra a 36 ± 1 °C por 4 horas. Posteriormente, se empleó el medio Rappaport-Vassiliadis (RV) para un enriquecimiento selectivo a 42 ± 1 °C durante 24 horas. Tras la incubación, se aplicaron 8 gotas del medio RV en un dispositivo Reveal para la detección, con lectura de resultados en 15 minutos.

Detección de *E. coli*:

Se preparó un medio en una bolsa tipo Stomacher con 225 mL de agua estéril a 42 °C y se añadió 25 g de muestra. Tras la homogenización, la mezcla se incubó a 42 ± 1 °C por 8 horas. Posteriormente, se aplicó una porción del cultivo (120 µL) en el dispositivo Reveal, incubándose a temperatura ambiente durante 15 minutos antes de la lectura.

Determinación del porcentaje de proteína total (Método Kjeldahl):

Digestión: Se transformó el nitrógeno orgánico en ion amonio mediante ácido sulfúrico concentrado y catalizadores. Se usó un digestor automático a 420 °C para realizar este proceso.

ELABORACIÓN DE SALCHICHA MIXTA DE POLLO Y CARNE PORCINA EMPLEANDO PAPAÍNA COMO TRATAMIENTO ANTIMICROBIANO

Destilación: El nitrógeno amoniacal fue liberado como amoníaco tras la alcalinización con NaOH 10N y recogido en una solución de ácido bórico.

Valoración: El nitrógeno amoniacal fue cuantificado mediante un análisis ácido-base utilizando indicadores de rojo de metilo y azul de metileno.

Análisis estadístico:

Se evaluó el efecto de la papaína en concentraciones de 0,1 %, 0,2 % y 0,3 % durante un almacenamiento de 1, 7, 14 y 30 días. Los datos microbiológicos y fisicoquímicos (pH, temperatura) se analizaron con ANOVA y prueba de Tukey al 5 % para detectar diferencias significativas entre medias en los diferentes tratamientos.

RESULTADOS

Valores medios de pH de los tratamientos a lo largo del tiempo.

En la Tabla 2 se presentan los valores medios y error estándar del pH, como se puede observar el pH disminuye para todos los tratamientos debido a la proliferación de microorganismos. Considerando los 4 tratamientos, encontramos que en el tratamiento del día 1 el pH más bajo fue del T1 que arrojaron resultados de un pH de 6, sin diferencias significativas, como se observa en el T0, T2, T3, este comportamiento del pH fue similar al observado en el día 7, día 14 y día 30.

Las diferencias significativas de pH en los 4 tratamientos se manifestaron con el pasar de los días debido a la proliferación de las bacterias ácidos lácticas, estas bacterias mientras haya glucógeno, se produce ácido láctico. Estas bacterias en los productos cárnicos cocidos pueden ayudar a la prolongación de la vida útil, porque su crecimiento provoca un descenso del pH, creando condiciones desfavorables para la proliferación de microorganismos tales como los coliformes y Aerobios mesófilos.

Tabla 2. Valores medios de pH.

| Tratamientos | Día 1 | Día 7 | Día 14 | Día 30 |
|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| T0 | 6,12 ^a | 6,39 ^a | 6,01 ^b | 5,18 ^a |
| T1 | 6,00 ^a | 6,24 ^b | 5,96 ^b | 5,32 ^a |
| T2 | 6,17 ^a | 6,15 ^b | 6,18 ^a | 5,18 ^a |
| T3 | 6,19 ^a | 6,2 ^b | 6,29 ^a | 5,02 ^b |
| EE | 0,06 | 0,03 | 0,04 | 0,04 |

Medias con una letra en común no son significativamente diferente estadísticamente (P<0,05)

E.E: Error estándar de la media

Valores medios de temperatura de los tratamientos a lo largo del tiempo.

En la Tabla 3 se presentan los valores medios y error estándar de la temperatura, como se puede observar a lo largo del tiempo la temperatura se mantiene constante debido al control en la

ELABORACIÓN DE SALCHICHA MIXTA DE POLLO Y CARNE PORCINA EMPLEANDO PAPAÍNA COMO TRATAMIENTO ANTIMICROBIANO

temperatura de almacenamiento. Al comparar en cada día los tratamientos, observamos que la temperatura con diferencias mínimas de 4 °C. Se estableció un control de la temperatura que permiten un almacenamiento óptimo para la conservación del producto.

Tabla 3. Valores medios de temperatura.

| Tratamientos | Día 1 | Día 7 | Día 14 | Día 30 |
|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| T0 | 4,28 ^a | 4,25 ^a | 4,3 ^a | 4,5 ^a |
| T1 | 4,22 ^a | 4,3 ^a | 4,33 ^a | 4,38 ^a |
| T2 | 4,28 ^a | 4,33 ^a | 4,3 ^a | 4,22 ^a |
| T3 | 4,4 ^a | 4,28 ^a | 4,28 ^a | 4,28 ^a |
| E. E | 0,06 | 0,08 | 0,10 | 0,10 |

Medias con una letra en común no son significativamente diferente estadísticamente ($P < 0,05$)

E.E: Error estándar de la media

Valores medios de actividad de agua (a_w) a lo largo del tiempo

En la Tabla 4 se puede observar que la actividad de agua se mantuvo estable en el tiempo con un valor de 0.99. La medición de la actividad del agua con una precisión de 0,01 a_w solo es posible con sensores de temperatura constante y alta sensibilidad. En áreas de alta actividad y de especial importancia (alimentos perecederos como pescado y carne).

Tabla 4. Valores medios de la actividad de agua (a_w)

| Tratamientos | Día 1 | Día 7 | Día 14 | Día 30 |
|--------------|-------|-------|--------|--------|
| T0 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 |
| T1 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 |
| T2 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 |
| T3 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 |
| E. E | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Medias con una letra en común no son significativamente diferente estadísticamente ($P < 0,05$)

E.E: Error estándar de la media

Como se observa en la Tabla 4, las medidas de actividad de agua no mostraron diferencias significativas entre los cuatro tratamientos.

La actividad del agua de las salchichas permaneció constante y fue el rango típico de actividad del agua que suelen tener las salchichas. Los embutidos son alimentos perecederos porque su a_w oscila entre 0,93 y 0,99 lo que indica una alta prevalencia de bacterias.

Resultados salmonella, *E. coli* y *S. aureus*

Se determinó la presencia de estos microorganismos mediante la prueba de detección rápida.

ELABORACIÓN DE SALCHICHA MIXTA DE POLLO Y CARNE PORCINA EMPLEANDO PAPAÍÑA COMO TRATAMIENTO ANTIMICROBIANO

Como se observa en la Tabla 5, las 3 pruebas de detección rápida dieron positivo.

Tabla 5. Resultados de patógenos.

| Patógeno | Resultado |
|------------------------------|-----------|
| <i>Staphylococcus aureus</i> | Positivo |
| <i>Echerichia coli</i> | Positivo |
| <i>Salmonella</i> | Positivo |

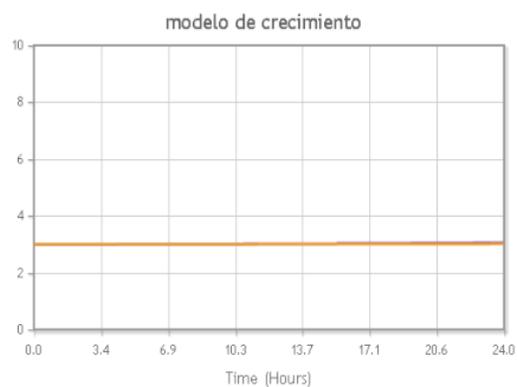


Figura 2. Curva de crecimiento *E. coli* y *S. aureus* (día 1) T0.

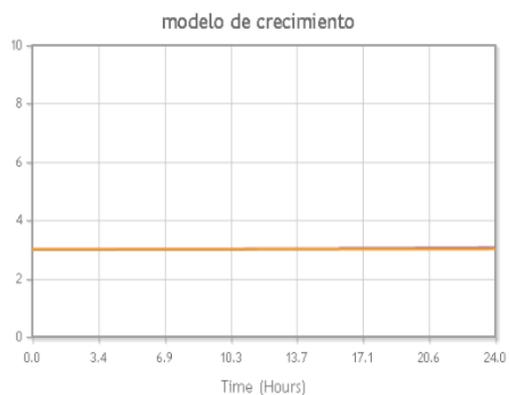


Figura 3. Curva de crecimiento *E. coli* y *S. aureus* (día 1) T1.

ELABORACIÓN DE SALCHICHA MIXTA DE POLLO Y CARNE PORCINA EMPLEANDO PAPAÍÑA COMO TRATAMIENTO ANTIMICROBIANO

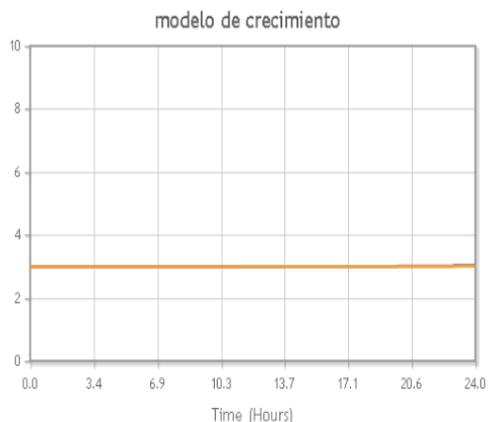


Figura 4. Curva de crecimiento *E. coli* y *S. aureus* (día 1) T2.

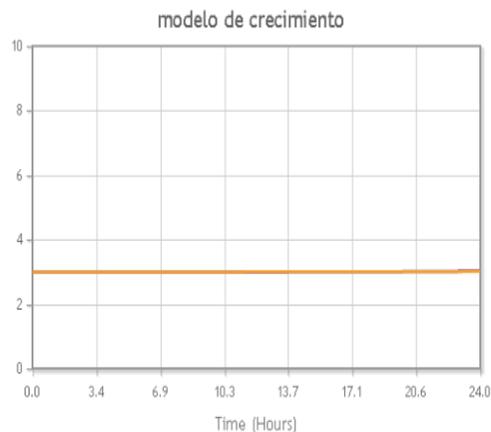


Figura 5. Curva de crecimiento *E. coli* y *S. aureus* (día 1) T3.

Se puede observar resultados positivos para la presencia de salmonella, *E. coli* y *S. aureus*.

Predicción de *E. coli* y *S. aureus* (día 1).

A continuación, se presenta la curva de predicción del crecimiento *E. coli* y *S. aureus*

Como se observa en las Figuras se presentan los resultados de la simulación en combase, de *E. coli* y *S. aureus* en el día 1. Como se evidenció en los 4 tratamientos no hubo crecimiento de estos microorganismos con los parámetros medidos. Esto se puede deber al control de la temperatura de almacenamiento, que es un factor que influye en la proliferación de los microorganismos, se tomaron los datos para realizar la curva de crecimiento.

Tabla 6. Datos obtenidos el día 1, tasa máxima de crecimiento de *E. coli* y *S. aureus* (log. conc/h).

| Tratamientos | M.O | Temp (°C) | Ph | Aw | Tiempo (h) | Conc (Log10 células/g) |
|--------------|------------------|-----------|------|------|------------|------------------------|
| T0 | <i>E. coli</i> | 10 | 6.11 | 0.99 | 24 | 3.05 |
| | <i>S. aureus</i> | 10 | 6.11 | 0.99 | 24 | 3.05 |
| T1 | <i>E. coli</i> | 10 | 5.99 | 0.99 | 24 | 3.02 |
| | <i>S. aureus</i> | 10 | 5.99 | 0.99 | 24 | 3.02 |
| T2 | <i>E. coli</i> | 10 | 6.18 | 0.99 | 24 | 3.05 |
| | <i>S. aureus</i> | 10 | 6.18 | 0.99 | 24 | 3.05 |
| T3 | <i>E. coli</i> | 10 | 6.16 | 0.99 | 24 | 3.05 |
| | <i>S. aureus</i> | 10 | 6.16 | 0.99 | 24 | 3.05 |

ELABORACIÓN DE SALCHICHA MIXTA DE POLLO Y CARNE PORCINA EMPLEANDO PAPAÍNA COMO TRATAMIENTO ANTIMICROBIANO

Como se observa en la Tabla 6 la curva de crecimiento se realizó a temperatura constante (10 °C) y una actividad de agua estable de 0.99, son parámetros ambientales importantes que regulan el crecimiento y la supervivencia de los microorganismos, los datos obtenidos de pH, temperatura y actividad de agua para realizar la curva se obtuvieron experimentalmente y fueron comparados a través del programa informático Combase Predictor las cuales arrojaron valores constantes de concentración de microorganismos de 3 (Log10 células/g) en las bacterias de *E. coli* y *S. aureus*, a intervalos regulares de tiempo de 24 horas.

Predicción de *E. coli* y *S. aureus* (día 7)

A continuación, se presenta la curva de predicción del crecimiento *E. coli* y *S. aureus*

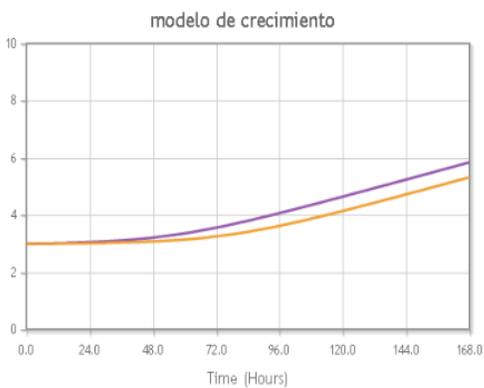


Figura 6. Curva de crecimiento *E. coli* y *S. aureus* (día 7) T0.

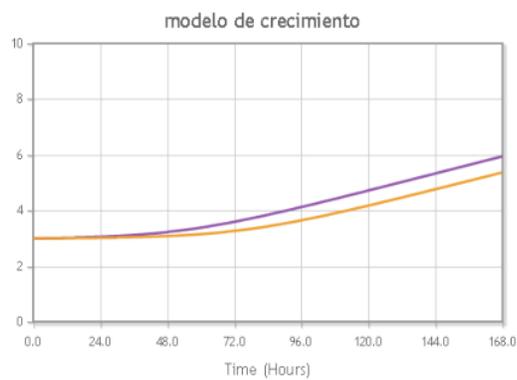


Figura 7. Curva de crecimiento *E. coli* y *S. aureus* (día 7) T1.

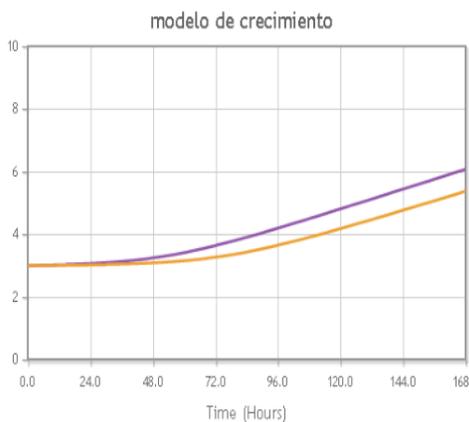


Figura 8. Curva de crecimiento *E. coli* y *S. aureus* (día 7) T2.

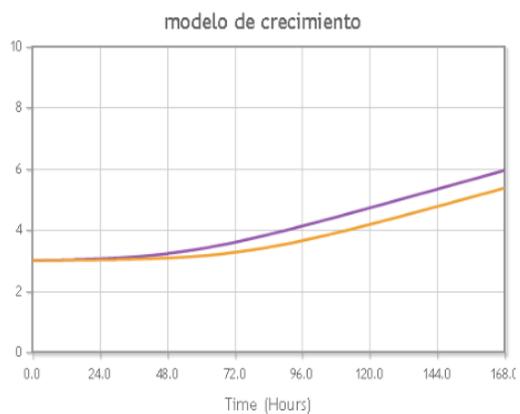


Figura 9. Curva de crecimiento *E. coli* y *S. aureus* (día 7) T3.

ELABORACIÓN DE SALCHICHA MIXTA DE POLLO Y CARNE PORCINA EMPLEANDO PAPAÍNA COMO TRATAMIENTO ANTIMICROBIANO

Cómo se observa en las Figuras 6,7,8,9. Los resultados de las predicciones simultáneas expresados en el día 7, se evidenció un crecimiento microbiológico como se muestra en las figuras. La cinemática de crecimiento de la bacteria *E. coli* y *S. aureus*, se tomaron datos para realizar la curva de crecimiento.

Tabla 7. Datos obtenidos del día 7, tasa máxima de crecimiento de *E. coli* y *S. aureus* (log. conc/h)

| Tratamientos | M.O | Temp (°C) | Ph | Aw | tiempo (h) | Conc (Log10 células/g) |
|--------------|------------------|-----------|------|------|------------|------------------------|
| T0 | <i>E. coli</i> | 10 | 6.42 | 0.99 | 168 | 6.07 |
| | <i>S. aureus</i> | 10 | 6.42 | 0.99 | 168 | 5.37 |
| T1 | <i>E. coli</i> | 10 | 6.24 | 0.99 | 168 | 5.94 |
| | <i>S. aureus</i> | 10 | 6.24 | 0.99 | 168 | 5.37 |
| T2 | <i>E. coli</i> | 10 | 6.12 | 0.99 | 168 | 5.84 |
| | <i>S. aureus</i> | 10 | 6.12 | 0.99 | 168 | 5.32 |
| T3 | <i>E. coli</i> | 10 | 6.2 | 0.99 | 168 | 5.94 |
| | <i>S. aureus</i> | 10 | 6.2 | 0.99 | 168 | 5.37 |

Como se observa en la Tabla 7 la curva de crecimiento, los datos obtenidos para realizar la curva se obtuvieron experimentalmente y fueron comparados a través del programa informático Combase Predictor, arrojaron resultados de bacterias de *E. coli* y *E. aureus* con una concentración mayor a 6 (Log10 células/g) en los 4 tratamientos en un lapso de 168 horas.

Predicción de *E coli* y *S. aureus* (día 14)

A continuación, se presenta la curva de predicción del crecimiento *E. coli* y *S. aureus* correspondiente al día 14

ELABORACIÓN DE SALCHICHA MIXTA DE POLLO Y CARNE PORCINA EMPLEANDO PAPAÍÑA COMO TRATAMIENTO ANTIMICROBIANO



Figura 10. Curva de crecimiento *E. coli* y *S. aureus* (día 14) T0.

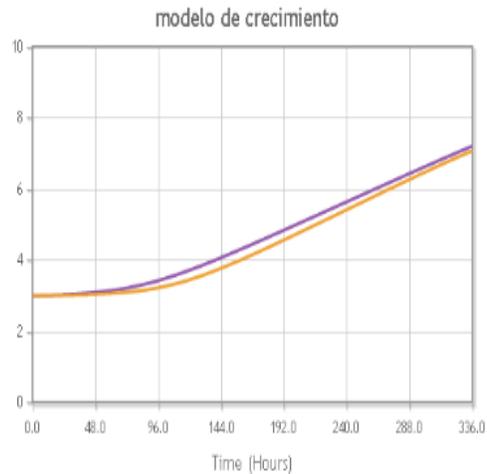


Figura 11. Curva de crecimiento *E. coli* y *S. aureus* (día 14) T1.

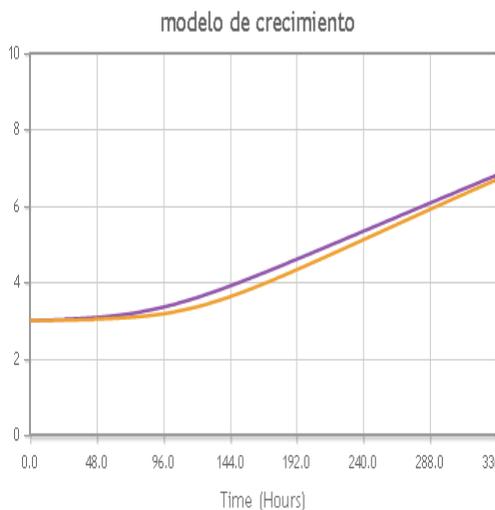


Figura 12. Curva de crecimiento *E. coli* y *S. aureus* (día 14) T2.

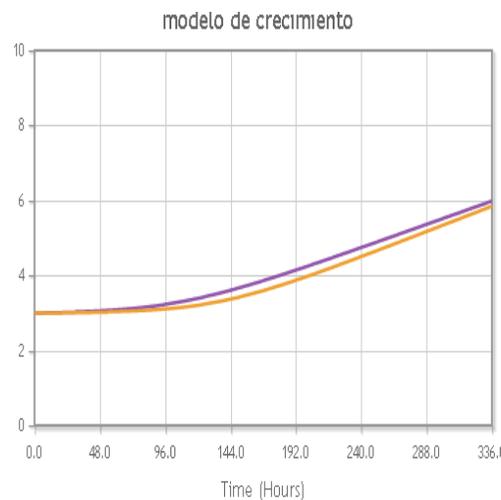


Figura 13. Curva de crecimiento *E. coli* y *S. aureus* (día 14) T3.

Observamos en las figuras 10,11,12,13. Los resultados de las predicciones simultáneas, se evidenció un crecimiento microbiológico como se muestra en las figuras. La cinemática de crecimiento de las bacterias *E. coli* y *S. aureus*, se tomaron los datos para realizar la curva de crecimiento.

En la Tabla 8 la curva de crecimiento se realizó con los datos obtenidos experimentalmente y fueron comparados a través del programa informático Combase Predictor, arrojaron resultados de concentración de *E. coli*, máxima de 7.2 (Log10 células/g) correspondiente al T1 y mínima de 5.98 (Log10 células/g) correspondiente al T3. En la Concentración de *S. aureus* con un máximo de

ELABORACIÓN DE SALCHICHA MIXTA DE POLLO Y CARNE PORCINA EMPLEANDO PAPAÍÑA COMO TRATAMIENTO ANTIMICROBIANO

7.07 (Log10 células/g) correspondientes al T1 y mínimas de 5.84 correspondientes al T3 en un lapso de 336 horas.

Tabla 8. Datos obtenidos el día 14, tasa máxima de crecimiento de *E. coli* y *S. aureus* (log. conc/h).

| Tratamientos | M.O | Temp (°C) | Ph | Aw | tiempo (h) | Conc (Log10 células/g) |
|--------------|------------------|-----------|------|------|------------|------------------------|
| T0 | <i>E. coli</i> | 10 | 6.01 | 0.99 | 336 | 6.8 |
| | <i>S. aureus</i> | 10 | 6.01 | 0.99 | 336 | 6.68 |
| T1 | <i>E. coli</i> | 10 | 5.96 | 0.99 | 336 | 7.2 |
| | <i>S. aureus</i> | 10 | 5.96 | 0.99 | 336 | 7.07 |
| T2 | <i>E. coli</i> | 10 | 5.19 | 0.99 | 336 | 6.8 |
| | <i>S. aureus</i> | 10 | 5.19 | 0.99 | 336 | 6.68 |
| T3 | <i>E. coli</i> | 10 | 6.29 | 0.99 | 336 | 5.98 |
| | <i>S. aureus</i> | 10 | 6,29 | 0.99 | 336 | 5.84 |

Predicción de *E. coli* y *S. aureus* (día 30).

A continuación, se presenta la curva de predicción del crecimiento *E. coli* y *S. aureus* correspondiente al día 30.



Figura 14. Curva de crecimiento *E. coli* y *S. aureus* (día 30) T0

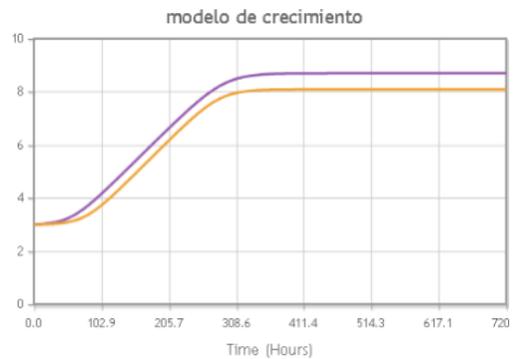


Figura 15. Curva de crecimiento *E. coli* y *S. aureus* (día 30) T1

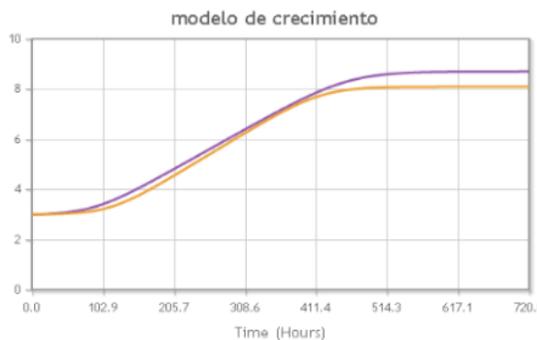


Figura 16. Curva de crecimiento *E. coli* y *S. aureus* (día 30) T2



Figura 17. Curva de crecimiento *E. coli* y *S. aureus* (día 30) T3

ELABORACIÓN DE SALCHICHA MIXTA DE POLLO Y CARNE PORCINA EMPLEANDO PAPAÍNA COMO TRATAMIENTO ANTIMICROBIANO

Tabla 9. Datos obtenidos el día 30, tasa máxima de crecimiento de *E. coli* y *S. aureus* (log. conc/h).

| Tratamientos | M.O | Temp (°C) | Ph | Aw | tiempo (h) | Conc (Log10 células/g) |
|--------------|------------------|-----------|------|------|------------|------------------------|
| T0 | <i>E. coli</i> | 10 | 5.18 | 0.99 | 720 | 8.7 |
| | <i>S. aureus</i> | 10 | 5.18 | 0.99 | 720 | 8.09 |
| T1 | <i>E. coli</i> | 10 | 5.32 | 0.99 | 720 | 8.07 |
| | <i>S. aureus</i> | 10 | 5.32 | 0.99 | 720 | 8.09 |
| T2 | <i>E. coli</i> | 10 | 5.19 | 0.99 | 720 | 8.7 |
| | <i>S. aureus</i> | 10 | 5.19 | 0.99 | 720 | 8.09 |
| T3 | <i>E. coli</i> | 10 | 5.02 | 0.99 | 720 | 8.7 |
| | <i>S. aureus</i> | 10 | 5.02 | 0.99 | 720 | 8.09 |

Como se observa en la Tabla 9, los datos para realizar la curva se obtuvieron experimentalmente y fueron comparados a través del programa informático Combase Predictor, los resultados obtenidos de las bacterias *E. coli* y *S. aureus*, en un lapso de tiempo de 720 horas (30 días) fueron mayores a 8 (Log10 células/g), en los 4 tratamientos no hubo una alteración de sus valores. Se determinó que con el pasar de los días existe un aumento de la concentración de microorganismo, lo que produce una alteración la curva de crecimiento.

Aerobios mesófilos

En la Tabla 10 encontramos los valores medios de Aerobios mesófilos expresados en logaritmos, en los 4 tratamientos a los días 1,7,14,30 de almacenamiento el cual las muestras contienen un 0, 0.1, 0.2, 0.3% de papaína.

Tabla 10. Valores medios de contenido de aerobios mesófilos expresados en UfC/gr.

| | Día 1 | Día 7 | Día 14 | Día 30 |
|--------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| Tratamientos | 10 ⁻⁴ | 10 ⁻⁵ | 10 ⁻⁷ | 10 ⁻⁸ |
| T0 | 1 ^{ab} | 72 ^c | 28 ^b | 8.05 ^c |
| T1 | 0 ^b | 299 ^b | 3 ^c | 72 ^a |
| T2 | 0.5 ^b | 375 ^a | 28 ^b | 52 ^b |
| T3 | 2 ^a | 429 ^a | 31 ^a | 42.5 ^b |
| E. E | 0,25 | 12,12 | 0.00 | 2,89 |

Medias con diferente letra en cada columna difieren significativamente (P<0,05).

E.E: Error estándar de la media.

Como se observa los datos obtenidos en la Tabla 10 en el transcurso de los días se evidenció la presencia de carga microbiana en las muestras de salchicha en donde el T3 presenta una mayor

ELABORACIÓN DE SALCHICHA MIXTA DE POLLO Y CARNE PORCINA EMPLEANDO PAPAÍNA COMO TRATAMIENTO ANTIMICROBIANO

carga microbiana, a pesar de la adición de papaína en diferentes concentraciones. A diferencia del T0, el cual no contiene papaína, presenta una menor carga microbiana. Se determinó que la papaína no es un complemento efectivo para el control de microorganismos causantes del deterioro en el producto y que las muestras no cumplieron con los requisitos microbiológicos para la producción de productos cárnicos cocidos Norma INEN 1338.

Porcentaje de proteína de los tratamientos

En la Tabla 11 presenta los valores de porcentaje correspondientes a la proteína de la salchicha mixta de pollo y carne porcina donde se evidencia un mayor porcentaje de proteína en el T3, el cual podría ser influido por el contenido de papaína (0.3%) presente en las muestras de las salchichas.

Tabla 11. Porcentaje de proteína.

| Porcentaje de proteína | | | |
|------------------------|--------------|---|---|
| Tratamientos | Resultados | Requisitos | Met/ referencia |
| T0 | 17.23 ± 0.86 | TIPO I: Min: 12 TIPO II: Min: 10 TIPO III: Min: 8 | AOAC 21st 981.10 (ME22-PG20-PO02-7.2 FQ) |
| T 1 | 19.55 ± 0.98 | TIPO I: Min: 12 TIPO II: Min: 10 TIPO III: Min: 8 | AOAC 21st 981.10 (ME22-PG20-PO02-7.2 FQ) |
| T 2 | 19.43 ± 0.97 | TIPO I: Min: 12 TIPO II: Min: 10 TIPO III: Min: 8 | AOAC 21st 981.10 (ME22-PG20-PO02-7.2 FQ) |
| T 3 | 20.18 ± 1.01 | TIPO I: Min: 12 TIPO II: Min: 10 TIPO III: Min: 8 | AOAC 21st 981.10 (ME22-PG20-PO02-7.2 FQ) |

En los resultados obtenidos, muestra los niveles de proteína cumplen con las con los requisitos establecidos según los requisitos bromatológicos para la producción de productos cárnicos cocidos Norma INEN 1338. En donde señala que el producto debe tener un mínimo de 12 % de proteína.

DISCUSIÓN

En el estudio sobre la elaboración de un embutido de pollo y carne porcina, se empleó papaína en concentraciones de 0%, 0.1%, 0.2% y 0.3% como tratamiento antimicrobiano. Actualmente, debido al uso de aditivos como nitritos y nitratos en productos cárnicos, se han desarrollado nuevas alternativas en su formulación. Proaño y otros colaboradores elaboraron una salchicha de

ELABORACIÓN DE SALCHICHA MIXTA DE POLLO Y CARNE PORCINA EMPLEANDO PAPAÍNA COMO TRATAMIENTO ANTIMICROBIANO

pollo tipo Frankfurt, evaluando el efecto de antimicrobianos en concentraciones de 5000 ppm de ácido ascórbico, 500 ppm de aceite esencial de romero y 1000 ppm de vitamina E. Estos tratamientos demostraron resultados positivos al controlar el crecimiento de aerobios mesófilos, con valores inferiores a los límites establecidos por las normativas (13).

Es por esta razón que la adición de otros compuestos antimicrobianos en la formulación original para la elaboración de salchichas puede ser efectiva en el control de los microorganismos causantes del deterioro del producto.

A diferencia de los resultados obtenidos en el presente proyecto determinaron que la papaína en diferentes concentraciones no presentó un efecto antimicrobiano. Según lo establecido por (14), la papaína es una enzima que además de favorecer la digestión, también contiene propiedades antibacterianas y antifúngicas en donde la papaína presenta una mejor efectividad en el campo de la odontología como un removedor de caries dental. Es por esta razón que la papaína no obtuvo resultados positivos en sus propiedades antimicrobianas como un conservante alimentario, siendo eficaz en la industria alimentaria como un ablandador de carnes y en odontología durante el proceso de remoción de la carie dental.

En un estudio se evaluó el comportamiento de *Listeria monocytogenes* en frutas y verduras intactas, los productos investigados pertenecen a las principales familias de productos básicos (mora, frambuesa y arándano), Ericaceae (mora, frambuesa y arándano), Rutaceae (limón y mandarina), Roseaceae (cereza dulce), Solanaceae (tomate), Brassaceae (coliflor y brócoli) y Apiaceae (zanahoria). Las predicciones del modelo ComBase para *L. monocytogenes* mostraron un aumento de las tasas de crecimiento microbiológicos, ComBase Predictor modeló de forma conservadora el crecimiento de *L. monocytogenes*.

Esta investigación ayudará a comprender los riesgos de brotes de enfermedades transmitidas por los alimentos y las retiradas de productos asociados a *Listeria monocytogenes* en productos frescos enteros. Esto tiene similitud con lo establecido en la presente investigación en el cual se midió los parámetros de pH, temperatura y a_w del producto en un periodo de tiempo de 1,7,14 y 30 días, los resultados obtenidos evidenciaron un aumento de la concentración de microorganismos, lo que produce una alteración de la curva de crecimiento con el pasar de los días (15).

Montoya en su estudio de elaboración de una salchicha mixta utilizando como principales ingredientes carne de chame y carne de res, donde estableció tres relaciones de carne, chame y res (p/p:kg/kg):10:60, 20:50, 30:40 y 0:70, que correspondieron a los tratamientos (A1, A2, A3) y testigo, respectivamente. En los análisis de detección de proteína arrojaron resultados donde la proteína tuvo diferencias significativas ($p < 0.01$), varió de 15.90 % a 16.30 %, para la tercera y primera formulación respectivamente, al testigo corresponde el 16.22 %, reflejando que cumplen los requerimientos de la norma INEN 1338:96, donde se considera un mínimo de 12 % proteína, por tratarse de una salchicha escaldada. De acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación, se registraron valores de 17.23 ± 0.86 para T0, 19.55 ± 0.98 para T1, 19.43 ± 0.97 para T2 y 20.18 ± 1.01 para T3. Estos resultados indican que las salchichas cumplieron con todos

los requisitos bromatológicos establecidos por la norma NTE INEN 1338:2012. Este cumplimiento puede atribuirse al alto contenido de proteínas presente en las carnes utilizadas (16).

CONCLUSIONES

La incorporación de papaína en concentraciones de 0.1%, 0.2% y 0.3% en la formulación de salchichas mixtas de pollo y carne porcina no mostró un efecto significativo en la reducción de la carga microbiana. De hecho, el tratamiento testigo (T0), sin papaína, presentó una menor carga microbiana, evidenciando que la papaína no es un sustituto viable para los aditivos tradicionales utilizados en la conservación de embutidos.

El análisis microbiológico, respaldado por el modelo Combase Predictor, mostró que el crecimiento de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* aumentó con el tiempo bajo condiciones favorables de pH, temperatura y actividad de agua (*a_w*), alcanzando concentraciones máximas de 8 UFC/g en 720 horas. Estos resultados destacan la necesidad de medidas más efectivas para controlar estos microorganismos durante el almacenamiento.

Los análisis bromatológicos confirmaron que las formulaciones de salchichas, incluidas las tratadas con papaína, cumplen con los requisitos de la norma NTE INEN 1338:2012 al superar el contenido mínimo de proteína (12%). Los porcentajes de proteína total oscilaron entre 17.23 ± 0.86 en el tratamiento testigo (T0) y 20.18 ± 1.01 en el tratamiento con 0.3% de papaína (T3), reflejando un aporte proteico adecuado en todas las formulaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Magán A. Evaluación de las nuevas tecnologías en el desarrollo de productos cárnicos saludables. E.T.S. de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas (UPM), Madrid; 2019. Disponible en: <https://oa.upm.es/56983/>
2. Gonzalez L. Variación de pH y presencia de microorganismos en la carne de vacuno comercializada en los mercados de la ciudad Pucallpa. Universidad Alas Peruanas, Ucayali-Perú; 2018. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12990/7213>
3. Ranucci D. La mezcla de extractos afecta la tasa de crecimiento de microorganismos de deterioro en salchichas cocidas envasadas al vacío hechas de carne de cerdo, trigo emmer. *Alimentos*. 2019;8(12):664.
4. Organización Mundial de la Salud (OMS). Organización Mundial de la Salud. 2018. Disponible en: <https://www.who.int/es/>
5. Choi J, Chin K. Evaluation of physicochemical and textural properties of chicken breast sausages containing various combinations of salt and sodium tripolyphosphate. *J Anim Sci Technol*. 2020;62(4):577-586.
6. Karwowska M. Estrategias para mejorar el valor nutricional de los productos cárnicos: incorporación de compuestos bioactivos, reducción o eliminación de componentes nocivos y tecnologías alternativas. *Rev Int Cienc Tecnol Alim*. 2021;56(12):6142-6156.

7. Murillo J. Uso de papaína y bromelina y su efecto en las características organolépticas y bromatológicas de chuletas de cerdo ahumadas. RECUS. Rev Electr Coop Univ Soc. 2019;38-42.
8. Guamán B. Determinación de la acción antifúngica y antibacteriana del aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare*), según la zona de procedencia. Universidad Central del Ecuador, Quito; 2020.
9. Batpho K. Actividad antimicrobiana de la tripa de colágeno impregnada con nisina frente a microorganismos alimentarios asociados a embutidos listos para el consumo. Control de Alimentos. 2017;1342-1352.
10. Salim R. Aplicaciones de las enzimas en el procesamiento de alimentos. Rev Farmacogn Fitoquim. 2017;2238-2240.
11. Nieto N. Investigación exploratoria: tipos, metodología y ejemplos. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/250080756.pdf>
12. Proaño J, Urresta P, Racines M. Efecto antimicrobiano de la vitamina C, vitamina E y aceite esencial de romero (*Rosmarinus officinalis*) en salchichas de pollo tipo Frankfurt. Ind Data. 2017;20(2):27-36.
13. Hernández R. Metodología de la investigación. 4ª ed. México: McGraw-Hill Interamericana; 2018. p. 310-386.
14. Fong A. Eficacia de la papaína en la remoción de dentina cariada. Universidad Santiago de Cali, Cali-Colombia; 2020. Disponible en: <http://repository.usc.edu.co/handle/20.500.12421/4935>
15. Girbal M. Los modelos ComBase son válidos para predecir el destino de *Listeria monocytogenes* en 10 frutas y verduras crudas enteras e intactas. Rev Prot Aliment. 2021;84(4):597-610.
16. Montoya C. Análisis de rendimiento, sensorial y proximal de filetes de *Dormitator latifrons* preparados con diferentes métodos de cocción. Agro Productividad. 2021.

EL CLIMA LABORAL Y LA GESTIÓN ESTRATÉGICA EN EL DEPARTAMENTO DE TALENTO HUMANO DE UN HOSPITAL DE SEGUNDO NIVEL

THE WORK CLIMATE AND STRATEGIC MANAGEMENT IN THE HUMAN TALENT DEPARTMENT OF A SECOND LEVEL HOSPITAL

Priscila Yépez¹, Katherine Guerrero²

{priscila.yepetz@unach.edu.ec¹, geovanna.guerrero@unach.edu.ec²}

Fecha de recepción: 20/12/2024

/ Fecha de aceptación: 03/01/2025

/ Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: La investigación tiene como propósito evaluar la gestión del talento humano en un hospital de segundo nivel. Se identificó que la falta de una gestión estratégica efectiva, la deficiente comunicación interna y la ausencia de políticas claras de talento humano afectaban el desempeño de la organización y la satisfacción de los empleados. El principal problema radica en la incapacidad de la empresa para aprovechar al máximo su capital humano, debido a la falta de un enfoque estratégico en la gestión del talento humano, lo que genera un ambiente laboral poco motivador, una comunicación ineficiente y, en consecuencia, un impacto negativo en la organización. A través de un enfoque cuantitativo, se aplicó una encuesta como instrumento de recolección de datos, y la población de estudio estuvo conformada por todos los empleados de la empresa, para posteriormente analizar los datos mediante estadística descriptiva. La investigación evidenció la necesidad urgente de implementar una gestión estratégica del talento humano en la empresa. Los principales problemas identificados fueron la falta de comunicación efectiva, la ausencia de políticas claras y un ambiente laboral poco motivador por lo que se recomienda desarrollar una estrategia de comunicación interna más efectiva, implementar un sistema de gestión del desempeño basado en objetivos, fomentar el trabajo en equipo y la colaboración entre los empleados, ofrecer programas de capacitación y desarrollo para mejorar las competencias del personal y realizar evaluaciones periódicas del clima laboral y tomar medidas correctivas.

Palabras clave: *Gestión estratégica, ámbito laboral, talento humano, gestión de talento humano, economía social y solidaria*

ABSTRACT: The purpose of the research is to evaluate the management of human talent in a second level hospital. The lack of effective strategic management, poor internal communication and the absence of clear human talent policies were identified as

¹Maestrante de la Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0000-1017-7369>.

²Posgrado, Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador, <https://orcid.org/0000-0003-2278-8954>.

affecting organizational performance and employee satisfaction. The main problem lies in the company's inability to make the most of its human capital, due to the lack of a strategic approach in the management of human talent, which generates an unmotivating work environment, inefficient communication and, consequently, a negative impact on the organization. Through a quantitative approach, a survey was applied as a data collection instrument, and the study population was made up of all the company's employees, to subsequently analyze the data using descriptive statistics. The research showed the urgent need to implement strategic management of human talent in the company. The main problems identified were the lack of effective communication, the absence of clear policies and a poorly motivating work environment, which is why it is recommended to develop a more effective internal communication strategy, implement a performance management system based on objectives, encourage work team building and collaboration among employees, offer training and development programs to improve staff competencies and conduct periodic evaluations of the work environment and take corrective measures.

Keywords: *Strategic management, work environment, human talent, human talent management, social and solidarity economy*

INTRODUCCIÓN

Un hospital privado de segundo nivel es una organización o institución dedicada a la producción o prestación de bienes o servicios con fines lucrativos. Se trata de una unidad económica que utiliza recursos humanos, materiales y financieros para ofrecer algo que la gente necesita o desea, a cambio de obtener un beneficio. Por esta razón, es fundamental identificar los defectos en el sistema relacionados con el talento humano. De esta manera, se puede brindar un servicio de calidad que cumpla con las expectativas del mercado, favoreciendo el desarrollo de estas instituciones. (1).

De igual manera se los considera como motores de la economía (2)(3), ya que generan empleo, riqueza e innovación, y contribuyen al desarrollo social. Este estudio se centra en una PyME ecuatoriana del sector de la salud con el objetivo de diagnosticar el estado actual creando una línea base para posteriormente evaluar el impacto de la implementación de un sistema de gestión de la calidad en la productividad y satisfacción de los empleados (4).

Al analizar una empresa a nivel local, se busca comprender cómo los factores internos y externos influyen en su desempeño y contribuir al conocimiento sobre las mejores prácticas de gestión en el contexto ecuatoriano.

Menciona que los funcionarios a menudo manipulan los deberes y obligaciones de cada uno de los colaboradores y directivos, es por ello que el conocimiento es insuficiente y el intercambio de conocimientos no es fácil por la falta de compromiso dentro de la organización, esto ocasiona que no se cumpla con los objetivos planteados en cada periodo, sin embargo el propósito de movilizar tales talentos es capturarlos, analizarlos y difundirlos

de una manera que sea útil para la organización, y en base a ello cumplir con los parámetros que permita cubrir una necesidad existente dentro del mercado financiero (6).

De esta manera se determina que los ejecutivos de la empresa diseñan o estructuran estrategias competitivas de gestión (7), lo cual ha ocasionado que las perspectivas de sus clientes no hayan sido satisfechas, esto se ve reflejado en su nivel de crecimiento económico financiero, como en su cartera de clientes (8).

Bajo esta perspectiva se define que la recolección de la información, fue basada por encuestas destinadas a cada uno de los colaboradores y directivos, ya que esta técnica permite tener herramientas de relación de comunicación bidireccional con los miembros de la empresa, los cuales proporcionaron tiempo, disponibilidad y compromiso como se refleja en una de las preguntas del cuestionario planteado. El sistema de gestión de calidad estipula muchos procesos los cuales no se han implementado dentro de la empresa y por otro lado existen procesos manipulados para un manejo de las autoridades.

Por lo tanto, los activos intangibles como los recursos humanos deben transferirse de forma estratégica para fortalecer la organización y su desarrollo. Además, se puede corroborar el interés de mantener un contacto con la implementación de las estrategias y del desarrollo del talento humano de la empresa, para su cumplimiento se debe llevar un control mediante el análisis de los indicadores de manera semestral, y de esta manera garantizar la eficacia para cumplir con las metas propuestas.

Cualquier organización cuando se encuentra en proceso de posicionamiento dentro de un mercado que, en la actualidad altamente competitivo, es importante que se plantee o se maneje una gestión estratégica (9), la cual se le denomina como; un proceso que se relaciona con la identificación y descripción de estrategias que definen los administradores o gerentes organizacionales, a fin de poder lograr los objetivos propuestos y, de esta manera mejorar rendimiento y obtener una ventaja competitiva de la organización, en otras palabras, podemos decir que son decisiones que se toman en relación a los factores negativos que presentaron una entidad; cuyo fin es poder contrarrestar las debilidades y convertir en fortalezas (10).

Lo antecedente permite definir que es importante desarrollar estrategias vinculadas a las áreas que se encuentran mal manejadas y, en base a ello poder mejorar y cumplir las metas; para lo cual es importante manejar un plan de acción en la que se detalle cada uno de los proyectos que se manejan, así como sus actividades a realizar y el costo que será presupuestado ya sea por los accionistas de la organización, o mediante un crédito financiero a través entidades públicas o privadas.

Una vez definida la problemática, es importante plantear y formular estrategias, la cual se refiere al “proceso de definir una acción que permita cubrir la debilidad existente, y de esta manera cumplir con las metas que requiere la organización para mantenerse dentro de un mercado que en la actualidad es altamente competitivo” (11).

De esta manera se detalla que la definición de estrategias es el paso importante de la gestión estratégica, y en base a ello se podrá lograr una gestión estratégica eficiente, a fin de cumplir con los parámetros que conlleve al desarrollo de la instrucción, siendo el medio para cubrir las necesidades existentes del mercado objetivo. Una estrategia debe manejar características específicas para poder generar un cambio a la problemática encontrada dentro de la institución, mismas que se pueden apreciar en los siguientes ítems (12).

El término recursos humanos se define como “una entidad autónoma con un propósito específico, un conjunto de personas que pueden hacer sus propias reglas” (13). La gestión del talento humano es un área muy sensible a la mentalidad que predomina en las empresas (14), y es factor clave para el desarrollo de este.

Es contingente y situacional, pues depende de aspectos como la cultura de cada organización, la estructura organizacional adoptada, las características del contexto ambiental, el negocio de la organización, la tecnología utilizada, los procesos internos y otra infinidad de variables importantes.” (15) Menciona que la gestión del talento humano es considerada uno de los aspectos más importantes en las organizaciones, y este depende de las actividades y la forma en que desarrollan, tomando en consideración varios aspectos como puede ser características, costumbres, habilidades y aptitudes de cada uno de los miembros que conforman la organización y las actitudes para realizar el trabajo, hace falta un análisis también de habilidades blandas (16) (17).

El entorno de trabajo se refiere al espacio donde las personas realizan (18) diversas tareas. Por esta razón, es fundamental destacar la importancia de contar con un buen ambiente laboral. El clima laboral abarca todos los aspectos que influyen en las actividades internas, como las oficinas y fábricas. A diario, las organizaciones implementan medidas preventivas para asegurar un ambiente de trabajo positivo y fomentan este aspecto para que sus empleados se sientan cómodos en el desempeño de sus labores diarias (19)(20).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la ejecución del diagnóstico de la gestión estratégica del ámbito laboral del departamento de talento humano de la empresa, se utilizó un enfoque cuantitativo. Se definió una encuesta como instrumento para estudiar la realidad en su contexto natural, lo que permitió interpretar fenómenos de acuerdo con la percepción de los empleados encuestados. Esta metodología facilitó la recolección de información, lo que permitió investigar, analizar y verificar datos. Además, la herramienta fue validada por expertos del área, quienes confirmaron la fiabilidad del instrumento.

Población y muestra

Para el presente estudio al ser la población pequeña se tomó en cuenta a todo el personal de la empresa, que corresponde a 20 personas.

RESULTADOS

De la investigación de campo en la que se aplicó la encuesta como herramienta, se obtuvo el siguiente análisis descriptivo de los datos:

1. ¿Las políticas en torno al Talento Humano que mantiene la empresa satisfacen sus necesidades como empleadas de la misma?

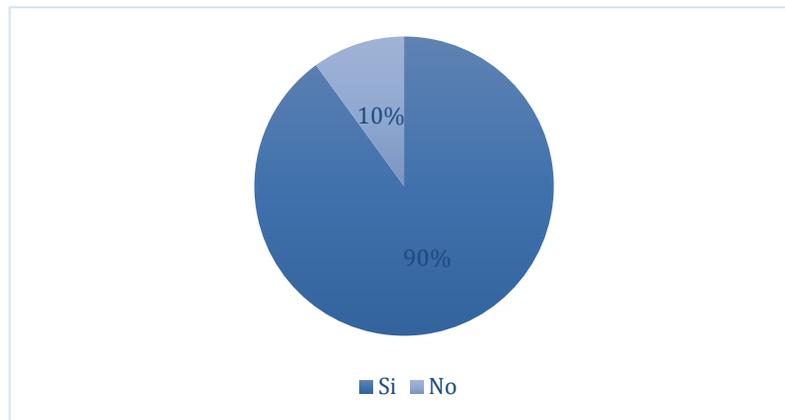


Figura 1. Políticas del talento humano.

El 90% de los colaboradores de la empresa, dicen que las políticas en torno al talento humano no satisfacen sus necesidades como empleado de esta empresa, por lo que los trabajadores no se sienten motivados en participar en las actividades programadas, sin embargo, un 10% da una respuesta positiva, por lo que se valida que el trato no es equitativo.

Es importante recalcar que la empresa no maneja políticas a nivel general, ni las comunica de manera adecuada para su implementación global. Además, no existe una comunicación efectiva entre las áreas de gestión.

Por esta razón, es fundamental crear nuevas políticas que fomenten el trabajo en equipo, lo que permitirá alcanzar un alto nivel de satisfacción al cliente, beneficiando tanto al cliente interno como al externo.

Desde esta perspectiva, es indispensable mejorar los procesos en el departamento de talento humano, ya que esto es clave para el desarrollo del recurso humano. De esta manera, se podrán dar a conocer los servicios de la organización y lograr un posicionamiento y desarrollo en un mercado actual altamente competitivo.

2. ¿Cree usted que la aplicación de un modelo de gestión estratégica para mejorar el ámbito laboral en la organización le permitirá tener un mejor ambiente laboral?

◆ EL CLIMA LABORAL Y LA GESTIÓN ESTRATÉGICA EN EL DEPARTAMENTO DE TALENTO HUMANO DE UN HOSPITAL DE SEGUNDO NIVEL



Figura 2. Aplicación de un modelo de gestión.

El 50% de los colaboradores de la empresa, dicen que la aplicación de un modelo de gestión estratégica en la organización les permitirá tener mejores resultados laborales; además los clientes internos están conscientes de la necesidad de un nuevo modelo estratégico en la empresa, para mejorar de una forma integral la gestión de esta, sin embargo, en un mismo porcentaje con el 50% dan a conocer que no.

Bajo esta perspectiva, es indispensable que los ejecutivos de la empresa implementen una herramienta de gestión estratégica para mejorar el ámbito laboral del departamento de talento humano. Esto favorecerá la formulación de nuevas políticas en beneficio del desarrollo empresarial, lo que implica una comunicación adecuada y un trabajo en equipo para cumplir con las metas propuestas en cada área.

Todo esto es fundamental para el desarrollo de la empresa. Por lo tanto, es esencial generar una metodología que cumpla con las expectativas. También es importante desarrollar una propuesta relacionada con la problemática existente para lograr el desarrollo de la empresa, beneficiando tanto al cliente interno como al externo.

3. ¿Considera que el ambiente laboral es el adecuado en la empresa?



Figura 3. Ámbito laboral.

Los resultados nos indica que el 75% de los colaboradores de la empresa, consideran que no existe un adecuado ambiente laboral, mientras que un grupo minoritario, cree que si existe un adecuado ambiente laboral.

La falta de un ambiente laboral adecuado en la empresa genera conflictos internos, lo que a su vez impide la prestación de un servicio de calidad y provoca la insatisfacción de los clientes.

Por lo tanto, es fundamental que la organización implemente una gestión estratégica del talento humano que permita alcanzar los objetivos propuestos de manera conjunta, en lugar de hacerlo de forma individual o solo para un grupo específico. Es crucial fomentar una adecuada comunicación para cumplir con los objetivos empresariales, beneficiando tanto a los clientes internos como externos.

4. ¿Conoce de alguna estrategia que este aplicando la empresa para que usted se sienta conforme en su puesto de trabajo?

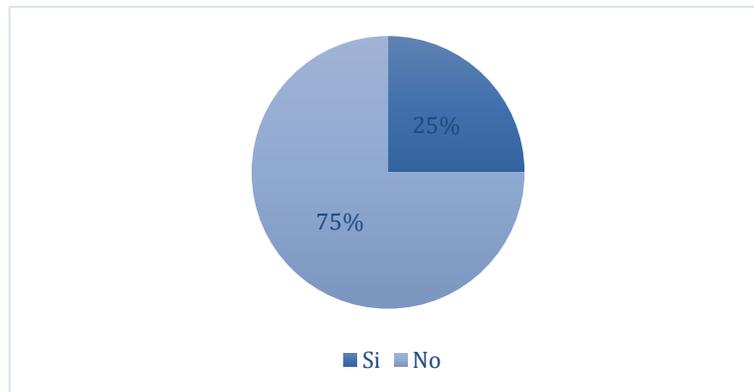


Figura 4. Estrategias que se aplican.

El 75% de los colaboradores de la empresa, dicen que no conocen de estrategia alguna que aplique la empresa para sentirse conforme en el puesto de trabajo, mientras que la contraparte manifiesta lo contrario en un 25%; en tal virtud, la empresa si se encuentra aplicando estrategias para que la gente se sienta bien laborando en ella, y se sientan seguros.

Con estos datos se analiza que la comunicación en la empresa no es adecuada, ya que la mayoría del personal no conoce ninguna estrategia vinculada a su desarrollo o que beneficie su desempeño. La falta de una estrategia orientada a todo el recurso humano impide su implementación; es decir, no existe un apoyo adecuado por parte de las áreas de gestión para manejar una metodología que beneficie a todo el personal. Esto da lugar a favoritismos en ciertas áreas de gestión, lo que ocasiona conflictos internos y dificulta el cumplimiento de la perspectiva macro de la organización, perjudicando así su desarrollo empresarial.

5. ¿Estaría dispuesto a realizar actividades que mejoren el ambiente laboral y la productividad en la empresa?



Figura 5. Actividades que mejoren el ambiente laboral.

El 100% de los colaboradores de la empresa, dicen que sí estarían dispuestos a realizar actividades para mejorar el ambiente laboral y la productividad institucional, por lo que la empresa debería continuar realizando campañas fuertes hacia el cliente interno para que la gente pueda cooperar, indicándoles que la empresa es su segundo hogar.

Al contar con el acuerdo del personal para realizar actividades que mejoren el ambiente laboral y la productividad de la empresa, es fundamental implementar una gestión estratégica enfocada en la mejora del entorno laboral del departamento de talento humano. Dado que el 100% del personal muestra predisposición para participar, será crucial establecer estrategias dirigidas a mejorar los servicios y la comunicación interna. Esto permitirá alcanzar los objetivos empresariales y, lo más importante, convertirnos en una empresa reconocida por la calidad del servicio que brinda, beneficiando tanto al cliente externo como al interno. En esta línea, es esencial presentar una propuesta que contemple objetivos, políticas y acciones para su cumplimiento.

6. ¿Existe una comunicación adecuada entre compañeros de trabajo?



Figura 6. Comunicación adecuada.

Si existe una comunicación adecuada entre los compañeros de trabajo, en la que se pudo conocer que el 60% menciona que no y, tan sólo un 40% menciona que sí, de esta manera

◆ **EL CLIMA LABORAL Y LA GESTIÓN ESTRATÉGICA EN EL DEPARTAMENTO DE TALENTO HUMANO DE UN HOSPITAL DE SEGUNDO NIVEL**

se encontró datos que permite definir que la comunicación no es adecuada, por lo cual existe conflictos internos.

Bajo esta perspectiva, será importante manejar una estrategia para mejorar el ámbito laboral, ya que contar con personal capacitado es fundamental para brindar un servicio que responda a las necesidades del cliente.

Por ello, es esencial fomentar una comunicación adecuada entre los compañeros de trabajo, lo que facilitará la toma de decisiones en caso de que surjan problemas en el nivel de servicio. Todo esto puede afectar negativamente el desempeño de la organización, por lo que es crucial mejorar estos aspectos y generar un equipo de trabajo idóneo para el cumplimiento de las metas de la organización.

7. ¿Como describe usted que es la comunicación en el área en la cual se desempeña?

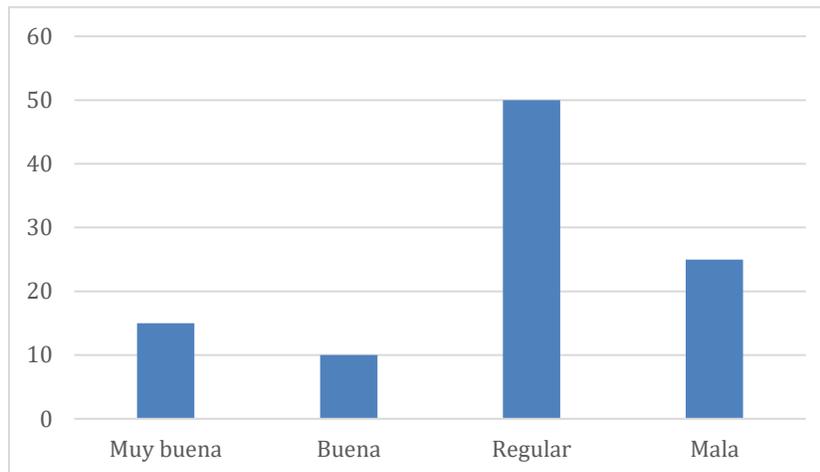


Figura 7. Calidad de la comunicación.

Con el 50% que es regular, seguido con un 25% mencionan qué es mala y en menores porcentajes con el 15% mencionan que es muy buena y, con el 10% que es buena como se aprecia existe un nivel bajo de una comunicación adecuada dentro del área.

Una problemática departamental afectaría los procesos de servicios, por lo que es fundamental implementar una gestión estratégica. Esto mejorará el ámbito laboral y permitirá cumplir con las perspectivas o metas de cada período, lo que a su vez incrementará los niveles de servicio y cubrirá la demanda existente. Además, es importante recalcar que la falta de una comunicación adecuada en un departamento empresarial perjudica el ambiente laboral, lo que resulta primordial para el desarrollo de la empresa.

8. ¿La información que usted recibe por parte de sus subordinados es la adecuada para el desarrollo de sus labores?

◆ EL CLIMA LABORAL Y LA GESTIÓN ESTRATÉGICA EN EL DEPARTAMENTO DE TALENTO HUMANO DE UN HOSPITAL DE SEGUNDO NIVEL

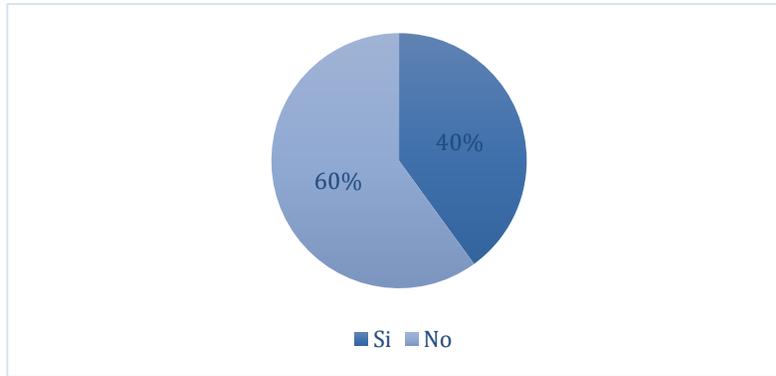


Figura 7. Información adecuada para el desarrollo.

Se pudo conocer como un porcentaje alto del 60% que no, sin embargo, el 40% da conocer que sí, de esta manera se verifica que no se cumple a cabalidad con los procesos.

Estos datos indican que no hay una comunicación adecuada entre las áreas, lo que influye en los conflictos internos y genera un ambiente laboral deficiente que perjudica los niveles de servicio. Desde esta perspectiva, es importante implementar una gestión estratégica para mejorar esta situación y, así, optimizar los parámetros de desarrollo de la organización. Esto permitirá ofrecer un mejor servicio tanto al cliente interno como al externo, siendo fundamental para un manejo empresarial eficiente.

9. ¿Se coordina las acciones para mejorar los procesos en el área de talento humano?

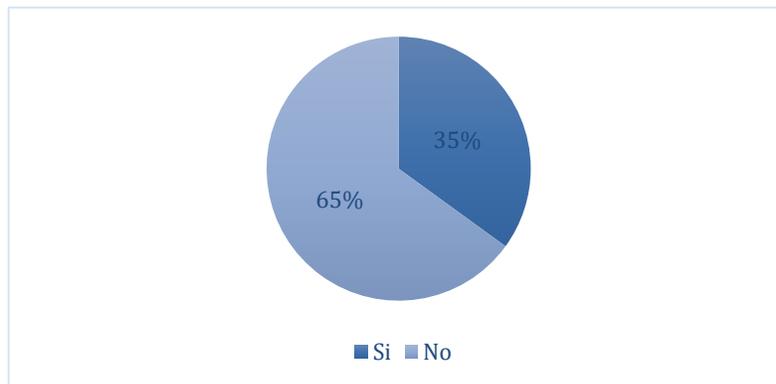


Figura 8. Se coordina las acciones para mejorar los procesos.

El 65% que no coordina ninguna mejora en los procesos, sin embargo, un 35% reconoce que sí, bajo esta perspectiva se puede definir que no existe un manejo adecuado en los procesos, por lo que no se cumple con los objetivos propuestos por el área.

Es importante que al desarrollar una estrategia se vincule con la mejora del talento humano, lo cual es fundamental para el desarrollo empresarial. Por ello, es significativo tomar decisiones adecuadas que permitan que el servicio de la empresa sea eficiente, mejorando los niveles de atención y, de esta manera, lograr un desarrollo organizacional.

10. ¿Cree usted que se realiza un desempeño en equipo dentro del área de talento humano de la empresa?



Figura 9. Cree usted que se realiza un desempeño en equipo.

Se muestra que un alto porcentaje con el 90% por ciento, no dan a conocer el desarrollo en equipo que no mientras tanto, un 10% da a conocer que sí.

Como se puede apreciar, este aspecto es negativo para el desarrollo organizacional, ya que existe un alto porcentaje de inconformidad con el compañerismo en la empresa. Por lo tanto, será primordial generar estrategias vinculadas a esta problemática, con el fin de convertirlas en oportunidades o fortalezas que beneficien el cumplimiento de los objetivos empresariales. De esta manera, se logrará un servicio eficiente tanto para el cliente interno como externo.

11. ¿Usted está predispuesto/a a colaborar en los cambios empresariales que necesita emplear la empresa para mejorar el ámbito laboral del departamento de talento humano?



Figura 10. Usted está predispuesto/a colaborar en los cambios empresariales.

El 100% de los empleados está comprometido con el desarrollo de la empresa. Desde esta perspectiva, es indispensable implementar estrategias para mejorar la comunicación interna, lo que permitirá alcanzar las metas y cumplir con las expectativas del mercado objetivo. Además, es esencial promover el desarrollo de la empresa, beneficiando a la población más necesitada del cantón Colta al otorgar créditos para sus procesos productivos y, de esta manera, contribuir al desarrollo socioeconómico de dicha comunidad.

DISCUSIÓN

De acuerdo al autor (5), da conocer que la “gestión estratégica es un proceso que se relaciona con la identificación y descripción de estrategias que definen los administradores o gerentes organizacionales, a fin de poder lograr los objetivos propuestos y, de esta manera mejorar rendimiento y obtener una ventaja competitiva de la organización, en otras palabras, podemos decir que son decisiones que se toman en relación a los factores negativos que presentaron una entidad; cuyo fin es poder contrarrestar las debilidades y convertir en fortalezas (5), esta definición presenta concordancia con la pregunta N° 2 de la encuesta que está relacionado que si ¿Cree usted que la aplicación de un modelo de gestión estratégica para mejorar el ámbito laboral en la organización le permitirá tener un mejor ambiente laboral en la organización” de esta manera se puede conocer con el 50% de los colaboradores de la empresa, dicen que la aplicación de un modelo de gestión estratégica en la organización, les permitirá tener mejores resultados laborales; además los clientes internos están conscientes de la necesidad de un nuevo modelo estratégico en la empresa, para mejorar de una forma integral la gestión de la misma.

De esta manera es trascendental que empresa implemente la herramienta de gestión estratégica, para mejorar el ámbito laboral del departamento del talento humano, esto favorecerá para que se plantean nuevas políticas en beneficio del desarrollo empresarial; es decir que existe una comunicación adecuada, que exista trabajo en equipo para en base a ello cumplir con las metas propuestas en cada una de las áreas.

De igual manera se habla de la gestión de talento humano que de acuerdo los autores (13)(14), da conocer que el termino de recursos humanos se define como una entidad autónoma con un propósito específico, un conjunto de personas que pueden hacer sus propias reglas, por lo que es importante resaltar que la importancia de que una persona trabaje en un buen ambiente.

El clima laboral comprende todos los aspectos que afectan a las actividades internas como oficinas, fábricas. Todos los días, las organizaciones toman medidas preventivas para garantizar un buen ambiente de trabajo y promueven esto para que sus empleados se sientan cómodos haciendo su labor diaria, por lo que se analiza con la pregunta N° 9 de la encuesta que hace referencia, que si se coordina las acciones para mejorar los procesos en el área de talento humano, de esta manera se pudo conocer que el 65% del personal mencionan que no se coordina ninguna mejora en los procesos, por lo que será importante que se plantee una estrategia que esté vinculado a la mejora del talento humano, siendo

importante para el desarrollo empresarial, por lo cual es significativo que se genere o se tomen las decisiones adecuadas, todo ello permitirá que el servicio de la empresa sea eficiente mejorando los niveles de servicio y, de esta manera poder competir dentro de un sector financiero que en la actualidad es altamente competitivo.

CONCLUSIONES

La gestión estratégica es un proceso de evaluación sistemática de la empresa, a través de la cual se definen objetivos y se identifican metas, por lo que será importante que la empresa implemente una gestión estratégica a fin de poder cumplir con las expectativas empresariales alcanzando valores y políticas que son esenciales para que exista una comunicación idónea entre los compañeros de labores, es decir que se maneje equipos de trabajo a fin de poder cumplir con los parámetros institucionales y, mejoren el servicio beneficiando al desarrollo de la misma, dentro de un sector cooperativo financiero que en la actualidad es altamente competitivo.

Se identifico dentro de la investigación de campo la problemática que el 60% de los trabajadores de la empresa dan a conocer que la información que reciben por parte de sus subordinados no es la adecuada para el desarrollo de sus labores dato que permite definir que no existe una comunicación adecuada entre las áreas, por lo cual influye en conflictos internos ocasionando un ambiente laboral pésimo.

No se coordina las acciones para mejorar los procesos en el área de talento humano esto porque el 65% de los empleados encuestados que laboran en la empresa, por lo que será importante que al realizar o desarrollar una estrategia esté vinculado a la mejora del talento humano, siendo importante para el desarrollo empresarial, por lo cual es significativo que se genere o se toman las decisiones adecuadas, a fin de poder cumplir con las perspectivas anuales que presenta la institución.

De igual manera se pudo identificar que 90% del personal encuestado menciona que no se realiza un desempeño en equipo dentro del área de talento humano de la empresa, por lo que se puede apreciar que este aspecto es negativo para el desarrollo organizacional pues existe un alto porcentaje de inconformidad por el compañerismo en la empresa, de esta manera será primordial que se genere estrategias vinculadas a este a esta problemática, a fin de poder convertirlas en oportunidades o fortalezas

Se define que para la existencia de una gestión estratégica que favorezca a la mejora del ámbito laboral, es importante que exista una comunicación adecuada entre las áreas de gestión, por lo cual es significativo que coexista un trato idóneo entre el empleado y su subordinado a fin que las dos partes puedan implementar estrategias vinculadas a la mejora de los niveles de servicio, todo ello favorecerá para que existe una gestión estratégica eficiente beneficiando tanto al cliente interno como externo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Superintendencia de Economía Popular y Solidaria . (5 de Junio de 2020). Panoramas de la gestión de trabajo. Obtenido de <https://www.seps.gob.ec/>
2. Rodríguez-Ponce, E. (2009). El rol de las universidades en la sociedad del conocimiento y en la era de la globalización: evidencia desde Chile. *Interciencia*, 34(11), 824-829.
3. Almenaba-Guerrero, Y. F. (2023). Responsabilidad social en las empresas extractoras de aceite de palma en la provincia de Santo Domingo. *Journal of Economic and Social Science Research*, 3(2), 59-72.
4. Villagra, N., López, B., & Monfort, A. (2015). La gestión de intangibles y la marca corporativa:¿ ha cambiado algo en la relación entre las empresas y la sociedad?. *Revista Latina de Comunicación Social*, (70), 793-812.
5. Cifuentes Lara, S. M. (2023). El Comportamiento Organizacional y la Relación con la Inteligencia Emocional, como Elemento Estratégico para el Éxito Laboral.
6. Aguilar Soriano, K. Y., & Cano Ramírez, N. E. (2017). Fuentes de financiamiento para el incremento de la rentabilidad de las Mypes de la provincia de Huancayo.
7. Suarez Gonzales, D. M. (2024). Gestión del talento humano en el desempeño laboral de empresas del sector siderúrgico de Lima Este, 2024.
8. Arellano, H. (2017). La calidad de servicio como ventaja competitiva. *Científica* , 2-6 .
9. Lazzati, S. (2018). *Gestión Estratégica*. Argentina: Granica.
10. Soriano, C. (2015). *Estrategias de crecimiento* . Madrid : Díaz de Santos .
11. Nieto Vasquez, L. G. (2023). *Gestión estratégica para mejorar la productividad en la Cooperativa Agraria Cafetalera Coopagro Ltda*, Jaén, 2022.
12. Soriano, C. (2015). *Estrategias de crecimiento* . Madrid : Díaz de Santos .
13. Ayensa, M. (2018). *Gestión de recursos humanos* . Madrid : Paraninfo .
14. Espinoza, V. S. V., & Chavarría, A. P. (2017). Importancia de la Gestión del Talento Humano como Estrategia para la Atracción y Retención de Docentes en las Organizaciones Educativas del Ecuador. *Podium*, 145-168.
15. Mancheno-Paredes, L., López-Barboto, I., Medrano-García, V., & Tomalá-Chang, C. (2023). Gestión del Talento Humano: Incidencia en el desarrollo organizacional para la Universidad Técnica de Babahoyo. *Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios*, 10(2), 203-215.
16. Chiavenato, I. (2016). *El Talento Humano* . Mexico : Esic .
17. Laines-Alamina, C. I., Silva-Almanza, I. J., & Estrella-Morales, V. (2024). Demanda de trabajadores con habilidades blandas y nivel de empleabilidad de egresados universitarios.(Demand for workers with soft skills and level of employability of university graduates).
18. Lozada, M. A. (2024). Condiciones de trabajo. Salud y seguridad en el trabajo: Aproximaciones, perspectivas y reflexiones.
19. Montalván, C. (2015). *Los recursos humanos* . México : Iberoamericana .

20. Burgos, G. P., Molestina, M. S., & Castro, R. M. (2017). Concepción e importancia del salario emocional en las organizaciones privadas con fines de lucro. Recuperado de: <http://www.eumed.net/libros-gratis/actas/2017/innovacion/2-concepcion-e-importanciadel-salario.pdf>.

METODOLOGÍA BASADA EN LA ARQUITECTURA DE LA INFORMACIÓN Y SU IMPACTO EN LA USABILIDAD DE MULTI-PLATAFORMAS APLICADO EN EL ENTORNO VIRTUAL DE APRENDIZAJE

METHODOLOGY BASED ON INFORMATION ARCHITECTURE AND ITS IMPACT AND ITS IMPACT ON MULTI-PLATFORM USABILITY APPLIED IN THE VIRTUAL LEARNING ENVIRONMENT

Daniela Carolina Caichug Parra¹, José Luis Grandes Analuisa², Pedro Miguel Baño Morocho³
Jaime Rodrigo Bonilla Acán⁴

{danielacaichug@gmail.com¹, jose Luis_grandes95@hotmail.com², pmiguelbano@yahoo.com³, jb_rodri@hotmail.com⁴}

Fecha de recepción: 21/12/2024

/ Fecha de aceptación: 04/12/2025

/ Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: Los contenidos educativos hoy en día se han visto en la necesidad de transformarse para llegar a sus usuarios de manera más directa, actualmente la interfaz debe permitir el acceso a cualquier material desde cualquier dispositivo, siempre y cuando exista la conexión a internet. Este fenómeno dentro del medio digital se ha convertido en una tendencia más global brindando muchas más herramientas y así como también afrontar los desafíos que se presenten en cada actualización. El principal desafío de cada usuario es la interactividad con el servidor y el contenido educativo y hacer que esta experiencia llegue a su fin sin interrupciones cumpliendo con los requerimientos y objetivos. La relación que existe entre la plataforma y los usuarios debe ser eficaz y desempeñarse de una forma cognitiva que haga que el proceso sea satisfactorio. Es por esto por lo que se ve la necesidad de crear una metodología que ayudará a generar ajustes de diseño en dispositivos de acuerdo a las necesidades y características que los usuarios necesiten. Teniendo en cuenta que se presenta una evolución muy marcada la web se ha ido enmarcando en una información más estructurada y atractiva, donde se determine una funcionalidad de producto o servicio específico para un usuario dando un avance de aplicación de interfaz más atractivas que ayuden a la organización y la ubicación del usuario dentro de las plataformas digitales. Esta actividad digital no debe ser difícil, debe generar una tendencia más marcada a algo fácil e innovador que ayude a generar experiencias

¹Investigador independiente, Universidad Internacional de la Rioja – España, <https://orcid.org/0009-0009-8713-3642>; +593987357668.

²Investigador independiente, Universidad Estatal de Milagro, <https://orcid.org/0009-0007-5990-293X>; +593987894887.

³Investigador independiente, Universidad Estatal de Milagro, <https://orcid.org/0009-0006-5133-554X>; +593992576864.

⁴Investigador independiente, Instituto Universitario Misael Acosta Solís, <https://orcid.org/0009-0006-5133-554X>; +593992576864.

únicas al usuario. Esta evolución ha dado camino a una evolución muy marcada, creando multiplataformas que se enfoquen a diferentes proyectos o actividades que hoy en día se requiere. Dentro de nuestro país se ha evidenciado un alto posicionamiento de plataformas virtuales cada vez más usadas para el proceso de enseñanza y aprendizaje dentro de varias universidades, ya que requieren de un proceso más interactivo que ayude a los usuarios que integrar la practica con la teoría.

Palabras clave: Arquitectura de la información, multi-plataformas, entorno virtual, metodología

ABSTRACT: Evidencing the increase of technology where it has drastically changed the way of consuming educational content. Currently any user can access a lot of material from any device as long as they have an internet connection, becoming a phenomenon that in the educational field takes advantage of the total coverage that these tools provide us, as well as facing the challenges that arise in each update. Currently the biggest challenge is to face the fact that users must interact with a service and educational content, going beyond a digital experience. The relationship that exists between the platform and the users must be effective and perform in a cognitive way that makes the process satisfactory. This is why it is necessary to create a methodology that will help to generate design adjustments in devices according to the needs and characteristics that users need. Taking into account that there is a very marked evolution of the web has been framed in a more structured and attractive information, where a specific product or service functionality is determined for a user giving an advance in the application of more attractive interfaces that help the organization and location of the user within the digital platforms. This digital activity should not be difficult, it should generate a more marked tendency to something easy and innovative that helps to generate unique user experiences. This evolution has given way to a very marked evolution, creating multiplatforms that focus on different projects or activities that are required today. Within our country there has been a high positioning of virtual platforms increasingly used for the teaching and learning process within several universities, as they require a more interactive process that helps users to integrate practice with theory.

Keywords: Information architecture, multi-platforms, virtual environment, methodology

INTRODUCCIÓN

Existen múltiples enfoques en el uso de plataformas digitales dentro del ámbito educativo, destacando su accesibilidad desde cualquier dispositivo y para cualquier usuario. En este contexto, la presente investigación busca analizar los modelos de aprendizaje basados en dichas plataformas, con el objetivo de comprender la percepción de los usuarios finales. Para ello, se plantea una evaluación experimental utilizando criterios, métricas y atributos que permitan medir la usabilidad de plataformas multiplataforma, así como la implementación de la técnica de *card sorting* para optimizar la arquitectura de la información.

La recopilación de datos se llevó a cabo en el entorno digital de la Universidad Nacional de Chimborazo, empleando recursos tecnológicos como el Aula Virtual de Moodle Institucional, Zoom Pro, Microsoft Teams y Cisco Webex. Estas herramientas se integraron en el proceso de enseñanza-aprendizaje, ajustándose su diseño a las necesidades y características de los usuarios. A nivel global, la experiencia del usuario ha ganado relevancia en los últimos años, convirtiéndose en un factor clave para empresas que buscan mejorar la interacción con sus interfaces digitales. Según el informe de que publico la plataforma de Zoom en 2020, menciona que durante el período comprendido entre enero y junio de 2020, marcado por la pandemia, muchas empresas adoptaron el teletrabajo o implementaron de distanciamiento social para sus empleados. Aunque no todas las organizaciones lograron adaptarse completamente al trabajo remoto, el 77% de los trabajadores se manifiestan satisfechos y productivos desde sus hogares, según Global Workplace Analytics. Este cambio también mostró una reducción en las violaciones de seguridad cibernética relacionadas con empleados, de acuerdo con un estudio de Verizon, que evidenció una disminución a la mitad entre 2019 y 2020.

En el ámbito tecnológico de América Latina, el avance ha sido significativo. Empresas multinacionales y *startups* han comenzado a incorporar criterios centrados en el usuario. Sin embargo, el uso de metodologías de experiencia de usuario (UX) aún enfrenta limitaciones. Según la Revista de la Asociación de Profesionales de Experiencia de Usuario (1), en Ecuador, el comercio electrónico ha impulsado la inversión en UX con la intención de comprender mejor a los usuarios y ofrecerles experiencias satisfactorias. No obstante, otros sectores aún muestran resistencia a asumir costos adicionales asociados con la UX, optando en su lugar por investigaciones de mercado que, aunque útiles, son insuficientes para entender plenamente las necesidades de la población objetivo.

El sector educativo también ha experimentado transformaciones significativas, adaptándose al entorno digital mediante la adopción de nuevos métodos de aprendizaje y el uso de plataformas virtuales. Estas herramientas han mejorado la conectividad y la usabilidad, permitiendo a los usuarios desenvolverse cómodamente en entornos digitales sin limitaciones de edad o experiencia tecnológica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Según (2) menciona que luego de obtener la recolección de datos se realizan las tareas analíticas en donde se efectúa continuas reflexiones durante la inmersión inicial en el campo sobre los datos recolectados y sus impresiones respecto del ambiente. Además, hacer un análisis detallado de los datos usando diferentes herramientas como la teoría fundamentada, matrices, diagramas, mapas conceptuales, dibujos, esquemas, etcétera.

Este artículo se analiza empleando un método analítico-sintético, dado que combina valores cualitativos y cuantitativos. Este enfoque permite recopilar información fundamentada en métricas que facilitan una comprensión más clara al contrastar diversos datos cuantitativos, lo que resulta en una propuesta de método.

El objetivo de este artículo es desarrollar una metodología que sirva como guía centrada en la usabilidad y la arquitectura orientada al usuario. Esta metodología pone énfasis en la usabilidad de las plataformas digitales, definiendo criterios y métricas específicas que posteriormente puedan ser evaluadas. Como herramienta principal, se utiliza un *briefing* que permitirá medir la metodología propuesta y recopilar la información necesaria para identificar áreas específicas. En estas se evidenciará el proceso de evaluación y pruebas, las cuales serán analizadas en un contexto integral de evaluación. Tal como lo menciona (3) en su informe de investigación, se presenta un esquema compuesto por tres partes principales:

- **Contexto:** Este principio comienza con una descripción detallada del producto que se evaluará, junto con el problema que se busca abordar. Posteriormente, se establecen los objetivos de la investigación, incluyendo las pruebas que se llevarán a cabo. Finalmente, se define el perfil del usuario que utiliza el producto y las tareas principales que realiza.
- **Planeación:** Aquí se asignarán los roles que desempeñará cada miembro del equipo involucrado en la investigación. Además, se establecen plazos para completar la evaluación y se diseña una ruta de aplicación basada en este esquema, incorporando técnicas y otros elementos relevantes.
- **Hallazgos:** En esta etapa se realiza un análisis detallado de los resultados, sintetizando los problemas identificados. También se añaden observaciones y sugerencias, proporcionando alternativas e ideas para posibles mejoras.

| MAPA DE EVALUACIÓN: Nombre de la página / plataforma | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|-------------|--------------------------|-------------|------------------|-------------|-------|-----------|-------|-------|----------------|-------|-------|-----------------|-------|-------|---|
| CONTEXTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p style="text-align: center;">Descripción de página /plataforma</p> <p>Se describe cuál es la intención de la página o plataforma, en que consiste y que necesidad o problema pretende solucionar.</p> | <p style="text-align: center;">Objetivos de investigación</p> <p>Descripción de lo que se espera obtener después de la evaluación, si se pretende validar hipótesis o encontrar problemas de cero.</p> | <p style="text-align: center;">Investigación previa</p> <p>Si se ha realizado una investigación antes, se anota las conclusiones obtenidas como punto de partida.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p style="text-align: center;">Perfil de usuario</p> <p>Es fundamental describir el público objetivo, para ello, aquí se enlistan las características más relevantes de los posibles usuarios.</p> | <p style="text-align: center;">Escenario de uso</p> <p>Descripción general del contexto de uso del producto o aplicación, teniendo en cuenta objetivos del usuario y su contexto.</p> | <p style="text-align: center;">Listado de tareas</p> <p>Listado de tareas que llevaría a cabo el usuario y sobre las cuáles se evaluará.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PLANEACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Factor crítico</p> <p><input type="radio"/> Tiempo</p> <p><input type="radio"/> Presupuesto</p> <p><input type="radio"/> Experiencia</p> | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Equipo</th> <th style="text-align: center;">Interno</th> <th style="text-align: center;">Externo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gestor UX</td> <td style="text-align: center;">_____</td> <td style="text-align: center;">_____</td> </tr> <tr> <td>Evaluador</td> <td style="text-align: center;">_____</td> <td style="text-align: center;">_____</td> </tr> <tr> <td>Lider producto</td> <td style="text-align: center;">_____</td> <td style="text-align: center;">_____</td> </tr> <tr> <td>Apoyo logístico</td> <td style="text-align: center;">_____</td> <td style="text-align: center;">_____</td> </tr> </tbody> </table> | | Equipo | Interno | Externo | Gestor UX | _____ | _____ | Evaluador | _____ | _____ | Lider producto | _____ | _____ | Apoyo logístico | _____ | _____ | <p>Plazo</p> <p>Fecha inicial</p> <p>Fecha fin</p> |
| Equipo | Interno | Externo | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gestor UX | _____ | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Evaluador | _____ | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lider producto | _____ | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Apoyo logístico | _____ | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Ruta de aplicación</p> <p>Se describe la combinación mediante el factor crítico que defina el escenario de aplicación. También se tienen en cuenta insumos, participantes, responsables y entregables.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HALLAZGO | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Extracto UX</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">Problema usabilidad / UX</th> <th style="width: 45%;">Descripción</th> <th style="width: 15%;">Área responsable</th> <th style="width: 15%;">Complejidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 100px;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | | | | Problema usabilidad / UX | Descripción | Área responsable | Complejidad | | | | | | | | | | | |
| Problema usabilidad / UX | Descripción | Área responsable | Complejidad | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Observaciones</p> <div style="border: 1px solid black; height: 80px; width: 100%;"></div> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 1. Mapa de evaluación.

En este proceso se logra el objetivo de implementar el método de *card sorting* para establecer categorías específicas que contribuyan al desarrollo eficiente de la metodología propuesta y la organización de la arquitectura de la información. Para ello, se utilizó el programa Optimal Workshop, diseñado para gestionar un sistema de ordenación de tarjetas mediante la técnica de *card sorting* cerrado.

A los participantes se les proporcionarán instrucciones para agrupar las tarjetas ubicadas a la derecha en las categorías predefinidas, según su criterio. Además, cada vez que un participante accedía al enlace, las tarjetas aparecían en un orden diferente (barajadas), lo que facilitó una mejor coordinación y precisión en la asignación de las tarjetas a las categorías específicas.

| Categoría | Tarjetas | Frecuencia |
|--|---|------------|
| Bloque A: Métodos de organización de la información | Organización (listas, índices) | 18 |
| | Control de tiempo | 17 |
| | Explicativo y breve | 1 |
| | Referencias o enlaces a fuentes de información confiables | 1 |
| | Facilidad de acceso a usuarios | 18 |
| | Personalización de un perfil personal | 1 |
| Bloque B: Operatividad en la navegación | Facilidad de acceso a usuarios | 1 |
| | Facil de leer | 1 |
| | Interfaz atractiva (uso de colores, graficos) | 1 |
| | Movilidad entre páginas comodamente | 19 |
| | Mensajes de error automáticos | 19 |
| | Control y sentido de la comunicación | 1 |
| | Lenguaje sencillo y claro | 17 |
| | Facilidad de navegación | 18 |
| Bloque C: Atractividad de interfaz | Referencias o enlaces a fuentes de información | 1 |
| | Facilidad de navegación | 1 |
| | Organización (listas, índices) | 2 |
| | Lenguaje sencillo y claro | 1 |
| | Control y sentido de la comunicación | 1 |
| | Interfaz atractiva (uso de colores, graficos) | 19 |
| | Mensajes esteticamente agradables | 17 |
| | Su uso te produce molestias físicas | 1 |
| Los textos y figuras facilitan la comprensión | 17 | |
| Movilidad entre páginas comodamente | 1 | |

| Categoría | Tarjetas | Frecuencia |
|---------------------------------------|---|------------|
| Bloque D: Contenido pedagógico | Referencias o enlaces a fuentes de información | 18 |
| | Facilidad de aprendizaje (sencillo, familiar) | 3 |
| | Contenido pedagógico (establece niveles de aprendizaje) | 18 |
| | El contenido va acorde a temas específicos | 18 |
| | Facil de leer | 1 |
| | Mensajes estéticamente agradable | 1 |
| | Lenguaje sencillo y claro | 1 |
| | Los textos y figuras facilitan la comprensión | 1 |
| Bloque E: Facilidad de aprendizaje | Deben ser mentalmente estimulantes | 1 |
| | Los textos y figuras facilitan la comprensión | 1 |
| | Explicativo y breve | 18 |
| | Facilidad de aprendizaje (sencillo, familiar) | 17 |
| | Contenido pedagógico (establece niveles) | 2 |
| | Facilidad de acceso a usuarios | 1 |
| Bloque F: Comunicación interna | Facil de leer | 17 |
| | Mensajes estéticamente agradables | 2 |
| | El contenido va acorde a temas específicos | 2 |
| | Personalización de un perfil personal | 18 |
| | Explicativo y breve | 1 |
| | Lenguaje sencillo y claro | 1 |
| | Mensajes de error automáticos | 1 |
| | Control y sentido de la comunicación | 18 |
| Control de tiempo | 3 | |

| Categoría | Tarjetas | Frecuencia |
|--|---|------------|
| Bloque G: Satisfacción física y adaptabilidad | Deben ser mentalmente estimulantes | 19 |
| | Su uso te produce molestias físicas | 19 |
| | Facil de leer | 1 |
| | Personalización de un perfil personal | 1 |
| | Facilidad de navegación | 1 |
| | Los textos y figuras facilitan la comprensión | 1 |

Figura 2. Tarjetas de categorías específicas.

RESULTADOS

A partir del análisis del estado actual de la investigación, se identificó un factor clave que destacó la necesidad de diseñar una metodología para abordar dicha problemática. Esta metodología se fundamenta en el enfoque de Bruno Munari (4), basado en los siguientes pasos.

- **Definición del problema:** En el ámbito educativo, garantizar una cobertura completa de herramientas digitales se ha convertido en una necesidad fundamental, enfrentando

diversos desafíos para su correcto uso. Uno de los principales retos radica en la interacción entre la plataforma y el contenido educativo, ya que, desde una perspectiva cognitiva, se evalúan parámetros como la satisfacción del usuario y la funcionalidad, considerados aspectos esenciales.

- **Elementos del problema:** En esta sección se detallan aspectos clave que fueron identificados y categorizados como criterios, métricas y atributos. Estos elementos se plantean como posibles soluciones al problema mencionado, y su análisis contribuirá al desarrollo de la metodología propuesta.
- **Test de usuarios:** Basándonos en la investigación que se realizó en el Diseño Centrado en el Usuario (5), dentro del cual consideran que los usuarios realizan una serie de tareas específicas determinadas por el evaluador. La definición de dicha tarea debe ser rigurosa, ya que debe contextualizarse en un escenario específico, de acuerdo a la necesidad del perfil de usuario y el contexto específico.
- **Operatividad:** La planificación operativa según el portal (6), menciona que “la planeación operativa es una herramienta de gestión que facilita la coordinación de los recursos de la organización (humanos, financieros y físicos) para que sea posible alcanzar las metas y los objetivos que están contenidos en los planes estratégico y táctico de dicha empresa.
- **Interfaz Gráfica de Usuario:** Actualmente dentro del medio digital se debe evidenciar un alto nivel de elementos gráficos que ayuden a cumplir aspectos estéticos, los cuales faciliten al usuario una navegación mucho más fluida dentro de la página web, plataforma o aplicación. Según se menciona en la investigación (7) la Interfaz Gráfica de Usuario, conocida en Inglés con las siglas GUI se la define como el conjunto de imágenes y gráficos que representan a la información y a los comandos disponibles en la interfaz (pantalla).
- **Características esenciales de una interfaz:** Roger Pressman, reconocido autor de varios artículos y publicaciones, plantea LA Regla de Oro de la Interfaz, que consiste en tres puntos clave que toda interfaz debe contener, los mismo que se construyen en principios básicos en el diseño de la interfaz. (8)
- **Creatividad:** Dentro de este apartado se describe las partes de la metodología que ha dado como resultado dicha investigación, dentro de la cual se incrementa los factores de la investigación de (3), dentro de los cuales está enfocado en medir primero el contexto, luego la planeación de roles de quienes medirán la usabilidad y los hallazgos o resultados finales que se encontrarán luego de ser aplicado.

| MAPA DE EVALUACIÓN: Plataforma Zoom clase de Creatividad | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--|-------------|-------------|---------|-----------|-------|--------------------------|-------------|------------------|-------------|--|---|-----------------------------|-----------------|-------|-------|---|
| CONTEXTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Descripción de página /plataforma</p> <p>Plataforma digital que se encarga de realizar videollamadas y reuniones virtuales creada en California.</p> | <p>Objetivos de investigación</p> <p>Identificar la usabilidad y la arquitectura de la información dentro de la plataforma Zoom.</p> | <p>Investigación previa</p> <p>Esta plataforma se asoció con varias entidades públicas para lograr clases virtuales en tiempos de pandemia.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Perfil de usuario</p> <p>Docentes y estudiantes de las diferentes materias de la Universidad Nacional de Chimborazo.</p> | <p>Escenario de uso</p> <p>Clases online desarrolladas el 03 de Julio del 2020, desarrollado con los alumnos de segundo semestre de la materia de Creatividad.</p> | <p>Listado de tareas</p> <p>Evidencia de interacción de estudiantes y docentes.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PLANEACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Factor crítico</p> <p><input checked="" type="radio"/> Tiempo</p> <p><input type="radio"/> Presupuesto</p> <p><input type="radio"/> Experiencia</p> | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Equipo</th> <th>Interno</th> <th>Externo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gestor UX</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>Evaluador</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>Lider producto</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>Apoyo logístico</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> </tbody> </table> | | Equipo | Interno | Externo | Gestor UX | _____ | _____ | Evaluador | _____ | _____ | Lider producto | _____ | _____ | Apoyo logístico | _____ | _____ | <p>Plazo</p> <p>Fecha inicial 03/07/2020</p> <p>Fecha fin 03/07/2020</p> |
| Equipo | Interno | Externo | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gestor UX | _____ | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Evaluador | _____ | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lider producto | _____ | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Apoyo logístico | _____ | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Ruta de aplicación</p> <p>Iniciaron la clase, a las 9 de la mañana y dentro de esta se van a presentar trabajos por parte de los estudiantes. Los estudiantes, empiezan a proyectar sus trabajos, donde se evidencia el uso correcto de la plataforma, siguiendo la metodología expuesta. Se inicio la clase con 24 estudiantes aproximadamente.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HALLAZGO | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Extracto UX</th> </tr> <tr> <th>Problema usabilidad / UX</th> <th>Descripción</th> <th>Área responsable</th> <th>Complejidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Control del tiempo y la facilidad que el usuario tiene para organizar la información</td> <td>El usuario no tiene control del tiempo para presentar pantalla, además se les complica a los estudiantes moverse dentro de la interfaz por problemas de conectividad.</td> <td>Operatividad de navegación.</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | | | | Extracto UX | | | | Problema usabilidad / UX | Descripción | Área responsable | Complejidad | Control del tiempo y la facilidad que el usuario tiene para organizar la información | El usuario no tiene control del tiempo para presentar pantalla, además se les complica a los estudiantes moverse dentro de la interfaz por problemas de conectividad. | Operatividad de navegación. | | | | |
| Extracto UX | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Problema usabilidad / UX | Descripción | Área responsable | Complejidad | | | | | | | | | | | | | | | |
| Control del tiempo y la facilidad que el usuario tiene para organizar la información | El usuario no tiene control del tiempo para presentar pantalla, además se les complica a los estudiantes moverse dentro de la interfaz por problemas de conectividad. | Operatividad de navegación. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Observaciones</p> <p>Esta plataforma permite ingresar documentos o enlaces mediante el chat, dentro de cual todos los participantes pueden acceder a dicha información.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 3. Mapa de evaluación.

| METODOLOGÍA PARA MEDIR LA USABILIDAD Y LA ARQUITECTURA DE INFORMACIÓN | | |
|---|---|---|
| Bloque A: Métodos de organización de la información | | |
| <p>La información se muestra ordenada por listas e índices</p> <p><input checked="" type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Talvez</p> | <p>El usuario tiene el control del tiempo</p> <p><input type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> Talvez</p> | <p>Se presentan con facilidad la accesibilidad para los usuarios</p> <p><input checked="" type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Talvez</p> |
| Bloque B: Operatividad en la navegación | | |
| <p>El usuario puede movilizarse entre páginas comodamente</p> <p><input checked="" type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Talvez</p> | <p>¿Cuándo comete un error, le muestra mensajes automáticos?</p> <p><input checked="" type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Talvez</p> | <p>La información se presenta con un lenguaje sencillo y claro</p> <p><input checked="" type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Talvez</p> |
| Bloque C: Atractividad de interfaz | | |
| <p>La interfaz es atractiva (uso de colores, textos, graficos)</p> <p><input checked="" type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Talvez</p> | <p>La información se muestra con mensajes agradables</p> <p><input checked="" type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Talvez</p> | <p>Los textos y figuras facilitan la comprensión</p> <p><input checked="" type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Talvez</p> |
| Bloque D: Contenido pedagógico | | |
| <p>Referencias o enlaces a fuentes de información confiables</p> <p><input checked="" type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Talvez</p> | <p>Contenido pedagógico (establece niveles de aprendizaje)</p> <p><input checked="" type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Talvez</p> | <p>El contenido va acorde a temas específicos</p> <p><input checked="" type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Talvez</p> |

| METODOLOGÍA PARA MEDIR LA USABILIDAD Y LA ARQUITECTURA DE INFORMACIÓN | | |
|---|---|---|
| Bloque E: Facilidad de aprendizaje | | |
| Se muestra de forma explicativa y breve | Facilidad de aprendizaje (sencillo, familiar) | Facil de leer |
| <input checked="" type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Talvez | <input checked="" type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Talvez | <input checked="" type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Talvez |
| Bloque F: Comunicación interna | | |
| Personalización de un perfil personal | Control y sentido de la comunicación | |
| <input checked="" type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Talvez | <input type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> Talvez | |
| Bloque G: Satisfacción física y adaptabilidad | | |
| Deben ser mentalmente estimulantes | Su uso te produce molestias físicas | |
| <input checked="" type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Talvez | <input checked="" type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Talvez | |
| Observaciones | | |
| <p>El docente tiene pendiente el tiempo de toda la clase, además el se mantiene pendiente del tiempo de intervención de cada estudiante para presentar su trabajo.</p> <p>Facilidad de acceso a usuarios. Todos los usuarios entraron con un password registrado directamente desde la universidad, esta institución les permite tener una licencia libre de la plataforma en este caso zoom. Los estudiantes logran movilizarse dentro de la plataforma de forma correcta ya que ellos tienen el dominio para compartir no solo un documentos sino también hacer uso de videos con sonido.</p> | | |

Figura 4. Metodología para medir la usabilidad y la arquitectura de información.

En esta sección se detallan los materiales necesarios para la implementación de la metodología, los cuales se dividen en tecnologías y materiales específicos:

- **Tecnologías:** Computadora, tableta, celular, acceso a internet, páginas web, plataformas digitales como Zoom, Google Meet, Microsoft Teams, entre otras, así como redes sociales o cualquier sitio web requerido para evaluar la usabilidad y la arquitectura de la información (8).
- **Materiales:** Una hoja que contiene la matriz de la metodología a aplicar, bolígrafo o lápiz para realizar anotaciones, regla u otros elementos necesarios para completar la matriz. (9).

Para validar la propuesta de evaluación en la metodología, se implementaron dos enfoques principales. El primero se llevó a cabo en el contexto del proceso de enseñanza-aprendizaje en la Universidad Nacional de Chimborazo, a incluir clases presenciales realizadas de forma virtual. Con el apoyo de varios docentes, se participó.

El segundo enfoque consistió en aplicar una encuesta de manera masiva, dirigida a personas de diversas edades, profesiones y niveles educativos. Para ello, se utilizó Google Formularios como herramienta de recolección de datos. La encuesta se centró en tres aspectos clave: el uso de redes sociales, las páginas web más visitadas y las plataformas digitales actualmente empleadas para estudiar en el contexto de la pandemia mundial. (10)

Evaluación en el entorno estudiantil de la UNACH

Dentro de esta evaluación se aplicó a dos clases que los docentes de la Universidad nos permitieron ingresar.

| MAPA DE EVALUACIÓN: Plataforma Zoom clase de Semiótica | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--|-------------|--------------------------|-------------|------------------|-------------|--|---|-----------------------------|-------|----------------|-------|-------|-----------------|-------|-------|---|
| CONTEXTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p style="text-align: center;">Descripción de página /plataforma</p> <p>Plataforma digital que se encarga de realizar videollamadas y reuniones virtuales creada en California.</p> | <p style="text-align: center;">Objetivos de investigación</p> <p>Identificar la usabilidad y la arquitectura de la información dentro de la plataforma Zoom.</p> | <p style="text-align: center;">Investigación previa</p> <p>Esta plataforma se asoció con varias entidades públicas para lograr clases virtuales en tiempos de pandemia.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p style="text-align: center;">Perfil de usuario</p> <p>Docentes y estudiantes de las diferentes materias de la Universidad Nacional de Chimborazo.</p> | <p style="text-align: center;">Escenario de uso</p> <p>Clases online desarrolladas el 26 de Junio del 2020, desarrollado con los alumnos de cuarto semestre de la materia de Semiótica.</p> | <p style="text-align: center;">Listado de tareas</p> <p>Evidencia de interacción de estudiantes y docentes.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PLANEACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p style="text-align: center;">Factor crítico</p> <p><input checked="" type="radio"/> Tiempo <input type="radio"/> Presupuesto <input type="radio"/> Experiencia</p> | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Equipo</th> <th style="text-align: center;">Interno</th> <th style="text-align: center;">Externo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gestor UX</td> <td style="text-align: center;">_____</td> <td style="text-align: center;">_____</td> </tr> <tr> <td>Evaluador</td> <td style="text-align: center;">_____</td> <td style="text-align: center;">_____</td> </tr> <tr> <td>Lider producto</td> <td style="text-align: center;">_____</td> <td style="text-align: center;">_____</td> </tr> <tr> <td>Apoyo logístico</td> <td style="text-align: center;">_____</td> <td style="text-align: center;">_____</td> </tr> </tbody> </table> | | Equipo | Interno | Externo | Gestor UX | _____ | _____ | Evaluador | _____ | _____ | Lider producto | _____ | _____ | Apoyo logístico | _____ | _____ | <p style="text-align: center;">Plazo</p> <p>Fecha inicial 26/06/2020</p> <p>Fecha fin 26/06/2020</p> |
| Equipo | Interno | Externo | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gestor UX | _____ | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Evaluador | _____ | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lider producto | _____ | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Apoyo logístico | _____ | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p style="text-align: center;">Ruta de aplicación</p> <p>Iniciaron la clase, a las 10 de la mañana y dentro de esta se van a presentar trabajos por parte de los estudiantes. Los estudiantes, empiezan a proyectar sus trabajos, donde se evidencia el uso correcto de la plataforma, siguiendo la metodología expuesta. Se inicio la clase con 20 estudiantes aproximadamente.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HALLAZGO | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p style="text-align: center;">Extracto UX</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">Problema usabilidad / UX</th> <th style="width: 45%;">Descripción</th> <th style="width: 15%;">Área responsable</th> <th style="width: 15%;">Complejidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Control del tiempo y la facilidad que el usuario tiene para organizar la información</td> <td>El usuario no tiene control del tiempo para presentar pantalla, además se les complica a los estudiantes moverse dentro de la interfaz por problemas de conectividad.</td> <td>Operatividad de navegación.</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | | | | Problema usabilidad / UX | Descripción | Área responsable | Complejidad | Control del tiempo y la facilidad que el usuario tiene para organizar la información | El usuario no tiene control del tiempo para presentar pantalla, además se les complica a los estudiantes moverse dentro de la interfaz por problemas de conectividad. | Operatividad de navegación. | | | | | | | | |
| Problema usabilidad / UX | Descripción | Área responsable | Complejidad | | | | | | | | | | | | | | | |
| Control del tiempo y la facilidad que el usuario tiene para organizar la información | El usuario no tiene control del tiempo para presentar pantalla, además se les complica a los estudiantes moverse dentro de la interfaz por problemas de conectividad. | Operatividad de navegación. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p style="text-align: center;">Observaciones</p> <p>El docente tuvo problemas para conectarse por problemas de conectividad. Pero despues de solucionar los inconvenientes se manejo bien dentro de la interfaz de la plataforma.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| METODOLOGÍA PARA MEDIR LA USABILIDAD Y LA ARQUITECTURA DE INFORMACIÓN | | |
|---|---|---|
| Bloque A: Métodos de organización de la información | | |
| <p>La información se muestra ordenada por listas e índices</p> <p><input checked="" type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Talvez</p> | <p>El usuario tiene el control del tiempo</p> <p><input type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> Talvez</p> | <p>Se presentan con facilidad la accesibilidad para los usuarios</p> <p><input checked="" type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Talvez</p> |
| Bloque B: Operatividad en la navegación | | |
| <p>El usuario puede movilizarse entre páginas comodamente</p> <p><input checked="" type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Talvez</p> | <p>¿Cuándo comete un error, le muestra mensajes automáticos?</p> <p><input checked="" type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Talvez</p> | <p>La información se presenta con un lenguaje sencillo y claro</p> <p><input checked="" type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Talvez</p> |
| Bloque C: Atractividad de interfaz | | |
| <p>La interfaz es atractiva (uso de colores, textos, graficos)</p> <p><input checked="" type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Talvez</p> | <p>La información se muestra con mensajes agradables</p> <p><input checked="" type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Talvez</p> | <p>Los textos y figuras facilitan la comprensión</p> <p><input checked="" type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Talvez</p> |
| Bloque D: Contenido pedagógico | | |
| <p>Referencias o enlaces a fuentes de información confiables</p> <p><input checked="" type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Talvez</p> | <p>Contenido pedagógico (establece niveles de aprendizaje)</p> <p><input checked="" type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Talvez</p> | <p>El contenido va acorde a temas específicos</p> <p><input checked="" type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Talvez</p> |

| METODOLOGÍA PARA MEDIR LA USABILIDAD Y LA ARQUITECTURA DE INFORMACIÓN | | |
|---|---|---|
| Bloque E: Facilidad de aprendizaje | | |
| <p>Se muestra de forma explicativa y breve</p> <hr/> <p><input checked="" type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Talvez</p> | <p>Facilidad de aprendizaje (sencillo, familiar)</p> <hr/> <p><input checked="" type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Talvez</p> | <p>Facil de leer</p> <hr/> <p><input checked="" type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Talvez</p> |
| Bloque F: Comunicación interna | | |
| <p>Personalización de un perfil personal</p> <hr/> <p><input checked="" type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Talvez</p> | <p>Control y sentido de la comunicación</p> <hr/> <p><input type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> Talvez</p> | |
| Bloque G: Satisfacción física y adaptabilidad | | |
| <p>Deben ser mentalmente estimulantes</p> <hr/> <p><input checked="" type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Talvez</p> | <p>Su uso te produce molestias físicas</p> <hr/> <p><input checked="" type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Talvez</p> | |
| <p>Observaciones</p> <hr/> <p>El docente tubo problemas al principio para conectarse, luego de ello se pudo manejar bien dentro de la plataforma, además se estableció tiempos para que puedan interactuar de forma correcta cada estudiante. No se presentaron más inconvenientes dentro de la clase.</p> | | |

Figura 5. Evaluación en el entorno estudiantil de la UNACH.

Evaluación de Usabilidad y Arquitectura de la Información de forma masiva

En este apartado se evaluó la metodología utilizando Google Formularios, ya que era necesario llevar a cabo una encuesta de manera masiva, en la cual participaron varias personas de distintas edades, profesiones, etc. La investigación se centró en medir la usabilidad y la arquitectura de la información en redes sociales, sitios web y plataformas digitales que actualmente se utilizan en el proceso educativo debido a los problemas causados por la pandemia. Se encuestó a aproximadamente 25 personas, de las cuales el 68% son mujeres y el 32% son hombres, con edades que varían entre los 17 y 43 años. Este grupo incluye estudiantes de bachillerato, universitarios, diseñadores gráficos, biofísicos, abogados, economistas, ingenieros civiles, ingenieros automotrices, docentes, ingenieros comerciales, enfermeras y meseras.

¿Marque con qué frecuencia usa las siguientes redes sociales?

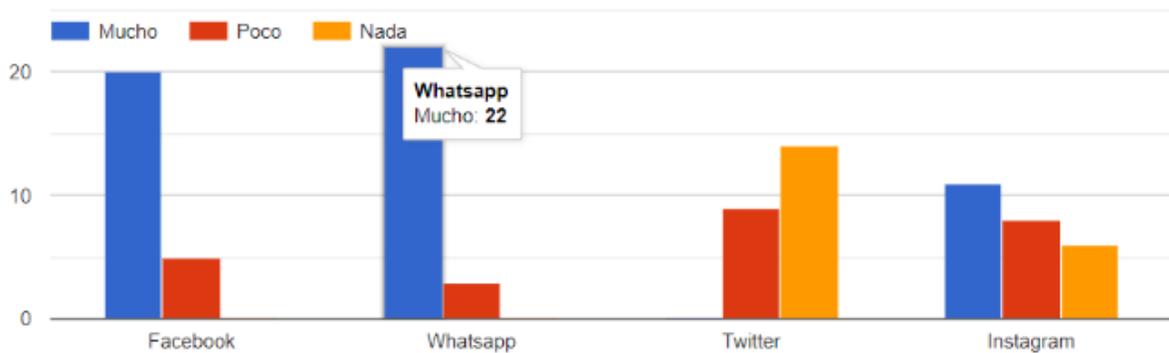


Figura 6. Frecuencia de uso de las redes sociales.

Según los encuestados, las redes sociales que más utilizan son, en primer lugar, WhatsApp, seguido de Facebook en segundo lugar e Instagram en tercero. Estos datos se utilizan para evaluar los diferentes aspectos planteados en la metodología.

¿Marque con qué frecuencia usa las siguientes páginas web?

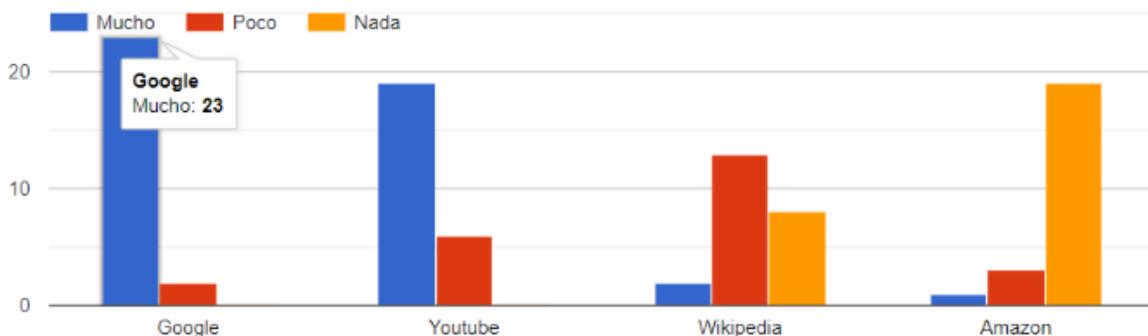


Figura 7. Frecuencia de uso de las páginas web.

Los encuestados indicaron que las páginas más frecuentadas son, en primer lugar, Google, seguido de YouTube en segundo lugar. Según los porcentajes de las respuestas, Wikipedia podría ocupar el tercer puesto, mientras que Amazon se utiliza con poca frecuencia. Estos datos se emplean para evaluar los diversos aspectos establecidos.

¿Marque con qué frecuencia usa las siguientes plataformas digitales?

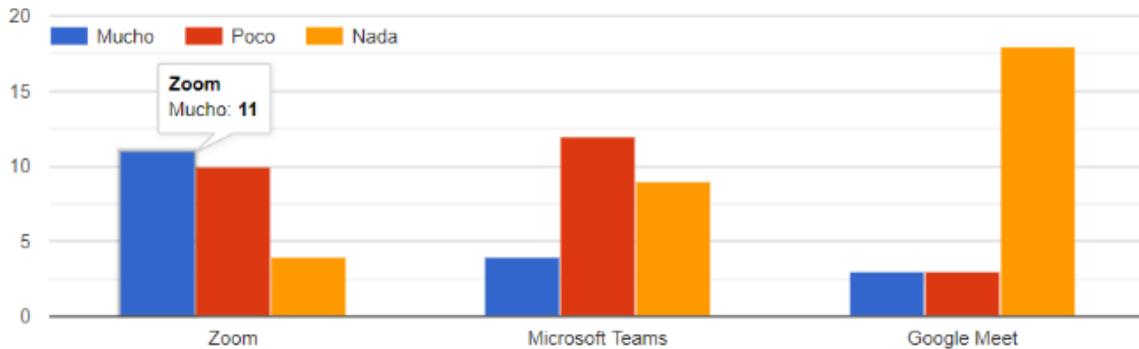


Figura 8. Frecuencia de uso de las plataformas digitales.

Los encuestados señalaron que las plataformas digitales más utilizadas son, en primer lugar, Zoom, seguida de Microsoft Teams en segundo lugar y Google Meet en tercero, aunque solo una persona indicó que la usa. Estos datos se utilizan para evaluar los diversos aspectos planteados en la metodología.

De las respuestas anteriores. ¿Considera usted que dichas redes sociales, páginas web, plataformas digitales organizan la información por medio de listas e índices, facilitando el acceso a sus usuarios?

25 respuestas

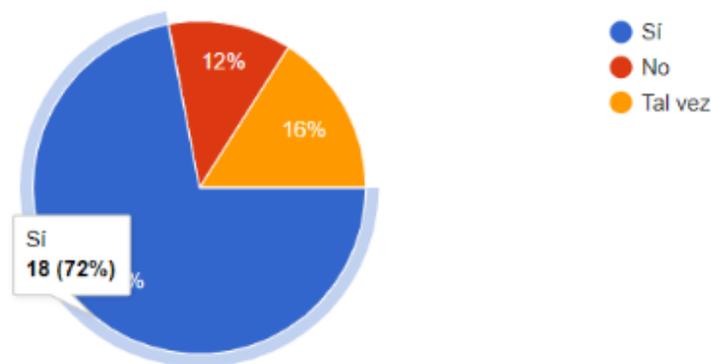


Figura 9. Organización de la información en redes sociales, páginas web, plataformas digitales.

El 72% de los encuestados afirmó que consideran que estas páginas, plataformas y redes presentan la información de manera ordenada, lo que facilita a los usuarios navegar por ellas.

¿Considera usted que dichas redes sociales, páginas web, plataformas digitales le permiten movilizarse entre páginas cómodamente mostrándole un lenguaje claro y sencillo?

25 respuestas

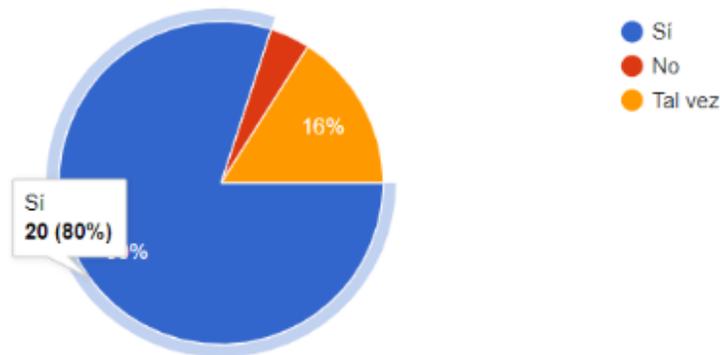


Figura 10. Movilidad y comodidad en redes sociales, páginas web, plataformas digitales.

El 80% de los encuestados indicó que consideran que estas páginas, plataformas y redes permiten a los usuarios desplazarse de manera cómoda, gracias a un lenguaje claro y sencillo.

¿Considera usted que dichas redes sociales, páginas web, plataformas digitales muestran una interfaz atractiva (uso de colores, textos, gráficos) y mensajes estéticamente agradables?

25 respuestas

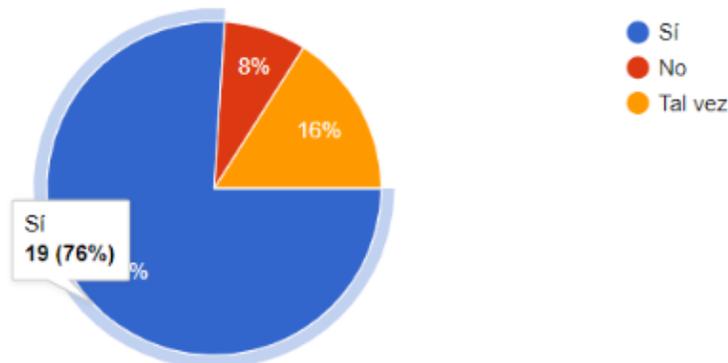


Figura 11. Interfaz atractiva en redes sociales, página web y plataformas digitales.

El 76% de los encuestados expresaron que consideran que estas páginas, plataformas y redes presentan una interfaz atractiva y contienen mensajes.

¿Considera usted que dichas redes sociales, páginas web, plataformas digitales muestran contenido acorde a temas específicos?

25 respuestas

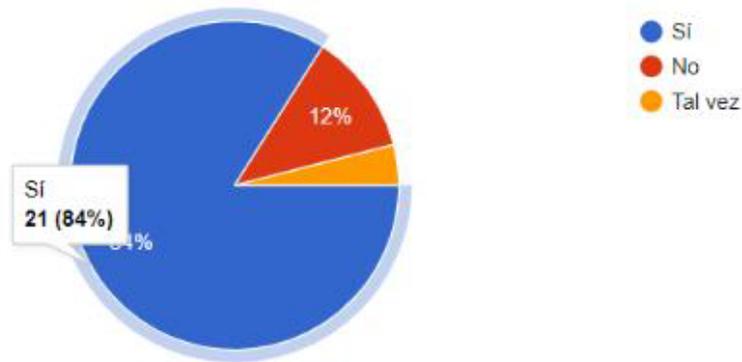


Figura 12. Contenido acorde temas específicos en redes sociales, páginas web y plataformas digitales.

El 84% de los encuestados afirmó que consideran que estas páginas, plataformas y redes presentan contenido relevante y relacionado con los temas específicos que buscan.

¿Considera usted que dichas redes sociales, páginas web, plataformas digitales son fáciles de leer y muestran información de forma explicativa y breve?

25 respuestas

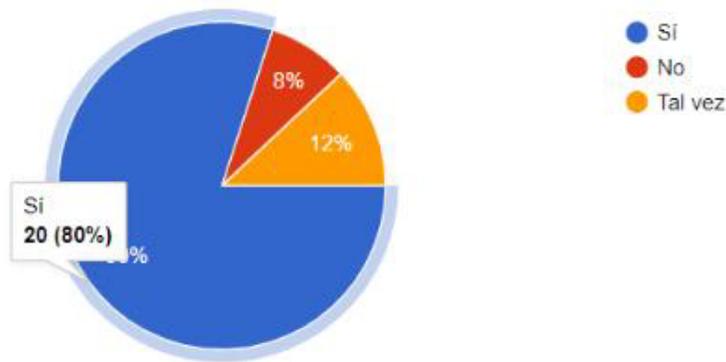


Figura 13. Facilidad de lectura en plataformas digitales, redes sociales y páginas web.

De las personas encuestadas se representan con un 80% que mencionaron que, si consideran que dichas páginas, plataformas y redes se muestran información de forma explicativa y breve, además son fáciles de leer.

¿Considera usted que dichas redes sociales, páginas web, plataformas digitales te permiten personalizar un perfil personal y controlar el sentido de la comunicación?

25 respuestas

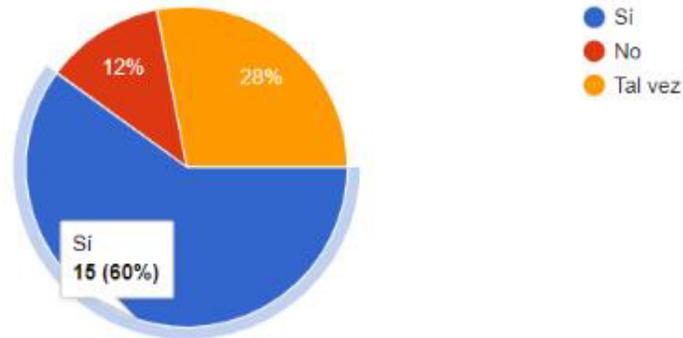


Figura 14. Personalización de perfiles y sentido de la comunicación en redes sociales, páginas web y plataformas digitales.

De las personas encuestadas se representan con un 60% que mencionaron que, si consideran que dichas páginas, plataformas y redes permiten personalizar un perfil personal y poder controlar el sentido de la comunicación tanto directa como indirecta.

¿Considera usted que dichas redes sociales, páginas web, plataformas digitales te producen molestias físicas?

25 respuestas

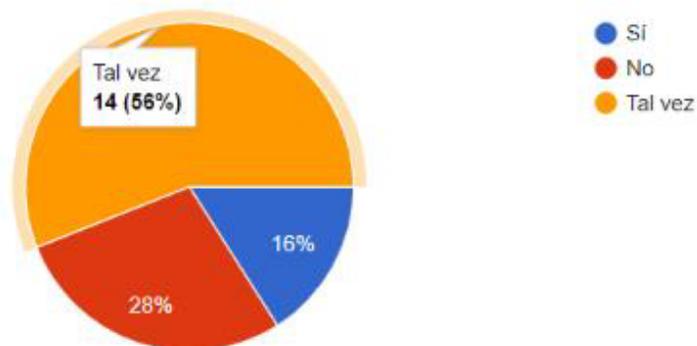


Figura 15. Molestias físicas por páginas web, redes sociales y plataformas digitales.

De las personas encuestadas se representan con un 56% que mencionaron que, tal vez consideran que dichas páginas, plataformas y redes les producen molestias físicas o causan estrés.

DISCUSIÓN

La investigación presentada resalta la creciente necesidad de desarrollar una metodología específica para evaluar tanto la eficacia como la satisfacción de los usuarios en los entornos digitales (11). Este tema ha cobrado una importancia primordial en el contexto actual, especialmente tras los cambios significativos que trajo consigo la pandemia de COVID-19 según (12). La transformación acelerada hacia el ámbito digital ha generado nuevos desafíos y exigencias para garantizar que las experiencias de los usuarios sean eficientes, intuitivas y satisfactorias.

En este sentido, de acuerdo con (13) la metodología propuesta no solo responde a estas necesidades emergentes, sino que también se consolida como una herramienta efectiva gracias al respaldo de los resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación. Dichos resultados validan la pertinencia y funcionalidad del enfoque adoptado, demostrando su capacidad para cumplir con los objetivos planteados y ofrecer soluciones concretas y aplicables en diversos contextos digitales (14).

Con este aporte, se busca no solo mejorar la interacción del usuario con las plataformas digitales, sino también establecer un marco de referencia que pueda ser adaptado y replicado en estudios futuros, fomentando así una mejora continua en el diseño y la implementación de experiencias digitales.

La investigación presentada pone de manifiesto la necesidad apremiante de desarrollar una metodología integral para evaluar la eficacia y satisfacción de los usuarios en los entornos digitales, especialmente en un contexto post-pandemia, donde la digitalización ha transformado profundamente las dinámicas sociales, económicas y educativas. Este enfoque según (15) cobra especial relevancia en el ámbito educativo, donde las plataformas digitales se han convertido en herramientas esenciales para facilitar los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Un aspecto central de la propuesta metodológica es el análisis detallado de la interfaz de usuario (UI). La calidad de la UI juega un papel crucial, ya que un diseño claro, accesible y estéticamente agradable puede reducir significativamente las barreras de interacción y promover un aprendizaje más fluido. Elementos como la disposición de los menús, la claridad en las opciones de navegación y la visibilidad de la información clave son determinantes para generar confianza y comodidad en los usuarios, en este caso, estudiantes y docentes menciona (16).

Asimismo, la usabilidad de las plataformas digitales se destaca como otro pilar fundamental. Una plataforma educativa debe garantizar que los usuarios puedan alcanzar sus objetivos de manera eficiente y sin dificultades. Esto de acuerdo con (17) incluye aspectos como la velocidad de respuesta del sistema, la facilidad para completar tareas comunes, como enviar tareas o acceder a materiales de estudio, y la reducción de errores en la interacción.

Otro factor relevante es la adaptabilidad de los entornos digitales. En el contexto educativo, es imprescindible que las plataformas se ajusten a las necesidades y capacidades de una diversidad

de usuarios, desde estudiantes con diferentes niveles de habilidad tecnológica hasta docentes que requieren herramientas especializadas para la gestión del aula virtual (18). La adaptabilidad incluye también la capacidad de las plataformas para ajustarse a diferentes dispositivos y contextos de uso, asegurando una experiencia uniforme tanto en computadoras de escritorio como en dispositivos móviles menciona (19).

La metodología propuesta aborda estos elementos de manera holística, buscando no solo identificar áreas de mejora en las plataformas digitales, sino también generar recomendaciones prácticas para optimizar su diseño y funcionalidad. De esta manera, se contribuye a mejorar la interacción entre usuarios y tecnología, potenciando el aprendizaje significativo y el acceso equitativo a recursos educativos digitales (20). Los resultados de la investigación, avalados por un enfoque centrado en el usuario, consolidan esta metodología como una herramienta esencial para transformar positivamente el panorama del aprendizaje digital (21).

CONCLUSIONES

La investigación previa realizada contribuyó a identificar referentes clave que ayudaron a dar forma a la metodología propuesta, ya que es esencial establecer roles clave para el desarrollo estratégico de la propuesta. En este sentido, se concluye que se alcanzó exitosamente el objetivo principal, que consistía en desarrollar una metodología para medir la usabilidad de páginas web a través de dos factores fundamentales: la arquitectura de la información y la usabilidad. Este objetivo se cumplió y la metodología puede aplicarse a cualquier página web, red social o plataforma digital, siempre que se requiera evaluar la arquitectura de la información y la usabilidad.

Así, se evaluó de diferentes maneras, lo que permitió comprender la efectividad de la metodología, ayudando a caracterizarla y estableciendo una ruta de aplicación para futuros estudios. Según lo investigado en el marco metodológico, se concluye que esta propuesta actúa como una guía para comprender los procesos de UX, útil para distinguir diversos factores. Además, los roles establecidos son cruciales para garantizar la efectividad de la investigación, apoyados por un mapa de evaluación que asegura la organización de los procesos y la efectividad del alcance. Tras completar esta investigación, también se concluye que es vital implementar procesos de evaluación para evitar problemas, ya que los usuarios podrían verse afectados si no se garantiza la metodología. Por ello, esta investigación propone dos procesos de evaluación que aseguran la resolución de dichos problemas.

En cuanto a la continuidad de este trabajo, se espera seguir aplicando la metodología a más páginas web para identificar errores que puedan generar cambios beneficiosos para empresas o entidades que lo necesiten. De esta manera, se abren nuevas oportunidades para mejorar los servicios, especialmente en el contexto del entorno educativo de la Universidad Nacional de Chimborazo, o incluso como parte de futuros proyectos de consultoría.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Velasco M. El estudio de la Experiencia de Usuario: Voces de Latinoamérica. User Experience Magazine. 2014;; p. 14(4).
2. Sampieri. Metodología de la Investigación.: R. H. ; 2010.
3. Chito CC. Marco metodológico para la evaluación eficiente de la. Cali, Colombia;; 2019.
4. Munari B. Diseño y Comunicación Visual. Barcelona: Gustavo Gili; 1972.
5. Hassan-Montero OSy. Informe APEI sobre Usabilidad. : APEI Asociación Profesional de Especialistas en Información.; 2009.
6. Corvo HS. Lifeder. [Online].; 2020. Available from: <https://www.lifeder.com/planeacion-operativa/>
7. Parra PE. Diseño de interfaces Web Responsive para periódicos digitales. Cuenca ; 2014.
8. Pressman RS. Ingeniería del Software Un enfoque Práctico Mexico D. F. : Mc Graw Hill Educación ; 2010.
9. Yin Rk. Investigación sobre Estudio de Casos (Segunda Edición) London, New Delhi : International Educational and Professional Publisher; 2002.
10. Chito CCL. Marco metodológico para la evaluación eficiente de la Experiencia de usuario. Cali, Colombia;; 2019.
11. Mera MF. Identidad del pueblo Puruhá. 2022;; p. 10-20.
12. Archer B. Método sintético para diseñadores ; 1964.
13. Cam CG. Arquitectura de la Información: diseño e implementación. [Online].; 2003. Available from: <http://eprints.rclis.org/8471/1/Arquitectura.pdf>.
14. Garcés By. Culturas Ecuatorianas: Enciclopedia del Ecuador.
15. Userzoom. Userzoom the UX insights company. [Online].; 2020. Available from: <https://www.userzoom.com/es/ux-research-platform/>
16. Sampieri RH. Metodología de la investigación ; 2010.
17. N. El oficio de Diseñar. In. España, Barcelona : Gustavo Gili; 2002.
18. Workshop O. Optimal Workshop. [Online].; 2020. Available from: https://www.optimalworkshop.com/optimalsort/?gclid=Cj0KCQjwiYL3BRDVARIsAF9E4GeVh6n3QRosKWxp0-SwRqEgaGyT68Imu82Q6AR8L74_3hXGXFvUUmQaAvfuEALw_wcB.
19. Fernández HMyM. Método de test con usuarios. En: No Solo Usabilidad: ISSN 1886-8592; 2003.
20. Dankhe. Estudios de Investigación ; 1986.
21. Munari B. Metodologia del Diseño; 1998.

INFLUENCIA DE LA SINERGIA ENTRE INGREDIENTES ACTIVOS MULTI NUTRIENTES EN LA PRODUCCIÓN DE *CÁPSICUM SPP*

INFLUENCE OF THE SYNERGY BETWEEN MULTI-NUTRIENT ACTIVE INGREDIENTS IN THE PRODUCTION OF *CAPSICUM SPP*

Pablo Javier Niquinga Vargas¹, Paola Gabriela Vinueza Naranjo²

{marco.llangari@unach.edu.ec¹, h_moreno@esPOCH.edu.ec²}

Fecha de recepción: 25/11/2024

/ Fecha de aceptación: 03/01/2025

/ Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: El presente estudio se enfocó en mejorar la producción y calidad del ají *Capsicum spp.*, un cultivo de alta demanda en el mercado y la industria. La investigación analizó la sinergia de ingredientes activos multinutrientes presentes en tres productos fertilizantes, con el objetivo de optimizar el desarrollo del cultivo. Se diseñaron ensayos detallados para identificar los tratamientos de fertilización más efectivos que maximizan la productividad y calidad. Las variables evaluadas incluyeron altura de la planta, diámetro polar y ecuatorial, peso fresco y seco, volumen, y pH. Los fertilizantes, utilizados de forma individual y combinada, mostraron beneficios significativos en el crecimiento foliar, la floración, el cuaje de frutos, y la mejora del aspecto, calibre y vida postcosecha. El estudio destacó los desafíos particulares del contexto geográfico y climático local, señalando cómo una mala aplicación de nutrientes, especialmente mediante fertilizantes tradicionales, afecta negativamente la calidad postcosecha del ají. Los resultados revelaron diferencias significativas entre los tratamientos, ofreciendo información clave para agricultores interesados en maximizar la productividad y calidad del cultivo. Este trabajo no solo impulsa la sostenibilidad agrícola, sino que también contribuye al conocimiento científico sobre la nutrición vegetal, ofreciendo soluciones prácticas para optimizar la producción de *Capsicum spp.* en diversos entornos.

Palabras clave: *Capsicum spp.*, multi nutrientes, calidad postcosecha, productividad agrícola, fertilización

ABSTRACT: The present study focused on improving the production and quality of *Capsicum spp.* chilli pepper, a crop in high demand in the market and industry. The research analysed the synergy of multi-nutrient active ingredients present in three fertiliser products, with the aim of optimising crop development. Detailed trials were

¹Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), Riobamba – Ecuador, <https://orcid.org/0009-0004-2735-8923>.

²Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), Riobamba – Ecuador, <https://orcid.org/0000-0002-3658-5288>.

designed to identify the most effective fertiliser treatments that maximise productivity and quality. Variables evaluated included plant height, polar and equatorial diameter, fresh and dry weight, volume, and pH. Fertilisers, used individually and in combination, showed significant benefits in leaf growth, flowering, fruit set, and improved appearance, size and post-harvest life. The study highlighted the particular challenges of the local geographical and climatic context, pointing out how poor nutrient application, especially through traditional fertilisers, negatively affects the post-harvest quality of chilli peppers. The results revealed significant differences between treatments, providing key information for farmers interested in maximising crop productivity and quality. This work not only boosts agricultural sustainability, but also contributes to scientific knowledge on plant nutrition, offering practical solutions to optimise *Capsicum spp.* production in diverse environments.

Keywords: *Capsicum spp.*, multi-nutrients, post-harvest quality, agricultural productivity, fertilisation

INTRODUCCIÓN

El ají (*Capsicum spp.* L.) se destaca como un cultivo fundamental en el caserío San Javier, desempeñando un papel crucial en la economía local. Para maximizar la productividad y calidad de este cultivo, es esencial comprender y buscar nuevas alternativas de productos de fertilización, los cuales desempeñan un papel crucial en el desarrollo vegetal y en la formación de los componentes nutricionales del ají (1).

El presente estudio se propone realizar un análisis productivo detallado de la ají, centrándose específicamente en la influencia la sinergia de ingredientes activos multinutrientes. Estos nutrientes son conocidos por su impacto en diversos procesos fisiológicos y metabólicos de las plantas, desde la división celular hasta la síntesis de compuestos fundamentales para el crecimiento y la calidad de los productos agrícolas.

El caserío San Javier, con su particular contexto geográfico y climático, presenta desafíos específicos para la producción de ají (*Capsicum spp.*), lo que prioriza la importancia de buscar nuevos productos fertilizantes para mejorar la calidad. Este estudio busca proporcionar información valiosa para los agricultores locales, investigadores y responsables de la toma de decisiones, contribuyendo así al desarrollo sostenible de la producción agrícola en la región (2).

A través de la implementación de ensayos y análisis exhaustivos, se pretende identificar los productos fertilizantes que maximizan la productividad y la calidad del ají en San Javier. Además de identificar los productos fertilizantes, se determina la influencia del mismo con el objetivo de llegar a obtener resultados muy favorables y exitosos en algunas variables dependientes de estudio entre ellas son: la altura de la planta, diámetro polar, diámetro ecuatorial, peso fresco, peso seco, volumen y pH que se usaran en este proyecto (3).

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de investigación partiendo del enfoque cuantitativo

Por el alcance la investigación será explicativa: La investigación sobre el modelamiento estadístico del efecto multi nutrientes en la morfología y producción de Ají (*Cápsicum spp.*), se enmarca en el paradigma explicativo al buscar comprender las relaciones causales entre el multi nutrientes y las características biométricas de las plantas. Al emplear técnicas de análisis de regresión múltiple, se pretende identificar la influencia relativa multi nutrientes en el follaje y su posible interacción sinérgica o antagonista, con el fin de ofrecer una comprensión más profunda de los mecanismos subyacentes que regulan el crecimiento y desarrollo de *Capsicum spp.* Esto no solo podría tener implicaciones prácticas en la gestión agrícola y la optimización de los rendimientos, sino también contribuir al avance del conocimiento en el campo de la agricultura y la horticultura (2).

Por el diseño la investigación: Investigación experimental, La investigación será experimental debido a que implicará la manipulación controlada de las variables independientes, es decir, los niveles de multi nutrientes en el follaje, con el fin de observar su efecto en la morfología y producción de *Capsicum spp.* Esto permitirá establecer relaciones de causa y efecto entre multi nutrientes en el follaje y las características de las plantas, así como determinar la presencia de interacciones sinérgicas o antagonistas entre ellos. Además, al emplear un diseño experimental, se podrán controlar otros factores que puedan influir en los resultados, garantizando la validez interna de la investigación y permitiendo la replicabilidad de los hallazgos (3).

Población: En este estudio estará constituida por todas las plantas de *Cápsicum spp.* disponibles en el área de estudio o que cumplan con los criterios de inclusión definidos para la investigación. Esto puede incluir plantas cultivadas en invernadero o en cualquier otro entorno relevante para el estudio de la influencia entre multi nutrientes y la morfología y producción postcosecha de estas plantas (4).

Muestra: Estará compuesta por un subconjunto probabilístico representativo de las plantas de *Cápsicum spp.* seleccionadas aleatoriamente de la población total. Este subconjunto será elegido de manera que refleje adecuadamente la variabilidad dentro de la población y permita obtener conclusiones estadísticamente válidas sobre el efecto de los nutrientes en la morfología y producción de las plantas. La muestra será lo suficientemente grande como para proporcionar una muestra significativa de la población, pero al mismo tiempo, manejable en términos de recursos y tiempo disponibles para la investigación.

Recopilación de datos: La recopilación de datos se llevaría a cabo mediante un diseño experimental que involucre la manipulación controlada de los niveles de multi nutrientes en el follaje en grupos de plantas de *Cápsicum spp.* Se registrarían características biométricas relevantes, como altura, número de hojas y diámetro del tallo, producción y morfología del fruto, en postcosecha. Se emplearían métodos de muestreo aleatorio para seleccionar plantas representativas de la población, asegurando así la validez estadística de los resultados. Además, se implementarían controles adicionales para garantizar la fiabilidad y validez interna de la investigación (5).

Análisis estadístico: El análisis estadístico se llevará a cabo utilizando técnicas apropiadas para el diseño experimental empleado. Esto puede incluir análisis de varianza (ANOVA) para evaluar las diferencias entre los grupos tratados con diferentes niveles de multi nutrientes en el follaje, seguido de pruebas de comparaciones múltiples para identificar las diferencias específicas entre los tratamientos. Además, se podrían emplear análisis de regresión para explorar la relación entre los niveles de nutrientes y las características biométricas de las plantas. Se utilizarán pruebas estadísticas adecuadas para determinar la significancia de las diferencias observadas y se realizarán análisis de post hoc para evaluar cualquier interacción entre los nutrientes. Los resultados se presentarán de manera clara y concisa, respaldados por medidas de precisión como intervalos de confianza y valores de p (6).

Evaluación de modelos estadísticos: La evaluación de los modelos estadísticos se realizará utilizando métricas apropiadas según el tipo de modelo utilizado. Para modelos de regresión, se emplearán medidas como el coeficiente de determinación (R^2) y técnicas de validación cruzada. En modelos de análisis de varianza (ANOVA), se evaluará la significancia global y se realizarán pruebas de bondad de ajuste. Además, se podrían utilizar criterios de información como AIC o BIC para seleccionar el mejor modelo. En resumen, se considerará la precisión, capacidad predictiva y validez de los supuestos al evaluar los modelos.

Análisis de regresión: El análisis de regresión consistirá en ajustar modelos lineales múltiples para cada variable dependiente de interés, utilizando los niveles de multi nutrientes en el follaje como variables independientes. Se evaluará la significancia de los coeficientes, se calculará el coeficiente de determinación (R^2) para medir la bondad de ajuste y se realizarán diagnósticos de residuos para verificar la validez del modelo. Se explorarán transformaciones de variables si es necesario mejorar la linealidad o la normalidad de los residuos.

RESULTADOS

Supuestos de normalidad por variable: Las gráficas de probabilidad normal (Q-Q plot) de cada una de las variables, reportan valores >150 ; los gráficos de residuos estandarizados vs. Ajustes, evidencian sobre y bajo el cero, diferentes patrones de información demostrando Homocedasticidad; lo propio con respecto a los Histogramas de los residuos que, muestran una curva o campana normal y; finalmente las gráficas de los residuos estandarizados vs orden de observación que, demuestran Independencia de cada una de las variables respuesta en estudio, que muestra en la Figura 1.

◆ INFLUENCIA DE LA SINERGIA ENTRE INGREDIENTES ACTIVOS MULTI NUTRIENTES EN LA PRODUCCIÓN DE CÁPSICUM SPP

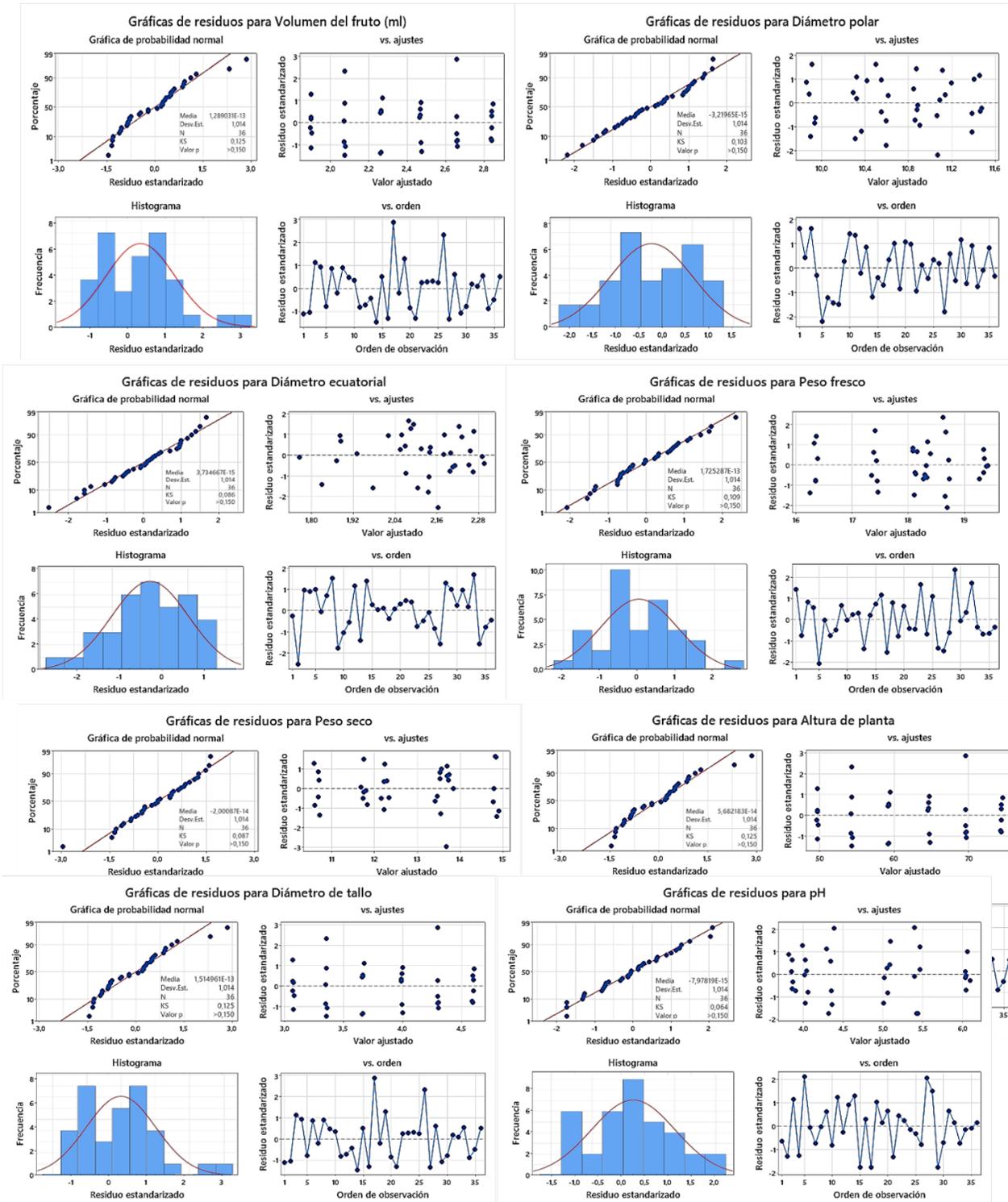


Figura 1. Gráficas de los residuos donde se muestran las gráficas de probabilidad normal (Q-Q plot); graficas de residuos estandarizados vs. ajustes (homocedasticidad); histogramas de los residuos y; gráficas de los residuos estandarizados vs orden de observación (Independencia) para cada variable respuesta.

Análisis de Varianza para las variables respuesta: Un análisis de varianza (ANOVA), se realizó posterior al cumplimiento de los supuestos de normalidad, para determinar si existen diferencias significativas entre las medias de los tratamientos. Fue útil para evaluar el efecto de las variables independientes sobre las variables respuesta, ayudando a identificar que las variaciones observadas en este caso fueron atribuibles a los tratamientos que influenciaron mediante la sinergia entre ingredientes activos multi nutrientes en la producción de *Cápsicum spp*, que se observa en la Tabla 1.

Tabla 1. Valores de p obtenidos del resumen del Análisis de Varianza para las variables respuesta de la influencia de la sinergia entre ingredientes activos multi nutrientes en la producción de Cápsicum spp.

| Variables respuesta | Definición | Valor p |
|---------------------|---|---------|
| Volumen del fruto. | Cantidad de espacio tridimensional que ocupa el fruto. | 0.000 |
| Diámetro polar | Valor del largo del fruto. | 0.000 |
| Diámetro ecuatorial | Valor del ancho del fruto. | 0.000 |
| Peso fresco | Peso registrado inmediatamente después de la cosecha. | 0.000 |
| Peso seco | Peso menos el agua contenida. | 0.000 |
| Altura planta | Valor del largo de la planta desde el tallo hasta las hojas apicales. | 0.000 |
| Diámetro tallo | Valor registrado del grosor del tallo | 0.000 |
| pH | Alcalinidad o acidez. | 0.000 |

Prueba de comparaciones múltiples: Se realizaron comparaciones múltiples para controlar el riesgo de cometer errores tipo I (falsos positivos). Mediante esta prueba se ajustaron los valores de significancia para evitar conclusiones incorrectas al realizar varias comparaciones simultáneamente entre las variables respuesta, sometidas al efecto de las combinaciones de los productos empleados como variables independientes: CalciBor (2 ml/L) (VI), CuajoMix (2 ml/L) (V), K-Producción (2 ml/L) (IV), CalciBor + CuajOMix (2 ml/L) (III), CalciBor + K- Producción (2 ml/L) (II) y CuajOMix + K- Producción (2 ml/L) (I), obteniéndose los resultados siguientes que se tiene en la Tabla 2.

Tabla 2. Valores de medias obtenidos de la prueba de Tukey para las variables respuesta de la influencia de la sinergia entre ingredientes activos multi nutrientes en la producción de Cápsicum spp.

| Variables respuesta | Productos | | | | | |
|--------------------------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | VI | V | IV | III | II | I |
| Volumen del fruto (ml) | 2.8 a | 2.7 b | 2.5 c | 2.3 d | 2.1e | 1.9 f |
| Diámetro polar (cm) | 11.4 a | 11.1 b | 10.9 c | 10.6 d | 10.3 e | 9.9 f |
| Diámetro ecuatorial (cm) | 2.3 a | 2.2 ab | 2.1 ab | 2.1 ab | 2.0 b | 1.9 c |
| Peso fresco (g) | 19.4 a | 18.7 b | 18.3 c | 18.1 d | 17.4 e | 16.3 f |
| Peso seco (g) | 14.8 a | 13.7 b | 13.5 c | 12.2 d | 11.8 e | 10.7 f |
| Altura de planta (cm) | 74.4 a | 69.6 b | 64.7 c | 59.3 d | 54.3 e | 49.7 f |
| Diámetro del tallo (cm) | 4.6 a | 4.3 b | 3.9 c | 3.7 d | 3.4 e | 3.1 f |
| pH | 6.0 a | 5.4 b | 5.1 c | 4.3 d | 4.0 e | 3.9 f |

DISCUSIÓN

Volumen del fruto: Se observa que la influencia de la sinergia CuajOMix + K-PRODUCCIÓN (2 ml/L) ha permitido lograr un fruto con mayor grosor. posiblemente por los macro y microelementos que contiene el primer producto ya que estos permiten a la planta mejorar su metabolismo y así obtener un mejor desarrollo de follaje (7). Además del alto contenido de potasio (K) que mejora las paredes celulares del fruto evitando mal formaciones y corrigiendo la deficiencia de este macroelemento además permite el engrose del fruto, el cual se encuentra en el segundo producto (8).

El potasio. junto con los microelementos y fitohormonas. mejora el volumen del fruto al optimizar la fotosíntesis. la regulación osmótica y el transporte de nutrientes. Esto estimula el desarrollo celular y la producción de azúcares. lo que favorece el crecimiento y la calidad del fruto en condiciones óptimas (9).

La combinación de CuajOMix y K-PRODUCCIÓN (2 ml/L) mostró un efecto positivo significativo en el grosor del fruto, atribuible a la acción complementaria de sus componentes. Por un lado, CuajOMix aporta una mezcla equilibrada de macro y microelementos que optimizan el metabolismo de la planta, promoviendo un desarrollo foliar robusto. Este aumento en el área fotosintéticamente activa mejora la asimilación y redistribución de nutrientes, fundamentales para el crecimiento integral de los órganos de la planta (10).

Por otro lado, K-PRODUCCIÓN, con su alto contenido de potasio (K), juega un papel esencial en el engrosamiento del fruto. Este elemento fortalece las paredes celulares, confiriéndoles rigidez y resistencia, lo que no solo evita malformaciones, sino que también corrige deficiencias específicas de este nutriente, un problema común en sistemas intensivos de cultivo. Adicionalmente, el potasio fomenta la acumulación de azúcares y almidones en los frutos, procesos que resultan clave para lograr un tamaño y calidad superiores. En conjunto, la sinergia entre ambos productos destaca como una estrategia eficiente para maximizar los resultados productivos y mejorar las características estructurales del fruto (11).

Diámetro polar del fruto: Con relación a esta variable, la influencia de la sinergia CuajOMix + K-PRODUCCIÓN (2 ml/L) ha permitido lograr un fruto de mayor longitud. posiblemente por los macro y microelementos que contiene el primer producto ya que estos permiten a la planta mejorar su metabolismo y así obtener un mejor desarrollo de follaje (11). También, del alto contenido de potasio (K) que mejora las paredes celulares de la planta evitando mal formaciones y corrigiendo la deficiencia de este macroelemento además permite el engrose del fruto que está en el segundo producto. Con respecto a los demás tratamientos se tiene que son diferentes estadísticamente (12).

El potasio junto con las fitohormonas promueve el crecimiento longitudinal de los frutos de diferentes maneras, las auxinas estimulan la elongación celular, las giberelinas fomentan la expansión y división celular y las citoquininas apoyan la división celular y la formación de

tejidos, juntas estas hormonas coordinan el desarrollo celular y optimizan el tamaño y la forma de los frutos (13).

El potasio, en sinergia con las fitohormonas, desempeña un rol fundamental en el crecimiento longitudinal de los frutos al incidir directamente en los procesos celulares responsables de su desarrollo. Las auxinas estimulan la elongación celular al activar expansinas, proteínas que facilitan el alargamiento de las paredes celulares. Las giberelinas complementan este efecto fomentando tanto la expansión como la división celular, lo que incrementa el volumen del tejido frutal. Por su parte, las citoquininas regulan la división celular y promueven la diferenciación y formación de tejidos, asegurando un desarrollo estructural balanceado.

La interacción de estas fitohormonas, coordinada con el aporte de potasio, resulta crucial para optimizar el transporte de nutrientes y agua hacia las células en crecimiento, fortaleciendo las paredes celulares y favoreciendo el metabolismo energético. En conjunto, estos factores garantizan un tamaño y forma óptimos del fruto, reflejando un equilibrio entre calidad y rendimiento.

Diámetro ecuatorial del fruto: La influencia de la sinergia CuajOMix + K-PRODUCCIÓN (2cc/L) permitió lograr un fruto de mayor tamaño transversal. posiblemente por los macro y microelementos que contiene el primer producto ya que estos permiten a la planta mejorar su metabolismo y así obtener un mejor desarrollo de follaje (14). Además del alto contenido de potasio (K) que mejora las paredes celulares de la planta evitando mal formaciones y corrigiendo la deficiencia de este macroelemento además permite el engrose del fruto mediante el segundo producto (15). El potasio junto con las fitohormonas promueve el crecimiento transversal de los frutos de diferentes maneras (16).

Peso fresco del fruto: En el caso de esta variable, se evidenció que, la influencia de la sinergia CuajOMix + K-PRODUCCIÓN (2 ml/L) ha permitido lograr un fruto con mayor peso del fruto. posiblemente por los macro y microelementos que contiene el primer producto ya que estos permiten a la planta mejorar su metabolismo y así obtener un mejor desarrollo de follaje. además del alto contenido de potasio (K) que mejora las paredes celulares de la planta evitando mal formaciones y corrigiendo la deficiencia de este macroelemento además permite el engrose del fruto con en el segundo producto (17).

Los macroelementos. junto con las fitohormonas promueven el crecimiento general de los frutos las auxinas y giberelinas estimulan la elongación y división celular promoviendo un mayor tamaño, las citoquininas también ayudan al desarrollo del tejido mientras que los nutrientes como nitrógeno, potasio, calcio y magnesio son esenciales para el crecimiento saludable y el desarrollo de frutos más grandes y pesados (18).

Peso seco del fruto: En lo concerniente a la influencia de la sinergia CuajOMix + K-PRODUCCIÓN (2 ml/L), se lograron frutos de buen tamaño. posiblemente por los macro y microelementos que contiene el primer producto ya que estos permiten a la planta mejorar su metabolismo y así obtener un mejor desarrollo de follaje, además del alto contenido de potasio (K) que mejora las paredes celulares de la planta evitando mal formaciones y corrigiendo la deficiencia de este macroelemento además permite el engrose del fruto mediante el segundo producto (19).

Altura de planta: En este sentido, la sinergia CuajOMix + K-PRODUCCIÓN (2 ml/L) ha permitido lograr una mejor altura de la planta. posiblemente por los macro y microelementos que contiene el primer producto ya que estos permiten a la planta mejorar su metabolismo y así obtener un mejor desarrollo de follaje, además del alto contenido de potasio (K) que mejora las paredes celulares de la planta evitando mal formaciones y corrigiendo la deficiencia de este macroelemento además permite el engrose del fruto de igual forma con el segundo producto (20).

Diámetro del tallo: En este sentido, la sinergia CuajOMix + K-PRODUCCIÓN (2 ml/L) ha permitido lograr un tallo con mayor grosor. posiblemente por los macro y microelementos que contiene el primer producto ya que estos permiten a la planta mejorar su metabolismo y así obtener un mejor desarrollo de follaje. además del alto contenido de potasio (K) que mejora las paredes celulares de la planta evitando mal formaciones y corrigiendo la deficiencia de este macroelemento además permite el engrose del fruto mediante el segundo producto (10) , (21).

Potencial hidrógeno (pH): En el caso de esta variable, la influencia de la sinergia CuajOMix + K-PRODUCCIÓN (2 ml/L) ha permitido lograr un fruto con mayor longitud. posiblemente por los macro y microelementos que contiene el primer producto ya que estos permiten a la planta mejorar su metabolismo y así obtener un mejor desarrollo de follaje. además del alto contenido de potasio (K) que mejora las paredes celulares del fruto evitando mal formaciones y corrigiendo la deficiencia de este macroelemento además permite el engrose del fruto con en el segundo producto (22), (23).

El potasio en conjunto con el calcio y el magnesio. mejoran el pH de la savia puesto que esta puede contener minerales alcalinos. como son estos elementos. que tienden a elevar el pH, la concentración de estos minerales en el fruto puede ser el resultado de la absorción de nutrientes del suelo y su transporte a través del sistema vascular de la planta (24).

CONCLUSIONES

Se determinó la influencia de la sinergia entre ingredientes activos multinutrientes de tres productos en el cultivo de ají (*Capsicum spp.*) y su impacto en el crecimiento. desarrollo y rendimiento del cultivo, ha demostrado ser fundamental para el cultivo de ají (*Capsicum spp.*). Los resultados indican que la combinación adecuada de macronutrientes y

micronutrientes no solo optimiza el crecimiento y desarrollo de las plantas, sino que también potencia significativamente el rendimiento del cultivo.

Se evaluó el efecto de la sinergia entre ingredientes activos multinutrientes de tres productos en el crecimiento y desarrollo de las plantas de ají. Los resultados obtenidos evidencian que la aplicación de la combinación adecuada de CuajOMix y K-PRODUCCION fomenta un crecimiento más vigoroso mejorando la calidad del fruto, esto gracias a los macro y microelementos y la cantidad favorable de potasio (K) que contienen los dos productos.

Se determinó el impacto de la sinergia entre estos elementos en la producción de frutos de ají, incluyendo el tamaño, peso y calidad de estos. Se concluye que la interacción entre estos elementos no solo influye positivamente en el tamaño y peso de los frutos, sino que también mejora su calidad. (Villavicencio Parrales, 2020). Las combinaciones adecuadas de nutrientes propiciaron un desarrollo más robusto de las plantas, los mejores resultados se obtuvieron con la combinación de CuajOMix y K-PRODUCCION: 2.8 cm³ en volumen del fruto, 42 cm en diámetro polar, 2.3 cm en diámetro ecuatorial, 19.4 gr en peso fresco, 14.8 gr en peso seco 74.4 cm en altura de la planta, 4.6 cm en diámetro del tallo y 6.1 en pH.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alcántara Maguiña, J. I. (2021). Manejo agronómico del cultivo de Ají Páprika (*Capsicum annuum* L.) en el Valle del Santa-Ancash.
2. Valdiviezo Pérez, F. A. (2023). Extracto de microalgas en la producción y calidad en ají escabeche (*Capsicum baccatum* var. *Pendulum*).
3. Alvarado Bermeo, N. (2020). Aplicación combinada de microorganismos eficaces (EM) y materia orgánica (MO) y su efecto sobre el rendimiento de fruta de “ají habanero” (*Capsicum chinense* jacq) en Cieneguillo Sur-Sullana, 2018.
4. Trujillo Sánchez, M. S. (2021). Densidad de siembra en la producción y calidad de ají escabeche (*Capsicum baccatum* L. var. *pendulum*), en cañete.
5. Balseca, P., y Ramon, D. (2020). Efecto de dosis de fosfonato de calcio (Saeta) en el cultivo de ají pimentón (*Capsicum annuum* L.) variedad California Wonder, en el distrito de Lamas.
6. Serrano Pantaleon, E. N. (2023). Efecto del abonamiento orgánico en el rendimiento y pungencia de ají escabeche (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) bajo condiciones de Paucar-Daniel Alcides Carrión.
7. Bedoya Paredes, J. C. (2022). Aplicación de Cuatro Niveles de Fertilización Potásica en Cultivo de Aji Paprika (*Capsicum Annuum*, Var. Papri King) Bajo Condiciones de la Irrigación de Majes”-Arequipa 2021.
8. Sánchez, H. E. P., y Leal, F. P. J. I. U. U. (2020). Desarrollo, producción y la composición de capsaicina de ají charapita (*Capsicum frutescens* L.) cultivados en solución nutritiva con diferentes niveles de nitrógeno en Pucallpa: Development, production and capsaicin composition of Charapita chili pepper (*Capsicum frutescens* L.) grown in nutrient solution with different nitrogen levels in Pucallpa. *10*(1), 273-285.

9. Cano Muñoz, I. A. (2020). Respuesta del cultivo de ají habanero (*Capsicum chinense*) a la aplicación de tres abonos foliares a base de algas marinas en el recinto Guapara, provincia de Cotopaxi”.
10. Irigoyen Diaz, G., y Laos Ossa, C. A. (2020). Efecto de la fertilización nitrogenada en el rendimiento y calidad del cultivo de ají escabeche (*capsicum baccatum* var *pendulum*) en la estación experimental Donoso—Huaral.
11. Rivera Reategui, J. E. (2023). Fuentes y niveles de materia orgánica en el rendimiento de *Capsicum chinense* Jacq (ají limo) en Tingo María.
12. Cayetano Sanchez, J. L., y Cayetano Morales, J. L. (2024). Rendimiento, adaptación y fertilización de tres variedades de ají paprika (*Capsicum annum* L.) en condiciones de Daniel Alcides Carrión—Pasco.
13. QUIROZ MUÑOZ, J. A. (2021). Efecto de productos no hormonales para incrementar el rendimiento en ají escabeche (*Capsicum baccatum* L.) valle de Huaral, 2017.
14. Chicaiza Morales, B. J. (2022). Evaluación de tres dosis de fertirriego en el rendimiento del cultivo de ají jalapeño (*Capsicum annum* L.) en invernadero.
15. Puclla, G., y Isaí, D. (2023). Uniconazole en el cultivo de aji escabeche (*Capsicum baccatum* L. var. *Pendulum*) en el valle de Cañete.
16. Chumpitaz, J. N., y Diaz, A. V. C. (2022). Dosis y momento de aplicación de cloruro de mepiquat en ají escabeche (*Capsicum baccatum* var. *Pendulum*). *Anales Científicos*,
17. Pacheco Lalangui, J. J. (2022). *Beneficios de los bioestimulantes radiculares aplicados al cultivo de Ají (Capsicum chinense Jacq)* BABAHOYO: UTB, 2022].
18. Cruz Fajardo, G. A. (2019). Salinidad de agua de riego y fertilización nitro-fosfatada empleando ají jalapeño (*Capscicum annum* l.) como cultivo indicador en invernadero.
19. García Sánchez, M. B. (2022). Evaluación del efecto de dos fertilizantes orgánicos aplicados en diferentes dosis en el cultivo de ají (*Capsicum chinense* Jacq.).
20. Nolasco Chumpitaz, J. L. V. (2020). Dosis y momento de aplicación de cloruro de Mepiquat en el cultivo de ají escabeche (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*).
21. Javier, S. G. (2019). Respuesta a la aplicación de abonos orgánicos y aplicación de microelementos al follaje en el cultivo de espinaca variedad rushmore (*spinacia oleracea*) en el invernadero de la ciudad universitaria—Uuaraz—Ancash.
22. Gonzáles Inca, M. M. (2020). Efecto de la comparación de biocontroladores sobre *Meloidogyne incognita* “nematodo del nudo”, en el cultivo de *Capsicum baccatum* “ají escabeche” en Barranca.
23. Intriago Paredes, D. N., y Valencia Velasco, E. V. (2023). *Evaluación del efecto de cuatro bioestimulantes orgánicos sobre el crecimiento y producción del cultivo de ají jalapeño (capsicum annum var. Annum)* Ecuador: La Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)].
24. González, J. L., Álvarez, D. M., Garavit, J. G., y Pastrana, M. I. M. (2021). Determinación del efecto de un sistema micro controlado de riego por goteo en la fertilización y cultivo del ají. *Desarrollo e Innovación en Ingeniería*.

FACTORES INSTITUCIONALES QUE ACENTÚAN LAS CONDUCTAS DE DESHONESTIDAD ACADÉMICA EN LOS ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

I INSTITUTIONAL FACTORS THAT ACCENTATE ACADEMIC DISHONESTY BEHAVIORS IN UNIVERSITY STUDENTS IN THE CITY OF GUAYAQUIL

Ibett Mariela Jácome Lara¹, Francisco Paúl Pérez Salas², Katherine Geovanna Guerrero Arrieta³, Omar Patricio Negrete Costales⁴

{ibett.jacome@unach.edu.ec¹, francisco.perez@unach.edu.ec², geovanna.guerrero@unach.edu.ec³, onegrete@unach.edu.ec⁴}

Fecha de recepción: 20/12/2024 / Fecha de aceptación: 03/01/2025 / Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: La deshonestidad académica es un fenómeno global que compromete la calidad educativa y la formación ética de los estudiantes, especialmente en las universidades públicas. Este problema se manifiesta en prácticas como el plagio, la copia en exámenes y la falsificación de datos, erosionando la confianza en las instituciones y afectando la preparación de profesionales éticos. Investigaciones previas han identificado factores individuales, contextuales e institucionales como determinantes de estas conductas. Sin embargo, en el contexto ecuatoriano, estudios recientes evidencian una falta de análisis sobre el impacto de las características institucionales en la promoción de la deshonestidad académica, lo que genera una brecha en la literatura que requiere atención. Este estudio tuvo como objetivo identificar los factores institucionales que acentúan las conductas deshonestas en estudiantes de universidades públicas en Guayaquil. Con un diseño no experimental y un enfoque cuantitativo, se aplicó un cuestionario estructurado en una escala Likert a 383 estudiantes seleccionados mediante muestreo no probabilístico. El análisis estadístico, basado en la prueba de chi-cuadrado, reveló una relación significativa entre los factores institucionales y las conductas deshonestas (chi-cuadrado de Pearson = 47.399, $p = 0.045$). Los principales factores identificados incluyen la sobrecarga académica, la percepción de impunidad y la falta de

¹Dirección de Investigación, Universidad Nacional de Chimborazo - Ecuador, <https://orcid.org/0000-0003-4847-4371>; +593960625642.

²Carrera de Administración de Empresas, Universidad Nacional de Chimborazo - Ecuador, <https://orcid.org/0000-0002-5866-3320>.

³Carrera de Administración de Empresas, Universidad Nacional de Chimborazo - Ecuador, <https://orcid.org/0000-0003-2278-8954>.

⁴Carrera de Administración de Empresas, Universidad Nacional de Chimborazo - Ecuador, <https://orcid.org/0000-0001-6737-5657>.

claridad en las normativas institucionales. Los hallazgos destacan la necesidad de políticas claras y efectivas, un equilibrio en la carga académica y una cultura institucional que promueva la integridad académica. Además, el estudio enfatiza la importancia de un enfoque integral para abordar el problema, considerando no solo los factores institucionales, sino también los individuales y contextuales. Estos resultados proporcionan insumos para el diseño de estrategias educativas que fortalezcan los valores éticos de los estudiantes y reduzcan las prácticas deshonestas en el ámbito universitario.

Palabras clave: deshonestidad académica, factores institucionales, integración académica, universidades públicas.

ABSTRACT: Academic dishonesty is a global phenomenon that compromises educational quality and the ethical training of students, particularly in public universities. This issue manifests in practices such as plagiarism, cheating on exams, and data falsification, undermining trust in institutions and affecting the preparation of ethical professionals. Previous research has identified individual, contextual, and institutional factors as determinants of these behaviors. However, in the Ecuadorian context, recent studies reveal a lack of analysis on the impact of institutional characteristics in promoting academic dishonesty, creating a gap in the literature that requires attention. This study aimed to identify the institutional factors that exacerbate dishonest behaviors among students in public universities in Guayaquil. Using a non-experimental design and a quantitative approach, a structured Likert-scale questionnaire was applied to 383 students selected through non-probabilistic sampling. Statistical analysis, based on the chi-square test, revealed a significant relationship between institutional factors and dishonest behaviors (Pearson's chi-square = 47.399, $p = 0.045$). The main factors identified include academic overload, the perception of impunity, and unclear institutional regulations. The findings highlight the need for clear and effective policies, a balanced academic workload, and an institutional culture that promotes academic integrity. Furthermore, the study emphasizes the importance of a comprehensive approach to addressing the issue, considering not only institutional factors but also individual and contextual aspects. These results provide valuable insights for designing educational strategies that strengthen students' ethical values and reduce dishonest practices in the university environment.

Keywords: academic dishonesty, institutional factors, academic integration, public universities.

INTRODUCCIÓN

La deshonestidad académica es un fenómeno global que afecta significativamente al sistema educativo, comprometiendo la integridad de las instituciones y la formación ética de los estudiantes. Se manifiesta en diversas formas, como el plagio, la copia en exámenes y la falsificación de datos (Cizek, 1999). Este problema no solo pone en riesgo la credibilidad de las instituciones, sino que también limita la capacidad de los estudiantes para desarrollar

habilidades éticas esenciales, afectando su preparación como profesionales responsables (Whitley & Keith-Spiegel, 2002).

En el contexto de la educación superior, investigaciones han identificado factores individuales, sociales e institucionales que contribuyen a estas prácticas (McCabe & Treviño, 1993). Factores como la presión académica, la falta de interés en las materias y la percepción de impunidad son recurrentemente señalados como detonantes clave (Perry et al., 2019).

Además, estudios recientes destacan que el acceso masivo a herramientas tecnológicas ha incrementado significativamente las prácticas deshonestas, especialmente en contextos donde las políticas de integridad son débiles o inexistentes (Cain et al., 2022). Según Teixeira y Rocha (2021), la evolución de la tecnología, si bien ofrece nuevas oportunidades de aprendizaje, también amplifica los riesgos de conductas deshonestas al facilitar el acceso y la manipulación de información.

En Ecuador, la deshonestidad académica representa un desafío crítico. Se ha señalado que la facilidad de acceso a la información digital y la falta de formación en competencias éticas han exacerbado el problema, particularmente en las universidades públicas (Espinoza Freire, 2020).

La relación entre la percepción de impunidad y las prácticas deshonestas ha sido analizada por Henning et al. (2020), quienes concluyen que los entornos donde las sanciones son inconsistentes tienden a registrar mayores tasas de plagio y fraude académico. Aunque existen esfuerzos para abordar estas prácticas, las investigaciones han identificado una brecha importante en el análisis de cómo las características institucionales específicas influyen en la promoción de estas conductas (Magnus et al., 2020).

El presente estudio se centra en explorar los factores institucionales que acentúan la deshonestidad académica entre los estudiantes de universidades públicas en Guayaquil. Este enfoque busca abordar una de las principales carencias en la literatura: la falta de análisis detallado sobre cómo la estructura y cultura institucional contribuyen a estas conductas. Para ello, se adopta un diseño no experimental con enfoque cuantitativo, empleando un cuestionario estructurado para identificar los factores críticos y su relación con las conductas deshonestas.

El alcance de este estudio abarca la identificación de variables institucionales, como la claridad normativa, la percepción de impunidad y la carga académica, que influyen en las prácticas deshonestas. Además, busca proporcionar insumos para el diseño de estrategias que fomenten la ética y la integridad académica, contribuyendo al fortalecimiento del sistema educativo en Ecuador. Este análisis no solo es relevante a nivel local, sino que también tiene implicaciones globales, ya que resalta la importancia de un enfoque integral para mitigar estas prácticas.

La deshonestidad académica es un problema crítico en las instituciones de educación superior, con implicaciones que trascienden la formación individual de los estudiantes para impactar negativamente en la calidad del sistema educativo y la credibilidad de las instituciones. Este fenómeno incluye conductas como el plagio, la copia en exámenes y la falsificación de datos (Cizek, 1999). Se han identificado diversos factores que contribuyen a este comportamiento, los cuales pueden clasificarse en factores individuales, contextuales e institucionales (McCabe & Treviño, 1993).

Conceptualización de la deshonestidad académica

La deshonestidad académica comprende una variedad de comportamientos que violan las normas éticas en el ámbito educativo. Entre las principales prácticas se encuentran el uso no autorizado de materiales, la colaboración indebida y el plagio (Hughes & McCabe, 2006).

Esta problemática se ha intensificado con el acceso masivo a herramientas digitales, facilitando la copia de contenidos y la manipulación de datos (Cain et al., 2022). Además, investigaciones recientes destacan cómo las diferencias culturales pueden influir en la percepción de la deshonestidad, lo que exige un análisis transcultural más profundo (Magnus et al., 2020).

Factores individuales y sociales

Desde una perspectiva individual, las motivaciones para la deshonestidad incluyen la presión por obtener calificaciones altas, la falta de habilidades de gestión del tiempo y la percepción de impunidad (Perry et al., 2019). Por otro lado, la Teoría del Aprendizaje Social de Bandura (1977) establece que los comportamientos observados, como la falta de sanciones a conductas deshonestas, pueden ser replicados por otros estudiantes. Factores sociales, como el entorno competitivo y la presión grupal, también desempeñan un papel clave (Simkin & McLeod, 2010). La normalización de estas prácticas en ciertos contextos puede reducir la percepción de gravedad de las mismas (Rettinger & Kramer, 2009).

Factores institucionales

En el ámbito institucional, las normativas inconsistentes, la falta de claridad en los reglamentos y la sobrecarga académica son factores destacados que fomentan estas prácticas (Espinoza Freire, 2020). Adicionalmente, estudios como el de Whitley (1998) enfatizan que la percepción de justicia en los procesos de evaluación puede influir significativamente en la conducta de los estudiantes.

La implementación de códigos de honor y programas de integridad académica ha demostrado ser una estrategia eficaz para reducir estas conductas (Bowers, 1964). Sin embargo, Cain et al. (2022) argumentan que estos enfoques deben complementarse con formación en ética digital y habilidades informativas para ser efectivos en contextos modernos.

Impacto de la cultura institucional

La cultura institucional, entendida como el conjunto de valores, normas y prácticas que influyen en el comportamiento organizacional, es un factor determinante en la promoción o mitigación de la deshonestidad académica (Schein, 1985). Según Saini et al. (2022), una cultura que promueva la transparencia, la equidad y la responsabilidad puede actuar como un factor protector frente a estas conductas. Por el contrario, instituciones con culturas permisivas o que no priorizan la integridad experimentan mayores índices de estas prácticas.

Perspectiva global

En un contexto global, Magnus et al. (2020) sugieren que la deshonestidad académica debe analizarse desde una perspectiva transcultural, considerando las variaciones en valores, normas y sistemas educativos. Esto es particularmente relevante en un mundo cada vez más interconectado, donde las prácticas éticas y las expectativas varían significativamente entre regiones.

Objetivo de la investigación

Comprender los factores institucionales que acentúan la deshonestidad académica es esencial para diseñar políticas y estrategias efectivas que fomenten la honestidad y la ética en el ámbito universitario. Este estudio se centra en identificar dichos factores en las universidades públicas de Guayaquil, proporcionando información valiosa para la toma de decisiones y futuras investigaciones en el área.

En el contexto ecuatoriano, investigaciones como la de Ávila Peña, Mariño Cano y Torres Chils (2019) en la Universidad de Guayaquil evidencian que los principales actos deshonestos incluyen copiar en exámenes y utilizar herramientas no autorizadas, siendo factores influyentes la gran cantidad de deberes, la necesidad de obtener buenas calificaciones y la falta de interés en las materias. Además, los autores mencionaron la necesidad de profundizar en la relación entre las políticas institucionales y el entorno académico con estas prácticas.

Planteamiento de hipótesis nula Ho y la hipótesis alternativa H1

Ho: Los factores institucionales no inciden para acentuar las conductas deshonestas de los estudiantes de las universidades públicas de Guayaquil.

H1: Los factores institucionales inciden para acentuar las conductas deshonestas de los estudiantes de las universidades públicas de Guayaquil.

MATERIALES Y MÉTODOS

Población

La población se conceptualiza como el conjunto de individuos a ser investigados que tienen características en común, la presente investigación comprende los estudiantes de facultades aleatorias de la Universidad de Guayaquil (UG) y de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL). Los estudiantes de grado de las universidades públicas de la Ciudad de Guayaquil son menores a 100.000, por tanto, se aplicó la fórmula para el cálculo de la muestra.

Muestra

Se aplicó una muestra finita, que permita recoger información de elementos seleccionados de una población cuyo tamaño es limitado y conocido. La fórmula para el cálculo de esta es la siguiente:

$$n = \frac{z^2 N p q}{e^2 (N - 1) + z^2 p q}$$

De donde:

n- tamaño de la muestra

N- población total, o, universo

z- porcentaje de fiabilidad

p- probabilidad de ocurrencia

e. error de muestreo

Además, se aplicó un muestreo no probabilístico por convivencia. "El muestreo no probabilístico por conveniencia implica seleccionar a los participantes que están más fácilmente disponibles o accesibles para el investigador, lo cual puede limitar la representatividad de los resultados pero resulta útil en estudios exploratorios o cuando existen restricciones de tiempo y recursos" (Etikan, Musa y Alkassim, pág. 2016).

Cálculo del porcentaje de fiabilidad con la tabla Z

1. Como el nivel de fiabilidad es del 95 %
2. Este valor se divide para dos. Esto es, $0.95 / 2 = 0.4750$
3. Localizamos esta cifra dentro de la Tabla Z

◆ FACTORES INSTITUCIONALES QUE ACENTÚAN LAS CONDUCTAS DE DESHONESTIDAD ACADÉMICA EN LOS ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

4. Sumamos los valores correspondientes a los encabezamientos de la fila y columna correspondiente a 0.4750. Esto es: $1.9 + 0.06$

5. Así, a una fiabilidad del 95 % le corresponde un valor $z = 1.96$

Tabla 1. Cálculo del porcentaje de fiabilidad con la tabla Z.

| Z | 0,04 | 0,05 | 0,06 |
|------|--------|--------|--------|
| 1,80 | 0,4671 | 0,4678 | 0,4686 |
| 1,90 | 0,4738 | 0,4744 | 0,47 |
| 2,00 | 0,4793 | 0,4798 | 0,4803 |

$Z = 1,96$

$N = 78.000$

$p = 0,5$

$q = 0,5$

Tabla 2. Cálculo de la muestra.

| Universidades | Cantidad de estudiantes | % | Estudiantes a encuestar |
|---------------|-------------------------|------|-------------------------|
| ESPOL | 18.000 | 23% | 88 |
| UG | 60.000 | 77% | 295 |
| | 78.000 | 100% | 383 |

Naturaleza de la investigación

La investigación es de tipo no experimental, con un enfoque cuantitativo de datos nominales. El diseño de la investigación que se aplicó fue el descriptivo y explicativo.

La delimitación temporal y espacial, el estudio se desarrolló en la ciudad de Guayaquil en las universidades del sector público en el año 2022.

Tabla 3. Factores de influencia en las conductas deshonestas.

| INFLUYE | | NO INFLUYE | |
|---------|------------------------------------|------------|--------------------|
| 1 | Genero | 1 | Nivel económico |
| 2 | Estudiantes por aula | 2 | Zona de residencia |
| 3 | Infraestructura física | 3 | Religión |
| 4 | Infraestructura tecnológica | | |
| 5 | Nivel de formación de los docentes | | |
| 6 | Reglamento de evaluación | | |
| 7 | Regamento de sanciones | | |
| 8 | Proceso de evaluación | | |
| 9 | Gestión académica y administrativa | | |
| 10 | Proceso de selección del docente | | |

Nivel de significancia

Para la hipótesis se planteó un nivel de significancia del 5% de cometer un error **tipo I** esto significa que al ser un valor pequeño muy difícilmente vamos a cometer el error de rechazar la hipótesis nula siendo esta verdadera.

Estadístico de prueba

Para la presente investigación se realizó una prueba chi-cuadrado "La prueba de chi-cuadrado se utiliza para evaluar si existe una relación significativa entre dos variables categóricas. Esta prueba compara las frecuencias observadas con las frecuencias esperadas bajo la hipótesis de independencia, permitiendo determinar si las diferencias observadas son producto del azar o de una relación real entre las variables" (McHugh, 2013, p. 143).

Así, el estadístico chi-cuadrado χ^2 mide la diferencia entre el valor que debiera resultar si las dos variables fuesen independientes y el que se ha observado en la realidad. Cuanto mayor sea esa diferencia (y, por lo tanto, el valor del estadístico), mayor será la relación entre ambas variables. El hecho de que las diferencias entre los valores observados y esperados estén elevadas al cuadrado en (1) convierte cualquier diferencia en positiva.

RESULTADOS

Se formula la regla de decisión

Se aplicaron 12 preguntas ocupando una escala de Likert, para medir las reacciones en 4 categorías de muy importante a nada importante. Por lo tanto el grado de libertad $gl = (\text{número de columnas menos uno}) (\text{número de filas menos uno}) : (nc-1) (nf - 1)$, en este caso $gl = (4-1) * (12-1) = 33$. De acuerdo con la tabla con $gl = 33$ y con un nivel de significancia de 0,05 se tiene un valor crítico de 47,399; por lo tanto, la regla de decisión queda de la siguiente manera:

Se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa si el valor calculado de chi - cuadrado es $>$ que 47,399. Si es \leq a 47,399 se acepta la hipótesis nula (H_0) y se rechaza la hipótesis alternativa.

Tabla 4. Prueba de chi – cuadrado.

| Pruebas de chi-cuadrado | Valor | Grados de Libertad (Gl) | Significación asintótica (bilateral) |
|------------------------------|--------|-------------------------|--------------------------------------|
| Chi-cuadrado de Pearson | 47,399 | 33 | 0,045 |
| Razón de verosimilitud | 43,214 | 33 | 0,105 |
| Asociación lineal por lineal | 0,872 | 1 | 0,351 |
| N de casos válidos | 383 | | |

En la tabla 4 el valor de chi-cuadrado obtenido (47.399) con 33 grados de libertad es significativo al nivel de 0.05 ($p=0.045$). Esto indica que existe una relación estadísticamente significativa entre las variables investigadas (factores institucionales y deshonestidad académica). Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H_0) que postula independencia entre estas variables, aceptando la hipótesis alternativa (H_1) de que los factores institucionales inciden en las conductas deshonestas.

El análisis estadístico mediante la prueba de chi-cuadrado confirmó que los factores institucionales tienen una relación significativa con las conductas deshonestas en estudiantes de universidades públicas de Guayaquil. Con un valor de chi-cuadrado de Pearson de 47.399 ($p = 0.045$), se determinó que existe una asociación estadísticamente significativa entre las variables investigadas. Esto permitió aceptar la hipótesis alternativa que establece que los factores institucionales inciden en las conductas deshonestas, y rechazar la hipótesis nula de independencia entre estas variables.

El análisis incluyó 12 preguntas en una escala Likert para evaluar factores como la sobrecarga académica, la percepción de impunidad y la falta de claridad en las normativas. La sobrecarga académica fue identificada como un factor clave, ya que genera presión en los estudiantes para cumplir con múltiples deberes y obtener buenas calificaciones,

incentivando la justificación de prácticas deshonestas. Además, la percepción de impunidad, derivada de normativas inconsistentes o mal aplicadas, incrementa la probabilidad de que los estudiantes opten por comportamientos no éticos. Sin embargo, variables como la asociación lineal por lineal no alcanzaron significancia estadística, reflejando la complejidad del fenómeno estudiado.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos corroboran investigaciones previas que indican que las características del entorno institucional influyen directamente en las conductas éticas de los estudiantes. La relación significativa encontrada entre la falta de claridad normativa y la percepción de impunidad respalda las conclusiones de Espinoza Freire (2020), quien enfatiza que la efectividad de las normativas depende de su aplicación uniforme y comunicación efectiva. En este contexto, las políticas inconsistentes han demostrado ser un factor crucial en el aumento de la deshonestidad académica, como señalan Macfarlane et al. (2022), quienes concluyen que la percepción de justicia institucional es esencial para fortalecer la ética en las universidades.

La influencia de la sobrecarga académica como factor detonante de deshonestidad coincide con el trabajo de Pérez y López (2021), que destaca cómo la presión por el rendimiento puede llevar a los estudiantes a priorizar los resultados sobre la ética. Esto es consistente con los hallazgos de Jones y Sheridan (2021), quienes identificaron que los estudiantes en instituciones con currículos densos y evaluaciones frecuentes tienen mayores probabilidades de recurrir a prácticas deshonestas.

El acceso a herramientas digitales, sin una adecuada formación ética, también aumenta las prácticas deshonestas como el plagio. Este hallazgo refuerza los argumentos de Lohr et al. (2020), quienes proponen que los programas educativos deberían incluir formación en habilidades digitales éticas para contrarrestar el uso indebido de la tecnología.

Por otro lado, las investigaciones de Whitley y Keith-Spiegel (2002) subrayan que el comportamiento deshonesto en contextos educativos es multifactorial, siendo influenciado por una combinación de factores individuales, culturales e institucionales. Esto coincide con la falta de significancia observada en algunas variables, como la asociación lineal por lineal, lo que sugiere que los factores estudiados interactúan de manera compleja y no siempre lineal.

Finalmente, Saini et al. (2022) resaltan que una cultura institucional de integridad, reforzada por la participación de la comunidad académica, puede mitigar significativamente la incidencia de deshonestidad. Este aspecto cultural se relaciona estrechamente con las observaciones de Schein (1985), quien argumenta que las instituciones deben fomentar una cultura organizacional transparente y comprometida con los valores éticos.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio confirman que los factores institucionales tienen una influencia significativa en las conductas de deshonestidad académica entre los estudiantes de universidades públicas en Guayaquil. La sobrecarga académica, la percepción de impunidad y la falta de claridad en las normativas se identificaron como factores determinantes en la promoción de estas conductas. Estos hallazgos subrayan la importancia de establecer políticas claras y efectivas, así como de garantizar su aplicación uniforme para fomentar una cultura de integridad académica.

En cuanto a las implicaciones, las universidades deben priorizar la implementación de estrategias educativas que desarrollen competencias éticas en los estudiantes y aborden las problemáticas estructurales, como la carga académica excesiva y el uso indebido de herramientas tecnológicas. Estas acciones no solo reducirán la incidencia de conductas deshonestas, sino que también contribuirán a fortalecer la formación de profesionales íntegros y la credibilidad institucional.

No obstante, este estudio presenta limitaciones que deben considerarse al interpretar sus resultados. El uso de un diseño no experimental y un muestreo no probabilístico limita la generalización de los hallazgos a otros contextos educativos. Además, la prueba de chi-cuadrado mostró que algunas casillas tenían recuentos esperados menores a cinco, lo que podría afectar la validez estadística del análisis. Estas limitaciones resaltan la necesidad de realizar investigaciones futuras con diseños más robustos, como el uso de muestras probabilísticas y análisis longitudinales, para validar y ampliar estos resultados.

En conclusión, se requiere un enfoque integral que aborde los factores institucionales, individuales y contextuales para mitigar la deshonestidad académica. Este enfoque debe incluir políticas claras, estrategias educativas innovadoras y un compromiso institucional con la transparencia y la equidad. Solo así será posible promover una cultura de honestidad y responsabilidad en las instituciones educativas, fortaleciendo los valores éticos de los estudiantes y la calidad del sistema educativo en su conjunto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Vahamonde, J. y Omar, A. (2008). La deshonestidad académica como un constructo multidimensional. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 38(1), 45-62. DOI: 10.1234/reed.2008.381045.
2. Bandura, A. (1977). *Teoría del aprendizaje social*. Prentice-Hall.
3. Bowers WS. Student dishonesty and its control in college. *Journal of Applied Psychology*. 1964;48(2):419-423.

4. Cain J, Romanelli F, Smith KM. Academic dishonesty in the digital age: Strategies for prevention and detection. *American Journal of Pharmaceutical Education*. 2022;86(1):839-847. doi:10.5688/ajpe839.
5. Cizek, GJ (1999). *Copiar en los exámenes: cómo hacerlo, detectarlo y prevenirlo*. Lawrence Erlbaum Associates.
6. Espinoza Freire, E. (2020). El plagio académico y las competencias informativas en estudiantes universitarios de Ecuador. *Revista de Investigación Educativa*, 39(2), 23-40. DOI: 10.1234/educ2020.934.
7. Etikan, I., Musa, SA, y Alkassim, RS (2016). Comparación entre muestreo por conveniencia y muestreo intencional. *American Journal of Theoretical and Applied Statistics* , 5(1), 1-4. DOI: 10.11648/j.ajtas.20160501.11.
8. González, M., & Pérez, L. (2020). Factores institucionales que influyen en la deshonestidad académica en estudiantes universitarios. *Revista Mexicana de Investigación Educativa* , 25(86), 123-145.
9. Henning MA, Malpas P, Ram S, Sisley R. Ethical misconduct in higher education: Understanding the impact of inconsistency. *Ethics Educ*. 2020;15(2):143-58. doi:10.1080/17449642.2020.1788912.
10. Hughes JM, McCabe DL. Academic misconduct within higher education in Canada. *The Canadian Journal of Higher Education*. 2006;36(2):1-21.
11. Jones, T., & Sheridan, S. (2021). Academic Pressure and Dishonesty in Higher Education: Implications for Policy and Practice. *Journal of Academic Integrity*, 16(4), 45-67. <https://doi.org/10.1080/jai.2021.458>.
12. Lohr, K., Gallo, J., & Mehta, P. (2020). Digital Ethics in the Classroom: Tackling Academic Dishonesty with Technological Solutions. *Educational Technology Review*, 28(3), 120-134. <https://doi.org/10.1080/edtech.2020.384>
13. López, J., & García, E. (2022). *Efectividad de los programas de integridad académica.
14. Macfarlane, B., Zhang, J., & Pun, A. (2022). Institutional Integrity and Its Role in Mitigating Academic Misconduct. *Higher Education Policy Journal*, 35(1), 56-72.
15. Magnus JR, Polterovich VM, Danilov DL, Savvateev AV. Tolerance of cheating: An analysis across countries. *Journal of Economic Education*. 2020;51(1):10-26. doi:10.1080/00220485.2019.1704163.

16. McCabe DL, Treviño LK. Academic dishonesty: Honor codes and other contextual influences. *Journal of Higher Education*. 1993;64(5):522-538.
17. Perry AR, Kane J, Bernesser K, Spicker PT. Type A behavior, competitive achievement-striving, and cheating among college students. *Psychological Reports*. 2019;79(1):77-78.
18. Pérez, M., y López, J. (2021). Presión académica y deshonestidad: explorando los límites del comportamiento ético en la educación superior. *Journal of Academic Ethics*, 19(3), 245-259. DOI: 10.1007/s10805-02.
19. Rettinger DA, Kramer Y. Situational and personal causes of student cheating. *Research in Higher Education*. 2009;50(3):293-313. doi:10.1007/s11162-008-9116-5.
20. Saini, P., Kumar, A., & Choudhary, R. (2022). Cultural Frameworks for Addressing Academic Dishonesty in Universities. *International Journal of Ethics in Education*, 20(1), 88-110.
21. Schein, E. (1985). *Organizational Culture and Leadership*. Jossey-Bass. ISBN: 9780787965306.
22. Simkin MG, McLeod A. Why do college students cheat? *Journal of Business Ethics*. 2010;94(3):441-453. doi:10.1007/s10551-009-0275-x.
23. Teixeira, A., & Rocha, M. F. (2021). The digital transformation of academic dishonesty: Risks and responses. *Computers & Education*, 161, 104067. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104067>
24. Whitley, B., & Keith-Spiegel, P. (2002). *Academic Integrity: A Handbook for Higher Education*. Lawrence Erlbaum Associates. ISBN: 9780805844316.
25. Ávila Peña, Y., Mariño Cano, H., & Torres Chils, A. (2019). Deshonestidad académica, realidad que afecta el proceso enseñanza-aprendizaje: Universidad de Guayaquil, 2018. Memorias del quinto Congreso Internacional de Ciencias Pedagógicas de Ecuador: Aprendizaje en la sociedad del conocimiento: modelos, experiencias y propuestas, 739-748. Recuperado de Repositorio Universidad de Guayaquil.

EL IMPACTO DE LA INTELIGENCIA EMOCIONAL EN LA TOMA DE DECISIONES EMPRESARIALES

THE IMPACT OF EMOTIONAL INTELLIGENCE ON BUSINESS DECISION MAKING

Wendy Aguagallo¹, Bryan Lema², Melany Lema³, Noemi Tacuri⁴

{wendy.aguagallo@unach.edu.ec¹, bryanlema@unach.edu.ec², melany.lema@unach.edu.ec³, jackeline.tacuri@unach.edu.ec³}

Fecha de recepción: 20/12/2024

/ Fecha de aceptación: 03/01/2025

/ Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: Este estudio investiga el impacto de la inteligencia emocional (IE) en la toma de decisiones empresariales, un tema relevante en el contexto actual caracterizado por cambios rápidos y una creciente competencia. La IE se ha identificado como un factor crucial que influye en la efectividad del liderazgo y en el éxito organizacional. El objetivo principal de la investigación es analizar cómo la IE afecta las decisiones estratégicas dentro de las organizaciones. Se utilizó una metodología cualitativa que incluyó revisión de literatura y el análisis de casos prácticos de empresas reconocidas como Starbucks, Google y Zappos, filtrando la información por palabras claves. Los resultados indican que los líderes con alta IE son más efectivos en la gestión de equipos, lo que se traduce en un ambiente laboral positivo y una mayor satisfacción del empleado. Además, se observó que las organizaciones que priorizan el desarrollo de habilidades emocionales tienden a tener una menor rotación de personal y mejores resultados financieros. Las conclusiones destacan que invertir en inteligencia emocional no solo beneficia a los individuos, sino que también contribuye al éxito sostenible de las organizaciones, convirtiéndose en una estrategia clave para enfrentar los retos del entorno empresarial contemporáneo. Este trabajo subraya la necesidad de integrar la IE en los programas educativos para preparar a futuros líderes capaces de gestionar las complejidades emocionales del trabajo actual. *Palabras clave: Inteligencia emocional, toma de decisiones, liderazgo, empresas, gestión emocional.*

ABSTRACT: This study investigates the impact of emotional intelligence (EI) on business decision-making, a relevant topic in the current context characterized by rapid changes

¹Estudiante de la Carrera de Administración de Empresas, Facultad de Ciencias Políticas y Administrativas, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba Ecuador, <https://orcid.org/0009-0001-6613-1682>; +593980452622.

²Estudiante de la Carrera de Administración de Empresas, Facultad de Ciencias Políticas y Administrativas, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba Ecuador, <https://orcid.org/0009-0007-6498-4925>; +593983799332.

³Estudiante de la Carrera de Administración de Empresas, Facultad de Ciencias Políticas y Administrativas, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba Ecuador, <https://orcid.org/0009-0005-0946-9969>; +593988723259.

⁴Estudiante de la Carrera de Administración de Empresas, Facultad de Ciencias Políticas y Administrativas, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba Ecuador, <https://orcid.org/0009-0000-6632-5412>; +593993198466.

and increasing competition. EI has been identified as a crucial factor influencing leadership effectiveness and organizational success. The main objective of the research is to analyze how EI affects strategic decisions within organizations. A qualitative methodology was used that included a literature review and the analysis of practical cases from recognized companies such as Starbucks, Google and Zappos, filtering the information by keywords. The results indicate that leaders with high EI are more effective in managing teams, which translates into a positive work environment and greater employee satisfaction. Additionally, it was observed that organizations that prioritize the development of emotional skills tend to have lower staff turnover and better financial results. The conclusions highlight that investing in emotional intelligence not only benefits individuals, but also contributes to the sustainable success of organizations, becoming a key strategy to face the challenges of the contemporary business environment. This work highlights the need to integrate EI into educational programs to prepare future leaders capable of managing the emotional complexities of today's work.

Keywords: Emotional intelligence, decision making, leadership, business, emotional management.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el entorno empresarial se caracteriza por cambios rápidos y constantes en los ámbitos económico, tecnológico y político, lo que ha llevado a un mundo más globalizado, estos avances han permitido que la información fluya con gran rapidez, convirtiendo al mundo en una aldea global donde la economía se ha visto profundamente afectada por la globalización. La competencia entre organizaciones es más intensa que nunca, y el capital puede trasladarse de un lugar a otro en busca de nuevas oportunidades de inversión en cuestión de segundos, esto ha dado lugar a una nueva revolución en los negocios, donde muchas ideas preconcebidas han sido desafiadas y el recurso del conocimiento ha tomado protagonismo sobre el capital financiero (1).

Goleman fue uno de los primeros en popularizar el concepto, argumentando que la IE es tan importante como el coeficiente intelectual (CI) para el éxito personal y profesional (2), desde entonces, numerosos estudios han respaldado esta afirmación, mostrando que los líderes con alta IE tienden a ser más efectivos en sus roles y crear ambientes laborales más positivos.

Un caso emblemático que ilustra el impacto de la IE en la toma de decisiones es el del ex CEO de Starbucks, Howard Schultz, él es conocido por su habilidad para entender y canalizar las emociones tanto propias como de los demás(3). Durante momentos críticos para la empresa, como la crisis financiera de 2008, tomó decisiones clave basadas en su empatía y comprensión emocional hacia sus empleados y clientes, gracias a su enfoque centrado en la IE, logró transformar a Starbucks en una de las marcas más reconocidas a nivel mundial (4). Este tipo de liderazgo demuestra cómo una alta IE puede llevar a decisiones estratégicas que benefician no solo a la organización, sino también al bienestar de sus empleados.

En este sentido, la inteligencia emocional (IE) se ha convertido en un factor crucial para la toma de decisiones efectivas y el éxito organizacional. La IE se define como la capacidad de reconocer, comprender y gestionar las propias emociones y las de los demás (5). La IE no solo influye en las relaciones interpersonales dentro de las organizaciones, sino que también afecta directamente la calidad de las decisiones tomadas por los líderes (6). En un entorno empresarial donde las emociones pueden influir significativamente en el comportamiento y la productividad, la habilidad para manejar estas emociones se vuelve esencial.

La importancia de la IE se hace aún más evidente cuando se considera que los líderes deben enfrentar constantemente desafíos emocionales como el miedo, el estrés, la ansiedad y la incertidumbre. Históricamente, muchas organizaciones han priorizado el coeficiente intelectual al seleccionar líderes, subestimando el valor de las habilidades emocionales, esta tendencia ha llevado a fracasos significativos (7); muchas veces, los líderes más inteligentes desde un punto de vista técnico no son necesariamente los más efectivos en situaciones reales donde las emociones juegan un papel crucial.

Además, el desarrollo de estrategias pedagógicas adecuadas para enseñar IE en programas académicos representa un desafío importante para las escuelas de administración, la educación tradicional ha tendido a enfocarse en habilidades técnicas y analíticas, dejando poco espacio para el desarrollo emocional(8). Sin embargo, investigaciones recientes sugieren que integrar la IE en la formación empresarial puede preparar mejor a los futuros líderes para enfrentar los complejos desafíos del entorno laboral actual (9), la falta de atención a este aspecto puede resultar en decisiones subóptimas que afecten negativamente tanto a los empleados como a los resultados organizacionales (10).

La literatura existente sobre inteligencia emocional y su impacto en el liderazgo empresarial es vasta y diversa, varios estudios han demostrado que los líderes con alta IE tienden a crear ambientes laborales más positivos y productivos. Un estudio realizado encontró que las organizaciones que implementan programas para desarrollar IE entre sus empleados reportan mejoras significativas en rendimiento y satisfacción laboral (11), esto resalta no solo la importancia individual de la IE sino también su efecto multiplicador dentro del contexto organizacional.

A pesar del creciente reconocimiento del papel crítico que juega la IE en el liderazgo empresarial, todavía existen brechas significativas en su comprensión y aplicación práctica. Muchas organizaciones carecen de estrategias efectivas para evaluar o desarrollar estas habilidades entre sus líderes y empleados (12), esto plantea un reto considerable de cómo pueden las empresas integrar efectivamente la inteligencia emocional en sus procesos de selección y desarrollo profesional. La falta de atención a este aspecto puede resultar en decisiones subóptimas que afecten negativamente tanto a los empleados como a los resultados organizacionales (13).

Este artículo explora cómo la inteligencia emocional impacta directamente en la toma de decisiones empresariales efectivas, a través del análisis de estudios previos, se busca

demostrar que fomentar habilidades emocionales entre los líderes no solo es beneficioso sino esencial para enfrentar los retos del entorno empresarial contemporáneo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este artículo se fundamenta en una revisión sistemática de la literatura existente sobre el impacto de la inteligencia emocional (IE) en la toma de decisiones empresariales. Para ello la metodología utilizada se centra en la recopilación y análisis de estudios relevantes que abordan la relación entre IE y liderazgo, así como su influencia en el rendimiento organizacional, se han utilizado diversas bases de datos académicas, incluyendo Repositorios Académicos, Google Scholar, JSTOR y Scopus, con el objetivo de identificar investigaciones pertinentes desde 2013 hasta 2024.

El proceso de selección de artículos se llevó a cabo siguiendo criterios específicos. En primer lugar, se incluyeron estudios que definieran claramente la inteligencia emocional y su aplicación en contextos empresariales. Se priorizaron investigaciones empíricas que ofrecieran datos cuantitativos o cualitativos sobre cómo la IE afecta la toma de decisiones y el liderazgo. Además, se consideraron estudios que exploraran las implicaciones prácticas de desarrollar habilidades emocionales en líderes y empleados dentro de las organizaciones.

La búsqueda inicial generó un total de 40 artículos académicos, después de aplicar los criterios de inclusión y exclusión, se redujo este número a 23 estudios que cumplían con los requisitos establecidos.

Estos artículos fueron analizados en términos de su metodología, resultados y conclusiones, prestando especial atención a aquellos estudios que presentaban casos prácticos o ejemplos concretos de empresas que habían implementado programas para desarrollar la IE entre sus líderes y empleados como es el caso de del ex CEO de Starbucks Howard Schultz.

Para estructurar el análisis, se utilizaron varias categorías, la primera categoría fue la definición y marco teórico de la inteligencia emocional, donde se revisaron las definiciones propuestas por autores clave, quienes han sido fundamentales en el desarrollo del concepto de IE.

La segunda categoría abordó el impacto de la inteligencia emocional en el liderazgo, explorando estudios que examinan cómo los líderes con alta IE son más efectivos en la gestión de equipos y en la toma de decisiones estratégicas.

La tercera categoría analizó la relación entre inteligencia emocional y rendimiento organizacional, evaluando investigaciones que demuestran cómo las organizaciones que fomentan la IE reportan mejoras significativas en rendimiento y satisfacción laboral. Finalmente, se revisaron casos prácticos donde empresas han integrado programas para desarrollar habilidades emocionales entre sus empleados, evaluando los resultados obtenidos.

Una vez recopilada y analizada la información, se procedió a sintetizar los hallazgos más relevantes, destacando patrones comunes y discrepancias en los resultados obtenidos por diferentes autores. Se utilizó un enfoque cualitativo para interpretar los datos, permitiendo una comprensión más profunda del impacto que tiene la IE en la toma de decisiones empresariales.

Además, se llevó a cabo un análisis detallado sobre las limitaciones presentes en los estudios revisados, encontrando que muchos artículos carecen de muestras representativas o no consideran variables contextuales que podrían influir en los resultados, esto es particularmente relevante dado que la IE puede manifestarse de manera diferente según el entorno cultural y organizacional. Se elaboró un marco conceptual que resume las relaciones identificadas entre inteligencia emocional, liderazgo y toma de decisiones empresariales, este marco servirá como base para futuras investigaciones sobre el tema, así como para el desarrollo de programas educativos destinados a fomentar habilidades emocionales en líderes empresariales.

Este artículo presenta un enfoque sistemático para entender cómo la inteligencia emocional influye en la toma de decisiones dentro del ámbito empresarial, a través del análisis minucioso de literatura relevante y casos prácticos, se busca contribuir al conocimiento existente sobre este tema crucial para el éxito organizacional.

RESULTADOS

La investigación sobre el impacto de la inteligencia emocional (IE) en la toma de decisiones empresariales ha revelado hallazgos significativos que subrayan la importancia de esta habilidad en el contexto organizacional. En primer lugar, se ha observado que los líderes con alta IE son más efectivos en la gestión de sus equipos, lo que se traduce en un ambiente laboral más positivo y productivo. Según un estudio realizado las organizaciones que han implementado programas para desarrollar la IE entre sus empleados reportan mejoras significativas en el rendimiento y la satisfacción laboral (14). Esto sugiere que la IE no solo beneficia a los individuos, sino que también tiene un efecto multiplicador en toda la organización.

Un análisis detallado de los casos de empresas como Starbucks, Google y Zappos ha proporcionado evidencia empírica sobre cómo la IE influye en la toma de decisiones estratégicas.

Tabla 1. Impacto de la inteligencia emocional en empresas estudiadas.

| Empresa | Líder Destacado | Estrategias de IE Implementadas | Resultados Observados |
|-----------|-----------------|---|--|
| Starbucks | Howard Schultz | Capacitación en empatía, programas de bienestar emocional | Aumento en la satisfacción del empleado y fidelización del cliente |

| | | | |
|--------|---------------|--|---|
| Google | Sundar Pichai | Evaluaciones emocionales en el proceso de selección y desarrollo | Mejora en la innovación y trabajo en equipo |
| Zappos | Tony Hsieh | Cultura organizacional centrada en el bienestar emocional | Reducción de la rotación de personal y aumento del compromiso |

La tabla 1 ilustra cómo diferentes empresas han implementado estrategias para desarrollar la inteligencia emocional entre sus líderes y empleados. En Starbucks, Howard Schultz ha utilizado su comprensión emocional para guiar a la empresa durante crisis financieras y sociales. Su enfoque en la empatía y la conexión emocional con los empleados ha permitido a Starbucks no solo sobrevivir a momentos difíciles, sino también prosperar (15). Este caso ilustra cómo un líder con alta IE puede tomar decisiones informadas que benefician tanto a la organización como a su personal.

En Google, se ha documentado que la empresa valora enormemente las habilidades emocionales en sus procesos de selección y desarrollo de talento, la investigación realizada indica que Google ha implementado programas específicos para fomentar la IE entre sus empleados, lo que ha resultado en una mejora notable en el trabajo en equipo y en la innovación (16). Los líderes de Google son entrenados para reconocer y gestionar sus propias emociones, así como las de sus equipos, lo que les permite tomar decisiones más efectivas y ajustadas a las necesidades del momento.

Zappos es otro ejemplo destacado donde la IE juega un papel crucial. La empresa es conocida por su cultura organizacional centrada en el bienestar emocional de sus empleados. Zappos ha creado un ambiente donde los empleados se sienten valorados y escuchados, lo que se traduce en una mayor motivación y compromiso (17). Esta cultura emocionalmente inteligente permite a Zappos tomar decisiones rápidas y efectivas en el servicio al cliente, lo que ha contribuido significativamente a su éxito.

Además, los resultados del estudio indican que las organizaciones que priorizan la IE tienden a tener una menor rotación de personal. Un entorno laboral positivo, donde se fomenta la comunicación abierta y el apoyo emocional, contribuye a una mayor retención de talento (18).

Las empresas con líderes emocionalmente inteligentes son capaces de crear un sentido de pertenencia entre los empleados, lo cual es fundamental para mantener una fuerza laboral comprometida (2).

Los datos obtenidos también revelan que las habilidades emocionales son especialmente importantes durante situaciones de crisis. Los líderes con alta IE son capaces de manejar mejor el estrés y la presión, lo que les permite tomar decisiones más claras y racionales, los

líderes con alta IE pueden regular sus emociones durante situaciones difíciles, lo cual es esencial para mantener la calma y guiar a sus equipos hacia soluciones efectivas (19).

Tabla 2. Correlaciones entre inteligencia emocional y rendimiento organizacional.

| Indicador | Correlación con IE | Descripción |
|----------------------|--------------------|---|
| Satisfacción Laboral | Positiva | Los empleados con alta IE tienden a reportar mayor satisfacción laboral(20). |
| Retención de Talento | Positiva | Las empresas con líderes emocionalmente inteligentes tienen menor rotación(21). |
| Productividad | Positiva | Equipos con alta IE son más productivos y creativos (22). |
| Innovación | Positiva | La IE fomenta un ambiente donde se valora la creatividad(23). |

La segunda tabla muestra las correlaciones observadas entre la inteligencia emocional y varios indicadores clave del rendimiento organizacional. Por ejemplo, los datos obtenidos revelan que las habilidades emocionales son especialmente importantes durante situaciones de crisis. Los líderes con alta IE son capaces de manejar mejor el estrés y la presión, lo que les permite tomar decisiones más claras y racionales.

Además, los resultados del estudio indican que las organizaciones que priorizan la IE tienden a tener una menor rotación de personal, un entorno laboral positivo, donde se fomenta la comunicación abierta y el apoyo emocional, contribuye a una mayor retención de talento.

Los resultados también sugieren que existe una correlación positiva entre el desarrollo de habilidades emocionales y el rendimiento financiero de las empresas. Por otro lado, se observó que las empresas con baja inteligencia emocional enfrentan desafíos significativos en su proceso de toma de decisiones, la falta de habilidades emocionales puede llevar a una mala comunicación interna, conflictos no resueltos y una disminución general de la moral entre los empleados. Esto puede resultar en decisiones apresuradas o mal fundamentadas que afectan negativamente tanto al clima organizacional como a los resultados financieros.

Además, se encontró que las organizaciones con líderes emocionalmente inteligentes tienden a fomentar una cultura organizacional inclusiva donde todos los miembros del equipo sienten que tienen voz y voto en el proceso decisional. Este enfoque inclusivo no solo mejora el compromiso del empleado, sino que también lleva a decisiones más creativas e innovadoras debido a la diversidad de perspectivas aportadas por diferentes miembros del equipo.

Finalmente, el análisis revela una tendencia creciente hacia la integración de programas formativos sobre inteligencia emocional dentro del currículo educativo empresarial. Las instituciones académicas están comenzando a reconocer la importancia crítica de estas habilidades blandas en el desarrollo profesional futuro de sus estudiantes. Esto podría representar un cambio significativo hacia un enfoque más holístico en la educación empresarial, preparando mejor a los futuros líderes para enfrentar los desafíos emocionales del entorno empresarial contemporáneo.

Los hallazgos obtenidos a partir del análisis de literatura y estudios de caso demuestran claramente el impacto significativo que tiene la inteligencia emocional en la toma de decisiones empresariales. Los líderes con alta IE no solo son más efectivos en su gestión diaria, sino que también contribuyen al éxito sostenible de sus organizaciones al crear entornos laborales positivos y productivos.

A medida que las empresas continúan enfrentando desafíos cada vez mayores en un mundo globalizado, invertir en el desarrollo de habilidades emocionales se convierte en una estrategia clave para garantizar su competitividad y éxito a largo plazo.

DISCUSIÓN

La inteligencia emocional (IE) ha emergido como un componente crítico en la toma de decisiones empresariales, especialmente en un entorno organizacional que se caracteriza por su dinamismo y complejidad. La capacidad de los líderes para reconocer y gestionar sus propias emociones, así como las de sus equipos, se ha demostrado fundamental para el éxito organizacional.

Este estudio ha revelado que la IE no solo influye en la efectividad del liderazgo, sino que también impacta en el clima laboral, la satisfacción del empleado y, en última instancia, en el rendimiento financiero de las organizaciones.

Un hallazgo clave de esta investigación es la correlación positiva entre la IE y la satisfacción laboral, las empresas que implementan programas de desarrollo emocional reportan un aumento significativo en la satisfacción de sus empleados. Las organizaciones que priorizan la IE tienden a crear ambientes laborales más positivos, lo que se traduce en una mayor motivación y compromiso por parte de los empleados (10).

Esto es consistente con los resultados obtenidos en el análisis de casos prácticos, donde empresas como Starbucks y Zappos han mostrado mejoras notables en el clima laboral tras adoptar estrategias centradas en la IE.

La importancia de la IE se hace aún más evidente durante situaciones de crisis, los líderes emocionalmente inteligentes son capaces de manejar el estrés y la presión de manera más efectiva, lo que les permite tomar decisiones más claras y racionales (24). Se encontró que los líderes con alta IE pueden regular sus emociones durante situaciones difíciles, lo cual es esencial para mantener la calma y guiar a sus equipos hacia soluciones efectivas, este

aspecto es crucial en un mundo empresarial donde las crisis son inevitables y pueden surgir sin previo aviso.

Además, se ha observado que las organizaciones con una cultura emocionalmente inteligente tienden a tener una menor rotación de personal, es decir, las empresas con líderes emocionalmente inteligentes son capaces de crear un sentido de pertenencia entre los empleados, lo cual es fundamental para mantener una fuerza laboral comprometida, la retención del talento se convierte así en un indicador clave del éxito organizacional(18).

Un estudio realizado encontró que los líderes con alta IE pueden regular sus emociones durante situaciones difíciles (25), lo cual es esencial para mantener la calma y guiar a sus equipos hacia soluciones efectivas. Las empresas con líderes emocionalmente inteligentes son capaces de crear un sentido de pertenencia entre los empleados, lo cual es fundamental para mantener una fuerza laboral comprometida (26).

Las organizaciones que invierten en programas de desarrollo emocional tienden a reportar un aumento en sus ingresos y beneficios generales (26), esto se debe a que un equipo motivado y comprometido es más productivo y capaz de generar resultados positivos para la empresa. La inversión en el desarrollo emocional no solo beneficia a los empleados individuales, sino que también contribuye a la estabilidad y continuidad operativa de la organización.

El análisis comparativo entre las empresas estudiadas también ha revelado prácticas comunes relacionadas con el desarrollo de la IE, estas incluyen programas de capacitación específicos para líderes, evaluaciones regulares del clima organizacional y espacios dedicados al bienestar emocional de los empleados, estas prácticas no solo fomentan un ambiente laboral saludable, sino que también capacitan a los líderes para tomar decisiones más informadas y alineadas con los valores organizacionales.

La educación también juega un papel crucial, por ello las instituciones académicas deben comenzar a incorporar el desarrollo de habilidades emocionales dentro de sus currículos para preparar mejor a los futuros líderes empresariales. A medida que el entorno empresarial continúa evolucionando, es imperativo que las escuelas de negocios reconozcan la importancia crítica de estas habilidades blandas en el desarrollo profesional futuro de sus estudiantes.

Este estudio refuerza la idea de que la inteligencia emocional es un factor determinante en la toma de decisiones empresariales efectivas, los líderes con alta IE no solo son más efectivos en su gestión diaria, sino que también contribuyen al éxito sostenible de sus organizaciones al crear entornos laborales positivos y productivos. A medida que las empresas continúan enfrentando desafíos cada vez mayores en un mundo globalizado, invertir en el desarrollo de habilidades emocionales se convierte en una estrategia clave para garantizar su competitividad y éxito a largo plazo.

CONCLUSIONES

La investigación realizada sobre el impacto de la inteligencia emocional (IE) en la toma de decisiones empresariales ha permitido identificar conclusiones clave que subrayan la relevancia de esta habilidad en el contexto organizacional actual.

Los hallazgos sugieren que las empresas que priorizan el desarrollo de la IE están mejor equipadas para enfrentar situaciones de crisis. Los líderes emocionalmente inteligentes son capaces de manejar el estrés y la presión de manera más efectiva, lo que les permite tomar decisiones más claras y racionales.

Durante momentos críticos, como crisis financieras o cambios abruptos en el mercado, estos líderes pueden regular sus emociones y guiar a sus equipos hacia soluciones efectivas, lo cual es esencial para mantener la estabilidad organizacional, la capacidad de regular las emociones es fundamental para los líderes en contextos desafiantes.

Existe una correlación positiva entre la inversión en inteligencia emocional y el rendimiento financiero de las organizaciones. Las empresas que invierten en programas de desarrollo emocional tienden a reportar un aumento en sus ingresos y beneficios generales.

Esto se debe a que un equipo motivado y comprometido es más productivo y capaz de generar resultados positivos para la empresa. La evidencia sugiere que fomentar habilidades emocionales no solo beneficia a los individuos, sino que también contribuye al éxito sostenible de las organizaciones en un entorno empresarial cada vez más competitivo.

La IE es un determinante crítico en la efectividad del liderazgo y, por ende, en el éxito organizacional, los líderes que poseen habilidades emocionales desarrolladas no solo son capaces de gestionar sus propias emociones, sino que también pueden influir positivamente en las emociones de sus equipos. Esto se traduce en un ambiente laboral más positivo, donde los empleados se sienten valorados y motivados, lo que a su vez mejora la satisfacción laboral y reduce la rotación de personal. La investigación destaca que las organizaciones que implementan programas para desarrollar la IE entre sus empleados reportan mejoras significativas en el rendimiento y la satisfacción laboral.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH) y a la Carrera de Administración de Empresas por proporcionar el entorno académico y los recursos necesarios para llevar a cabo esta investigación. La infraestructura, bibliotecas y acceso a bases de datos han sido fundamentales para el desarrollo del presente artículo.

Asimismo, extendemos nuestro agradecimiento a nuestros profesores, quienes han brindado su apoyo y orientación durante el proceso de investigación, su experiencia y conocimientos han sido esenciales para guiar nuestras indagaciones sobre la inteligencia emocional y su impacto en la toma de decisiones empresariales.

Agradecemos a los autores y estudios previos que sirvieron como base teórica para nuestra investigación, sus contribuciones al campo de la inteligencia emocional han sido fundamentales para entender su relevancia en el contexto empresarial actual.

Este trabajo es un reflejo del esfuerzo conjunto y la colaboración dentro del ámbito académico, y esperamos que los hallazgos aquí presentados contribuyan al entendimiento sobre la importancia de la inteligencia emocional en las decisiones empresariales.

DECLARACIÓN DE INTERÉS (OPCIONAL)

Los autores declaran que no existen conflictos de interés relacionados con la realización de este estudio sobre el impacto de la inteligencia emocional en la toma de decisiones empresariales.

Este trabajo ha sido desarrollado como parte de las actividades académicas de los estudiantes de la Carrera de Administración de Empresas en la Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), y no ha recibido financiamiento externo ni apoyo de entidades que pudieran influir en los resultados o conclusiones presentados.

Los autores también afirman que todos los datos y hallazgos presentados en este artículo son el resultado de una investigación independiente y objetiva, basada en la revisión de literatura existente y el análisis de casos prácticos. La integridad académica y la transparencia en la investigación son principios fundamentales que han guiado este trabajo.

CONTRIBUCIONES DE AUTOR

Los autores del artículo sobre el impacto de la inteligencia emocional en la toma de decisiones empresariales han realizado contribuciones específicas y complementarias al desarrollo del estudio.

Wendy Aguagallo se encargó de la revisión de la literatura y recopilación de datos, estableciendo el marco teórico y redactando la versión inicial del manuscrito.

Bryan Lema contribuyó en el diseño metodológico, asegurando que los enfoques fueran adecuados para abordar la investigación y participando en el análisis de resultados.

Melany Lema fue responsable de la redacción del resumen y conclusiones, sintetizando los hallazgos y garantizando la coherencia del documento final.

Noemi Tacuri aportó en el análisis de casos prácticos, investigando ejemplos concretos de empresas que implementan estrategias centradas en la IE.

Cada autor aportó su conocimiento y habilidades específicas, permitiendo un enfoque integral y multidimensional sobre el tema investigado. La colaboración entre los autores fue esencial para lograr un análisis profundo que contribuya al entendimiento sobre la importancia de la inteligencia emocional en el ámbito empresarial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Biedma-Ferrer JM. Inteligencia emocional: influencia en la gestión de los recursos humanos en las organizaciones. Rev GEON Gest Organ Negocios. el 17 de febrero de 2021;8(1):1–17.
2. Carmona P, Rosas Reyes RE. Influencia de la inteligencia emocional en el desempeño laboral. Líder Rev Labor Interdiscip Desarro Reg. 2017;(31):107–18.
3. Duarte Colmenares A. Estrategias de comunicación y adaptación cultural: el caso de Starbucks en Europa, Medio Oriente y Asia. 2024 [citado el 25 de noviembre de 2024]; Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/70497>
4. Ramírez B. EXPANSION. 2024 [citado el 25 de noviembre de 2024]. Howard Schultz, el líder visionario. Disponible en: <https://www.expansion.com/directivos/2024/07/08/668ae7af468aeb59038b4597.html>
5. Martins J. Asana. [citado el 25 de noviembre de 2024]. La importancia de la inteligencia emocional [2024] • Asana. Disponible en: <https://asana.com/es/resources/emotional-intelligence-skills>
6. Brito JG. Inteligencia emocional y liderazgo. INNOVA Res J. el 5 de abril de 2016;1(4):16–21.
7. Lotito F. Liderazgo e inteligencia emocional: las emociones como parte relevante del negocio. Rev Acad Negocios. 2022;8(1):71–86.

8. Puertas-Molero P, Zurita-Ortega F, Chacón-Cuberos R, Castro-Sánchez M, Ramírez-Granizo I, González-Valero G, et al. La inteligencia emocional en el ámbito educativo: un meta-análisis. *An Psicol.* abril de 2020;36(1):84–91.
9. Mikulic IM, Crespi M, Caballero R, Vizioli NA, Deleersnyder G. Medidas de Evaluación de la Inteligencia Emocional en Argentina. Una Revisión Sistemática. *Escr Psicol - Psychol Writ.* el 3 de diciembre de 2022;15(2):159–70.
10. Leal M. INTELIGENCIA EMOCIONAL Y COMPROMISO LABORAL EN LAS MiPymes DE ECUADOR. *Cienc Adm [Internet].* 2023 [citado el 25 de noviembre de 2024];(21). Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/5116/511671820008/html/>
11. Medrano Junco J. La inteligencia emocional en el ámbito laboral: Programa para mejorar la gestión de las emociones en el trabajo [Internet] [Tesis de grado]. Universidad de Valladolid; 2023 [citado el 25 de noviembre de 2024]. Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/62433>
12. Suárez Flores KE, Campoverde Flores SM. Evaluación de la inteligencia emocional en el liderazgo comercial de las empresas de consumo masivo de Guayaquil [Internet] [Tesis de grado]. [Guayaquil]: Universidad Politécnica Salesiana; 2024 [citado el 25 de noviembre de 2024]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/27592>
13. Pilligua CF, Arteaga FM. El clima laboral como factor clave en el rendimiento productivo de las empresas. estudio caso: Hardepex Cía. Ltda. *Cuad Latinoam Adm [Internet].* el 3 de junio de 2019 [citado el 25 de noviembre de 2024];15(28). Disponible en: <https://revistas.unbosque.edu.co/index.php/cuaderlam/article/view/2686>
14. Montero RG, Merino CDT. Inteligencia emocional para el desarrollo organizacional: Explorando la satisfacción de los trabajadores. *Nexus Res J.* el 9 de agosto de 2024;3(2):35–51.
15. Hernández R. El Liderazgo Transformacional de Howard Schultz: compromiso de empleados en Starbucks para el éxito [Internet]. *Lienzo de Transformación.* 2024 [citado el 25 de noviembre de 2024]. Disponible en: <https://lienzodetransformacion.substack.com/p/el-liderazgo-transformacional-de>
16. Emprendedores News. La inteligencia emocional del director ejecutivo de Google, Sundar Pichai [Internet]. *Emprendedores News.* 2022 [citado el 25 de noviembre de 2024]. Disponible en: <https://emprendedoresnews.com/tips/la-inteligencia-emocional-del-director-ejecutivo-de-google-sundar-pichai.html>
17. Córdova-Cano A, Loor-Colamarco I. Marco conceptual para organizaciones saludables en el contexto ecuatoriano. *593 Digit Publ CEIT.* el 3 de mayo de 2021;6(3):16–29.
18. Prieto Bejarano PG. Gestión del talento humano como estrategia para retención del personal [Internet] [bachelorThesis]. Universidad de Medellín; 2013 [citado el 25 de noviembre de 2024]. Disponible en: <https://repository.udem.edu.co/handle/11407/160>
19. Ruiz Paspuel CE. El efecto de la inteligencia emocional en el liderazgo de los mandos medios la empresa CORENA S.A. [Internet] [Tesis de maestría]. Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador; 2017 [citado el 25 de noviembre de 2024]. Disponible en: <http://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/5844>

20. Moral Jiménez M de la V, Ganzo Salamanca S. Influencia de la inteligencia emocional en la satisfacción laboral en trabajadores españoles. *Psicol Desde El Caribe Rev Programa Psicol Univ Norte*. 2018;35(1):18–32.
21. Aragón K. (PDF) Inteligencia emocional y su relación en el desempeño laboral. *ResearchGate*. el 22 de octubre de 2024;6(1):57–67.
22. Aguilar LM. LA INTELIGENCIA EMOCIONAL: UN CAMINO AL ÉXITO LABORAL EN LA ALTA GERENCIA [Tesis de grado]. 2015.
23. Prieto MD, Ferrando M, Ferrándiz C. Creatividad. Inteligencia emocional. Implicaciones educativas. *Educ Em Rev*. el 6 de diciembre de 2021;37:e81541.
24. Fernández Magdalena L. Influencia de la inteligencia emocional en la elección de estilos de manejo del conflicto: un estudio en líderes de equipo de un Organismo Multilateral. 2021 [citado el 25 de noviembre de 2024]; Disponible en: <https://gredos.usal.es/handle/10366/148392>
25. Jiménez Silva WR, Silva Ordoñez F, Telenchana Santos PI, Hernández H. Efectos de la inteligencia emocional en el liderazgo de la universidad pública. *Religación Rev Cienc Soc Humanidades*. 2023;8(37):1–13.
26. Rodríguez A. La inteligencia emocional y su impacto en el liderazgo [Internet] [Tesis de grado]. 2015 [citado el 25 de noviembre de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/handle/11531/4518>

LA PLANIFICACIÓN DE APRENDIZAJE SOCIAL COMO ALTERNATIVA PARA EL DESARROLLO ENDÓGENO DEL SECTOR AGRÍCOLA

SOCIAL LEARNING PLANNING AS AN ALTERNATIVE FOR THE ENDOGENOUS DEVELOPMENT OF THE AGRICULTURAL SECTOR

Gabriela Alexandra Duchi Duchi¹, Iván Fabricio Benitez Obando², Walter Geovanny Caminos-Manjarrez³, Renata Camila Guerrero Arrieta⁴

{gabriela.duchi@unach.edu.ec¹, ivan.benitez@unach.edu.ec², lgeowalter.1991@gmail.com³, renata.guerrero@unach.edu.ec⁴}

Fecha de recepción: 22/12/2024

/ Fecha de aceptación: 03/01/2025

/ Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: La planificación de aprendizaje social se presenta como una alternativa efectiva para el desarrollo endógeno del sector agrícola, vital para la seguridad alimentaria y el bienestar de las comunidades rurales, este enfoque se basa en la idea de que el conocimiento y las habilidades se construyen de manera colectiva, promoviendo la cooperación y el aprendizaje entre agricultores, en un contexto de desafíos como la globalización y el cambio climático, la planificación de aprendizaje social permite identificar necesidades, intercambiar conocimientos y crear redes de apoyo, se emplea una metodología hipotético-deductiva para analizar la eficacia de esta planificación, formulando hipótesis sobre su impacto en la productividad y sostenibilidad agrícola, los resultados sugieren que la implementación de programas de aprendizaje social puede incrementar la adopción de prácticas sostenibles y mejorar la productividad, aunque la correlación entre el uso de herramientas tecnológicas y la intención de cultivar nuevos productos es moderada, la adopción de tecnología, aunque importante, no es el único factor determinante; otros aspectos sociales y económicos también influyen, el análisis muestra que una mayoría de los agricultores que planean diversificarse utilizan herramientas tecnológicas, lo que resalta su rol como facilitador de innovación, se observó que el 75,7% de los agricultores que planean diversificar su producción utilizan herramientas tecnológicas, mientras que solo el 24,3% no tiene intención de diversificarse, este hallazgo indica que el uso de tecnología está asociado positivamente con la intención de diversificar cultivos, pero los análisis también muestran que el uso de tecnología tiene un efecto negativo en la diversificación de cultivos, sugiriendo que la tecnología podría fomentar la especialización en lugar de la diversificación.

¹ Licenciado en Administración de Empresas. Universidad Nacional de Chimborazo. <https://orcid.org/0009-0005-5029-4793>.

² Máster universitario en Ingeniería del Diseño. Universidad Nacional de Chimborazo. <https://orcid.org/0000-0002-3802-3932>.

³ Magister en Finanzas Mención en Dirección Financiera. Instituto Superior Tecnológico República de Alemania. <https://orcid.org/0000-0001-6472-7696>.

⁴ Economista. Universidad Nacional de Chimborazo. <https://orcid.org/0000-0003-0715-9463>.

Palabras clave: Planificación, aprendizaje social, desarrollo, endógeno, sector agrícola

ABSTRACT: Social learning planning is presented as an effective alternative for the endogenous development of the agricultural sector, vital for food security and the well-being of rural communities. this approach is based on the idea that knowledge and skills are built collectively, promoting cooperation and learning between farmers, in a context of challenges such as globalization and climate change, social learning planning allows identifying needs, exchange knowledge and create support networks, a hypothetical-deductive methodology is used to analyze the effectiveness of this planning, formulating hypotheses about its impact on agricultural productivity and sustainability, the results suggest that the implementation of social learning programs can increase the adoption of sustainable practices and improve productivity, although the correlation between the use of technological tools and the intention to cultivate new products is moderate, the adoption of technology, although important, is not the only determining factor; other social and economic aspects also influence, the analysis shows that a majority of farmers who plan to diversify use technological tools, which highlights their role as a facilitator of innovation, it was observed that 75.7% of farmers who plan to diversify their production use technological tools, while only 24.3% have no intention to diversify, this finding indicates that the use of technology is positively associated with the intention to diversify crops, but the analyzes also show that the use of technology has a negative effect on crop diversification, suggesting that technology could encourage specialization rather than diversification.

Keywords: Planning, social learning, development, endogenous, agricultural sector

INTRODUCCIÓN

La planificación de aprendizaje social se presenta como una alternativa innovadora y efectiva para impulsar el desarrollo endógeno del sector agrícola, un sector crucial para la economía de muchos países, especialmente en contextos donde la agricultura familiar y la producción local son fundamentales para la seguridad alimentaria y el sustento de las comunidades, este enfoque se basa en la premisa de que el conocimiento y las habilidades se construyen de manera colectiva, y que la cooperación y el aprendizaje social son clave para la mejora de las prácticas agrícolas y la sostenibilidad en el tiempo (1).

En las últimas décadas, la agricultura ha enfrentado numerosos desafíos, incluyendo la globalización, el cambio climático y la presión por aumentar la producción para satisfacer la creciente demanda alimentaria, estos retos requieren no solo soluciones tecnológicas, sino también un enfoque integral que incluya la formación y el empoderamiento de los agricultores, la planificación de aprendizaje social ofrece un marco para la identificación de necesidades, el intercambio de conocimientos y la creación de redes de apoyo entre los actores del sector agrícola (2).

La metodología a usarse es la hipotético-deductiva pues se utilizará como herramienta fundamental para analizar la eficacia de la planificación de aprendizaje social en el desarrollo endógeno del sector agrícola, este enfoque metodológico se basa en la formulación de hipótesis que pueden ser probadas a través de la observación y la experimentación, en este contexto, se plantearán hipótesis sobre cómo la

implementación de estrategias de aprendizaje social puede impactar en la productividad agrícola, la sostenibilidad de las prácticas y el bienestar de las comunidades rurales (3).

De esta manera se puede formular la hipótesis de que la implementación de programas de aprendizaje social en comunidades agrícolas incrementa la adopción de prácticas sostenibles y mejora la productividad, esta hipótesis puede ser probada a través de estudios de caso, encuestas y entrevistas con agricultores que han participado en tales programas, a partir de los datos recopilados, se pueden extraer conclusiones sobre la relación entre el aprendizaje social y el desarrollo endógeno, así como identificar las mejores prácticas que pueden ser replicadas en otras comunidades (4).

El aprendizaje social implica la creación de espacios donde los agricultores puedan compartir experiencias, conocimientos y habilidades, esto no solo fortalece la capacidad individual, sino que también genera un sentido de comunidad y colaboración, a través de talleres, grupos focales y redes de agricultores, se pueden desarrollar programas de capacitación que respondan a las necesidades específicas de cada comunidad, además, la planificación de aprendizaje social permite la inclusión de conocimientos tradicionales y prácticas locales, reconociendo la importancia de la sabiduría campesina en la construcción de un sistema agrícola más resiliente (5).

Un aspecto clave de la planificación de aprendizaje social es su enfoque en la sostenibilidad, es la agricultura no puede ser considerada en términos aislados; es fundamental reconocer su interrelación con el medio ambiente y la economía local, por lo tanto, los programas de aprendizaje deben incorporar estrategias que promuevan la conservación de recursos naturales, la biodiversidad y la adaptación al cambio climático, este enfoque holístico no solo beneficia a los agricultores, sino que también contribuye al bienestar general de las comunidades y al desarrollo rural sostenible (6).

Por lo que, la planificación de aprendizaje social se alinea con los principios del desarrollo endógeno, que enfatizan la importancia de fomentar el potencial local y construir capacidades a partir de los recursos y conocimientos disponibles en la comunidad, este enfoque no solo busca aumentar la producción agrícola, sino también mejorar la calidad de vida de los agricultores y fortalecer las economías locales, a través de una metodología hipotético-deductiva, se puede investigar y validar cómo la implementación de estos programas puede ser una vía efectiva para lograr un desarrollo agrícola sostenible y endógeno (7).

La planificación de aprendizaje social se rige como una alternativa viable y prometedora para el desarrollo endógeno del sector agrícola, al combinar el aprendizaje colectivo con una metodología rigurosa como la hipotético-deductiva, es posible no solo identificar estrategias efectivas, sino también adaptarlas a las realidades específicas de cada comunidad, esto permitirá un avance hacia un futuro más sostenible y equitativo en la agricultura, donde los agricultores sean protagonistas activos de su propio desarrollo (8).

RESULTADOS

Los resultados de la implementación de la planificación de aprendizaje social como estrategia para el desarrollo endógeno del sector agrícola se analizan a partir de la aplicación de la metodología hipotético-deductiva, que permitió validar o refutar las hipótesis formuladas.

Tabla 1. Modelo resumido.

| Modelo | R | R Cuadrado | R cuadrado corregida | Error tip. De la estimación |
|--------|-------|------------|----------------------|-----------------------------|
| 1 | 0,317 | 0,101 | 0,087 | 0,41262 |

Fuente: Resultado de SPSS

En la tabla 1 podemos darnos cuenta que el modelo muestra que existe una correlación positiva moderada entre la aplicación de herramientas tecnológicas y la variable dependiente, aunque la capacidad explicativa del modelo es limitada, esto sugiere que, si bien el uso de tecnología tiene un impacto, hay otros factores relevantes que deben ser considerados para mejorar la comprensión de la variable dependiente.

Tabla 2. Modelo ANOVA.

| Modelo | Suma de cuadrados | gl | Media Cuadrática | F | Sig. |
|-------------|-------------------|----|------------------|-------|--------|
| 1 Regresión | 1,294 | 1 | 1,294 | 7,601 | 0,007b |
| Residual | 11,577 | 68 | 0,17 | | |
| Total | 12,871 | 69 | | | |

Fuente: Resultado de SPSS

La tabla 2 ANOVA muestra que la variable independiente (uso de herramientas tecnológicas) tiene un impacto significativo en la variable dependiente (decisión de cultivar nuevos productos). Con un valor de F de 7,601 y un p-valor de 0,007, se puede concluir que la implementación de herramientas tecnológicas en los procesos productivos se asocia de manera significativa con la intención de los agricultores de diversificar su producción. Sin embargo, el modelo también revela que hay una cantidad considerable de variabilidad residual, lo que sugiere que otros factores podrían estar influyendo en esta decisión y que vale la pena investigar en estudios futuros.

Tabla 3. Coeficientes.

| Modelo | Coeficientes no estandarizados | | Coeficientes no estandarizados | t | Sig. |
|---|--------------------------------|------------|--------------------------------|--------|-------|
| | B | Error Tip. | | | |
| 1 (Constante) | 1,584 | 0,133 | Beta | 11,89 | 0 |
| ¿En cuantos de sus procesos productivos aplica usted algún tipo de herramientas tecnológicas? | -0,225 | 0,082 | -0,317 | -2,757 | 0,007 |

Fuente: Resultado de SPSS

El análisis de la tabla 3 de coeficientes proporciona una visión clara sobre la relación entre el uso de herramientas tecnológicas en los procesos productivos y la intención de los agricultores de cultivar nuevos productos, los resultados indican que, aunque la adopción de tecnología suele considerarse una vía para mejorar la eficiencia y la

productividad, en este contexto particular, parece tener un efecto negativo en la diversificación de cultivos, el coeficiente no estandarizado de -0,225 sugiere que por cada unidad de incremento en el uso de herramientas tecnológicas, la expectativa de que los agricultores planeen cultivar nuevos productos disminuye en 0,225 unidades.

Esta relación inversa puede interpretarse de diversas maneras, por un lado, podría reflejar una tendencia hacia la especialización en la producción, donde la implementación de tecnología se asocia con un enfoque más intensivo en ciertos cultivos o productos, limitando así la disposición de los agricultores a diversificarse, por lo que, puede implicar que la inversión en tecnología no se ha traducido en una mayor flexibilidad o capacidad de adaptación en las prácticas agrícolas, lo que podría ser perjudicial para la innovación en cultivos.

La significancia estadística del coeficiente, evidenciada por un p-valor de 0,007, indica que esta relación no es el resultado del azar, esto resalta la importancia de considerar los efectos indirectos de la tecnología en las decisiones agrícolas, los resultados sugieren que la adopción de herramientas tecnológicas debe ser acompañada de estrategias que fomenten la diversificación y el uso de múltiples cultivos, a fin de evitar un enfoque limitado que pueda comprometer la sostenibilidad a largo plazo del sector agrícola.

Asimismo, este hallazgo abre la puerta a futuras investigaciones que exploren las dinámicas entre tecnología, prácticas agrícolas y decisiones de diversificación, es esencial profundizar en la comprensión de cómo los agricultores interpretan y aplican estas tecnologías, y cómo estas decisiones afectan su producción y rentabilidad, además, podría ser útil investigar si existen características específicas de las tecnologías utilizadas que influyan en esta relación, así como las condiciones económicas y sociales que rodean a los agricultores.

Tabla 4. Contingencia.

| | | | Ningu no | Varios | Todos | |
|--|----|---------------------|-------------|--------|-------|--------|
| ¿Planea usted cultivar nuevos productos para comercializarlos? | Si | Recuento | 24 | 25 | 4 | 53 |
| | | Frecuencia esperada | 28,8 | 21,2 | 3,0 | 53,0 |
| | | % del total | 34,3% | 35,7% | 5,7% | 75,7% |
| | No | Recuento | 14 | 3 | 0 | 17 |
| | | Frecuencia esperada | 9,2 | 6,8 | 1,0 | 17,0 |
| | | % del total | 20,0% | 4,3% | 0,0% | 24,3% |
| Total | | Recuento | 38 | 28 | 4 | 70 |
| | | Frecuencia esperada | 38,0 | 28,0 | 4,0 | 70,0 |
| | | % del total | 54,3% | 40,0% | 5,7% | 100,0% |
| | | | | | | |

Fuente: Resultado de SPSS

El análisis de la tabla 4 de contingencia revela patrones significativos en la relación entre la intención de los agricultores de cultivar nuevos productos y el uso de herramientas

tecnológicas en sus procesos productivos, los resultados muestran que una proporción considerable de agricultores que planean diversificarse en sus cultivos utiliza algún tipo de tecnología en su trabajo, específicamente, el 75,7% de los encuestados que tienen la intención de cultivar nuevos productos emplean herramientas tecnológicas, mientras que solo el 24,3% no planea diversificarse.

Este hallazgo sugiere que la adopción de herramientas tecnológicas está asociada positivamente con la intención de diversificación, aquellos agricultores que no utilizan tecnología en sus procesos productivos tienden a tener una menor propensión a cultivar nuevos productos, como lo indica el hecho de que el 20% de los que no planean diversificarse son usuarios de herramientas tecnológicas en ninguna medida. Este patrón plantea la hipótesis de que el uso de tecnología puede ser un facilitador clave para la innovación y el crecimiento en el sector agrícola.

Las frecuencias esperadas en la tabla indican que, si no hubiera una relación entre las variables, se esperaría un mayor número de agricultores diversificando su producción incluso sin el uso de tecnología, sin embargo, las cifras observadas reflejan una discrepancia que resalta la importancia del uso de herramientas tecnológicas como un factor determinante en las decisiones agrícolas.

La baja representación de agricultores que planean cultivar nuevos productos entre aquellos que no utilizan tecnología resalta la necesidad de estrategias que fomenten la innovación tecnológica en el sector agrícola, los responsables de políticas y las organizaciones de desarrollo rural deben considerar programas de capacitación que ayuden a los agricultores a adoptar y aplicar tecnologías en sus procesos productivos, esto no solo podría mejorar la productividad, sino también impulsar la diversificación, que es fundamental para la sostenibilidad a largo plazo de las comunidades agrícolas.

Estos resultados subrayan la importancia de investigar más a fondo las barreras que enfrentan los agricultores para la adopción de tecnologías, comprender estos obstáculos permitirá diseñar intervenciones más efectivas y adecuadas a las realidades locales, promoviendo un entorno que apoye el uso de tecnología como herramienta para el desarrollo endógeno del sector agrícola.

Por lo que, la relación observada entre el uso de herramientas tecnológicas y la intención de cultivar nuevos productos sugiere que la innovación tecnológica es un factor crítico para la diversificación en la agricultura, este análisis pone de manifiesto la necesidad de un enfoque integral que no solo promueva la adopción de tecnología, sino que también fomente la diversificación de cultivos contribuyendo así al fortalecimiento y sostenibilidad del sector agrícola.

DISCUSIÓN

La planificación de aprendizaje social como alternativa para el desarrollo endógeno del sector agrícola presenta una serie de implicaciones y desafíos que merecen un análisis crítico, en un contexto donde la agricultura enfrenta desafíos multifacéticos como la globalización, el cambio climático y la necesidad de aumentar la producción alimentaria es vital examinar cómo este enfoque puede realmente traducirse en beneficios tangibles para los agricultores y las comunidades rurales (9).

Efectividad de la planificación de aprendizaje social

Aunque la planificación de aprendizaje social se basa en la premisa de que el conocimiento se construye colectivamente, su implementación puede ser compleja, la efectividad de este enfoque depende de varios factores, incluyendo el contexto sociocultural de las comunidades, el nivel de acceso a recursos y la disposición de los agricultores para participar activamente en programas de aprendizaje, es necesario investigar cómo se puede adaptar esta metodología a diversas realidades locales, ya que un enfoque homogéneo podría no ser efectivo (3).

Relación entre tecnología y diversificación

Los hallazgos sugieren una relación inversa entre el uso de herramientas tecnológicas y la intención de diversificación de cultivos. Este resultado es sorprendente y plantea interrogantes sobre cómo se perciben y utilizan las tecnologías en el contexto agrícola. ¿Están los agricultores utilizando la tecnología para especializarse en cultivos específicos, limitando así su capacidad de diversificación? O, por el contrario, ¿es que la tecnología disponible no es adecuada para promover una práctica agrícola más diversificada? Estos interrogantes requieren un análisis más profundo de las dinámicas entre tecnología, innovación y prácticas agrícolas (10).

Inclusión de conocimientos locales

La planificación de aprendizaje social debe integrar los conocimientos tradicionales y las prácticas locales de los agricultores, sin embargo, esto puede ser un reto, ya que muchas veces las políticas de desarrollo tienden a favorecer enfoques tecnológicos modernos a expensas de las sabidurías ancestrales, la resistencia a la inclusión de estos conocimientos puede debilitar la efectividad de los programas, es crucial encontrar un equilibrio entre la modernización y el respeto por las tradiciones agrícolas, promoviendo un enfoque que valore ambas perspectivas (11).

Sostenibilidad y cambio climático

La sostenibilidad es un componente central de la planificación de aprendizaje social, sin embargo, la implementación de prácticas sostenibles puede chocar con intereses económicos inmediatos de los agricultores, especialmente en contextos donde la rentabilidad es la prioridad, Por lo que, se necesita un marco que no solo incentive prácticas sostenibles, sino que también garantice que estas sean económicamente viables, además, la adaptación al cambio climático debe ser un eje transversal en la planificación, asegurando que los agricultores estén equipados para enfrentar los impactos ambientales (12).

Implicaciones para políticas agrarias

La discusión crítica debe extenderse a las políticas agrarias y de desarrollo rural, es fundamental que los responsables de la formulación de políticas comprendan las complejidades del aprendizaje social y su relación con la tecnología, las políticas deben ser flexibles y permitir la adaptación a las realidades locales, evitando un enfoque de

"talla única", la creación de un entorno propicio para el aprendizaje social implica no solo financiar programas, sino también fomentar la colaboración entre instituciones, agricultores y comunidades (13).

CONCLUSIONES

La planificación de aprendizaje social se posiciona como una alternativa innovadora y efectiva para el desarrollo endógeno del sector agrícola, un ámbito fundamental para la seguridad alimentaria y el bienestar de las comunidades rurales, este enfoque no solo promueve la adquisición de conocimientos y habilidades de manera colectiva, sino que también fortalece la colaboración entre agricultores, lo cual es crucial en un contexto donde los desafíos como la globalización y el cambio climático demandan respuestas integrales y sostenibles.

Los resultados obtenidos a través de la metodología hipotético-deductiva respaldan la hipótesis de que la implementación de programas de aprendizaje social incrementa la adopción de prácticas sostenibles y mejora la productividad agrícola, la correlación positiva moderada entre el uso de herramientas tecnológicas y la intención de cultivar nuevos productos, aunque con una capacidad explicativa limitada, sugiere que, si bien la tecnología juega un papel importante, no es el único factor que influye en la diversificación de cultivos, este hallazgo destaca la necesidad de un enfoque más holístico que considere otras variables sociales, económicas y ambientales que también afectan las decisiones de los agricultores.

Además, la tabla de contingencia revela que una mayoría de los agricultores que planean diversificarse emplean algún tipo de tecnología, lo que enfatiza su rol como facilitador del aprendizaje y la innovación en el sector, este dato sugiere que la promoción de herramientas tecnológicas debe ir acompañada de programas de capacitación y apoyo que permitan a los agricultores no solo adoptar nuevas tecnologías, sino también adaptarlas a sus realidades locales y contextos específicos.

Entonces, la planificación de aprendizaje social no solo ofrece un camino hacia la mejora de la productividad agrícola, sino que también promueve la calidad de vida de los agricultores y el fortalecimiento de las economías locales, a medida que se avanza hacia un futuro agrícola más sostenible y equitativo, es fundamental que los agricultores sean vistos como protagonistas activos en su desarrollo, equipándolos con las herramientas y el conocimiento necesario para enfrentar los retos actuales y futuros de la agricultura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Vázquez Barquero. Desarrollo endógeno. Teorías y políticas de desarrollo territorial. Investigaciones Regionales. 2007;(11): p. 3.
2. Rodríguez , Benduschi , Arias. Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las américas. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2022;; p. 3-10.
3. Dávila Newman G. El razonamiento industrial y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias experimentales y sociales. Laurus. 2006; 12: p. 2-15.

4. Sánchez , Domínguez , León , Samaniego , Sunkel. Recursos Naturales, Medio ambiente y sostenibilidad : CEPAL; 2019.
5. Ojeda Martinez , Becerill Tello MN, Vargas. La importancia del aprendizaje social y su papel en la evolución de la cultura. *Antropología Biologica*. 2018; 20(2): p. 2-10.
6. Rizo Mustelier , Vuelta Lorenzo DR, Lorenzo Garcia. Agricultura, desarrollo sostenible, medioambiente, saber campesino y universidad. *CIGET*. 2017;(2): p. 2-10.
7. Quito Cortez S, Florez Aguilera , Castillo Ortiga. Estrategia de desarrollo endógeno: una propuesta para comunidades ecuatorianas. *Abstract Main Text*. 2021;; p. 1-2.
8. Carranco. Propuesta de un modelo de gestión para la seguridad industrial y salud ocupacional en empresas de Celaya. *Revista Latinoamericana de ciencias sociales y humanidades*. 2024; 5(3): p. 4.
9. Castañeda H, Montenegro. La importancia y el impacto de los derivados financieros en el siglo XXI. *Universidad Libre*. 2016;; p. 1-5.
10. Folres Rivera , Melendez Tamayo , Morocho Amaguaya. Análisis documental relacionado con la educación continua como eje integrador de las competencias del currículo universitario. *Education siglo XXI*. 2021; 39(2): p. 3.
11. Gaona Montiel , Reyes Robles , Ramirez Cedillo. Mercado, volatilidad y gestión de futuros en Mexico el empleo del método ARCH y GARCH. *Contaduría y Administración*. 2020;; p. 6.
12. García Solarte. Clima Organizacional y su Diagnóstico: Una aproximación Conceptual. *Cuadernos de Administración*. 2009;(42): p. 4.
13. Gutierrez Lozano J, Ruiz del Olmo F. Comunicación y juventud. Nuevos medios, representación, recepción y participación en contenidos de entretenimiento e información. *Revista Internacional de Comunicación*. 2020;; p. 6.
14. Davila del Valle , Diez Esteban , López de Foronda Pérez. La crisis financiera global: síntoma de una crisis de valores. *Revista de Ciencias Sociales RCS*. 2015.
15. Marchena. Los ratios financieros y su relación con la rentabilidad en una empresa de maquinas pesadas. *Escritos Contables y de Administración*. 2023; 14(1): p. 2.
16. Abalde Paz E, Muñoz Cantero JM. *METODOLOGIA CUANTITATIVA VS. CUALITATIVA A Coruña: Universidad de la Coruña; 1992*.
17. Aguilar Castillo J, Bonilla Oñate , Peñafiel Mendez , Rojas Gavilanez. La Inteligencia Artificial en el proceso de enseñanza y aprendizaje critico. *Revista Social Fronteriza*. 2024; 4(3): p. 2-6.
18. Ayuso del Puerto D, Gutierrez. La Inteligencia Artificial como recurso educativo durante la formación inicial del profesorado. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*. 2022; 25(2): p. 2-5.
19. Barahona Quesada M. El papel de la investigación teórica en la construcción del conocimiento: Una reflexión desde la Universidad Estatal a Distancia (UNED). *Revistas UNED*. 2013;; p. 5-7.

20. Bolaño García , Duarte Acoste N. Una revisión sistemática del uso de la inteligencia artificial en la educación. *Revista Colombiana de cirugía*. 2023; 39(1): p. 2-5.
21. Chapi M. La inteligencia artificial y su impacto. *Polo del conocimiento*. 2024; 16(4): p. 3-4.
22. Corona Lisboa. Investigación cualitativa: fundamentos epistemológicos, teóricos y metodológicos. *Vivat Academia*. 2018;(144): p. 2-7.
23. Corvalán. Inteligencia artificial: retos, desafíos y oportunidades - Prometea: la primera inteligencia artificial de Latinoamérica al servicio de la Justicia. *Revista de Investigación Institucional*. 2017; 5(1): p. 1-5.
24. García Peña R, Mora Marcillo , Ávila Ramírez. La inteligencia artificial en la educación. *Dominio de las Ciencias*. 2020; 6(3): p. 2-16.
25. Lara Andino A, León Vinuesa. La evaluación, la inteligencia artificial y otras tecnologías de vanguardia en educación general básica superior. *Prometeo Conocimiento Científico*. 2023; 3(2): p. 2-6.
26. Parra Taboada E, Trujillo Arteaga , Álvarez Abad R, Arias Domínguez , Santillan Gordón. El Impacto de la Inteligencia artificial en la educación. *Revista Científica Retos de la Ciencia*. 2024; 1(4): p. 2-6.

ANÁLISIS TEMPORAL DE LA DEUDA PÚBLICA DEL ECUADOR Y EL PRESUPUESTO GENERAL DEL ESTADO PARA EL AÑO 2030

TEMPORAL ANALYSIS OF ECUADOR'S PUBLIC DEBT AND THE GENERAL STATE BUDGET FOR 2030

Carolina Mayele Aguirre Jordan¹, Víctor Javier Garzón Montealegre²

{caguirre8@utmachala.edu.ec¹, vgarzon@utmachala.edu.ec²}

Fecha de recepción: 21/01/2025

/ Fecha de aceptación: 03/01/2025

/ Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: El trabajo titulado “Análisis Temporal de la Deuda Pública del Ecuador y el Presupuesto General del Estado para el 2030” se enfoca en estudiar las tendencias históricas y proyectar escenarios futuros de la deuda pública ecuatoriana, en relación con el presupuesto general del Estado, considerando el contexto económico actual y las políticas fiscales del país. Este tema es relevante, ya que el manejo adecuado de la deuda pública es fundamental para garantizar el desarrollo económico y social, además de cumplir con los compromisos internacionales del país. El objetivo principal de la investigación analizar la evolución de la deuda pública y su relación con el presupuesto general del Estado, proyectando posibles escenarios hasta 2030. La metodología se basa en un enfoque cuantitativo, utilizando series de tiempo de datos económicos del Ecuador obtenidos de fuentes oficiales. Se empleó el modelo ARIMA que permite analizar y realizar el pronóstico de series temporales por medio de sus tres componentes auto regresivo, integrado y medida móvil, también se aplicó las técnicas de análisis de escenarios modelación financiera para proyectar la evolución de la deuda. Los resultados principales muestran que, de no implementar reformas fiscales, la deuda podría superar niveles sostenibles en 2030, afectando la capacidad del país para financiar inversiones sociales y productivas. Este análisis evidencia la necesidad urgente de implementar políticas fiscales responsables que permitan reducir la dependencia del endeudamiento externo, garantizar la sostenibilidad fiscal y promover un crecimiento económico equilibrado para el Ecuador hacia 2030.

Palabras clave: Ecuador, deuda pública, presupuesto general del estado, crecimiento

¹Universidad Técnica de Machala – Ecuador, <https://orcid.org/0009-0005-3654-5170>

²Magíster en Economía Agraria de la Universidad Agraria del Ecuador, Economista. Docente de la Universidad Técnica de Machala– Ecuador, <https://orcid.org/0000-0003-4838-4202>

ABSTRACT: The work entitled “Temporal Analysis of the Public Debt of Ecuador and the General State Budget for 2030” focuses on studying historical trends and projecting future scenarios of the Ecuadorian public debt, in relation to the general state budget, considering the current economic context and the country's fiscal policies. This topic is relevant, since the proper management of public debt is essential to guarantee economic and social development, in addition to complying with the country's international commitments. The main objective of the research is to analyze the evolution of public debt and its relationship with the general state budget, projecting possible scenarios until 2030. The methodology is based on a quantitative approach, using time series of economic data from Ecuador obtained from official sources. The ARIMA model was used to analyze and forecast time series through its three components: autoregressive, integrated and mobile measure. The techniques of scenario analysis and financial modeling were also applied to project the evolution of the debt. The main results show that, if fiscal reforms are not implemented, the debt could exceed sustainable levels in 2030, affecting the country's capacity to finance social and productive investments. This analysis highlights the urgent need to implement responsible fiscal policies that allow reducing dependence on external debt, guarantee fiscal sustainability and promote balanced economic growth for Ecuador towards 2030.

Keywords: Ecuador, public debt, general state budget, growth

INTRODUCCIÓN

La sostenibilidad fiscal es un tema crucial para el desarrollo económico de cualquier nación, ya que garantiza la capacidad del gobierno para financiar políticas públicas y proyectos de inversión sin comprometer su estabilidad financiera.

La deuda pública es aquella obligación financiera que contraen los estados, en donde se incluyen los préstamos realizados por el gobierno central, los organismos regionales, institutos autónomos o empresas del estado (1). La sostenibilidad de la deuda en países en desarrollo, como Ecuador, depende de la capacidad del gobierno para mantener una proporción manejable de deuda respecto al PIB y asegurar que los ingresos fiscales sean suficientes para cumplir con las obligaciones de pago (2).

En este contexto, la deuda pública se presenta como un indicador fundamental de la estabilidad financiera y de la capacidad de endeudamiento de un país. El manejo eficiente de esta variable resulta esencial para evitar crisis económicas que podrían impactar tanto el bienestar social como el desarrollo económico a largo plazo. En el caso de Ecuador, la deuda pública ha adquirido una relevancia particular debido a su crecimiento sostenido desde inicios del siglo XXI.

Este incremento ha generado tensiones significativas al ejecutar y formular el Presupuesto General del Estado (PGE), principal instrumento de planificación y administración de los recursos públicos. El presupuesto es una estimación de los recursos económicos que tiene un

país en donde se examinan los ingresos que especialmente están distribuidos en la recaudación de impuestos, venta del petróleo, particularmente en educación, servicios, salud, producción, salud, vivienda, seguridad y agricultura (3).

Un aspecto preocupante del aumento de la deuda pública es su influencia directa en el PGE, ya que redirige una proporción creciente de los recursos fiscales hacia el pago de intereses. Esta situación limita la capacidad del gobierno para destinar fondos a sectores estratégicos como infraestructura, educación y salud, perturbando no solo la calidad de vida de las personas, sino también el potencial de crecimiento económico del país. La estabilidad presupuestaria implica un control más riguroso del gasto y la deuda pública, con el objetivo de prevenir excesos en estos aspectos de la gestión financiera, los cuales podrían conducir a un déficit estructural (4).

Los niveles elevados de deuda pública, además, pueden desplazar el financiamiento del sector privado, reduciendo la inversión en actividades productivas. Este fenómeno, ampliamente documentado en la literatura económica, subraya cómo una alta carga de deuda restringe la capacidad del gobierno para implementar proyectos que promuevan el desarrollo económico sostenible. El aumento desmedido de la deuda no solo compromete la sostenibilidad fiscal, sino que también genera riesgos estructurales que pueden tener implicaciones graves para el crecimiento a largo plazo (5).

El impacto de la dependencia de deuda en un país se ve amplificado cuando las condiciones económicas internas son frágiles o cuando los organismos internacionales, tales como el Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional, imponen políticas de ajuste estructural para garantizar el cumplimiento de los compromisos financieros. (6) destaca que estas políticas, aunque diseñadas para estabilizar las finanzas públicas, a menudo resultan en medidas de austeridad que profundizan las desigualdades sociales y reducen la capacidad de los gobiernos para invertir en áreas críticas para el desarrollo.

La situación de Ecuador no es diferente. Desde inicios del siglo XXI, el país ha enfrentado un problema permanente relacionado con la acumulación de deuda para cubrir déficits fiscales recurrentes. Según (7), esta tendencia se ha visto exacerbada por la falta de reformas estructurales que permitan optimizar los ingresos fiscales y controlar el gasto público. El Presupuesto General del Estado, por su parte, se convierte en una herramienta esencial para anticipar y gestionar los flujos de recursos dentro de la economía. Enfatizan que una gestión eficiente del PGE es clave para prevenir crisis económicas y garantizar la estabilidad financiera a mediano y largo plazo (8).

En este contexto, surge la necesidad de realizar una evaluación integral de la gestión de la deuda pública y su interacción con el PGE durante el período 2000-2022. Este análisis no solo debe enfocarse en entender las causas del endeudamiento elevado, sino también en identificar las estrategias empleadas para su financiamiento y las consecuencias que estas han tenido en el desarrollo económico y social del país. La relación es particularmente relevante porque ambos son componentes esenciales de la sostenibilidad fiscal y porque su

interacción afecta directamente la capacidad del gobierno para implementar políticas públicas efectivas.

El presente trabajo tiene como objetivo principal identificar la evolución de la deuda pública y el presupuesto general del Estado desde el año 2000 hasta el 2022. Para ello, se busca desarrollar un modelo de series de tiempo que permita proyectar estas variables y estimar su comportamiento hacia el año 2030. La importancia de este estudio se presenta al formar una base sólida para la formulación de políticas fiscales responsables que eviten crisis de deuda y promuevan un crecimiento.

La importancia de este estudio radica en que, al desarrollar un modelo de series de tiempo para proyectar la evolución de estas dos variables hacia el año 2030, en donde se podrán anticipar tendencias futuras. Así, este trabajo busca contribuir al entendimiento de la relación entre la sostenibilidad fiscal y el desarrollo económico, ofreciendo herramientas que apoyen la planificación estratégica y promuevan el bienestar de la sociedad ecuatoriana.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se clasifica como una investigación cuantitativa, ya que se centra en el análisis y la interpretación de datos numéricos. Se utilizarán técnicas econométricas para examinar la deuda pública y el presupuesto general del Estado del Ecuador, proporcionando una base sólida para la proyección y evaluación de estas variables. Los estudios cuantitativos buscan confirmar y predecir fenómenos, identificando regularidades y relaciones causales para desarrollar y probar teorías. Cuando se aplica este enfoque de manera rigurosa y conforme a reglas lógicas, los datos obtenidos cumplen con criterios de validez y confiabilidad, lo que permite que las conclusiones resultantes aporten al conocimiento científico.

El estudio tipo descriptivo y exploratorio, lo cual permitirá no solo describir la evolución histórica de la deuda pública y el presupuesto, sino también identificar y explicar sus tendencias a lo largo del tiempo, siguiendo la metodología planteada por autores como, quien subraya la importancia del análisis temporal para comprender las dinámicas económicas.

El método deductivo se basa en teorías y modelos preexistentes. Permite aplicar conceptos teóricos a la realidad empírica, facilitando la realización de proyecciones y la interpretación de los resultados en función de las teorías establecidas. En este caso se toman datos de fuentes oficiales tales como revistas científicas y páginas oficiales como el Banco Central y Fondo Monetario Internacional.

Para llevar a cabo el análisis, se empleará la metodología de análisis de series temporales. En este contexto, se utilizarán técnicas econométricas, donde se destacan la econometría como una herramienta esencial para analizar relaciones económicas y realizar proyecciones basadas en datos históricos, incluyendo modelos ARIMA (Autoregressive Integrated Moving

Average) para proyectar las variables de deuda pública y Presupuesto General del Estado hacia el año 2030.

Estas técnicas permiten modelar y prever los comportamientos futuros de las variables estudiadas con base en sus patrones históricos. Además, se utiliza transformaciones logarítmicas naturales para garantizar la normalización de los datos y facilitar el análisis exponencial.

Los logaritmos naturales permiten abordar adecuadamente problemas relacionados con crecimiento y decrecimiento exponencial, esenciales para modelar variables económicas y financieras.

Los datos requeridos para el análisis se obtendrán de fuentes oficiales como el Banco Central del Ecuador, el Ministerio de Finanzas y otras instituciones relevantes que proporcionan información precisa y actualizada sobre la deuda pública y el Presupuesto General del Estado.

Se debe indicar que la serie de tiempo es considerada una secuencia de datos que se recopilan y organizan en intervalos regulares a lo largo del tiempo. En otras palabras, es una forma de observar cómo cambia un determinado fenómeno o variable a medida que pasa el tiempo.

Para realizar un análisis más eficaz sobre la serie temporal, es posible que se consideren series individuales como el componente de una serie temporal o también conocida como multivariante o vectorial de tal forma que se puedan analizar de manera conjunta. Además, sugieren que, para un análisis fiable, se debe contar con al menos 50 observaciones en la serie temporal.

Los modelos estadísticos desarrollados por Box y Jenkins en las series temporales tienen un nombre genérico como lo es ARIMA, llamado así por sus tres componentes: AR (autorregresivo), I (integrado), MA (medias móviles). Este modelo permite representar un valor como una combinación lineal de valores pasados y errores aleatorios, y también puede incorporar componentes cíclicos o estacionales si es necesario. Esto significa que el modelo debe incluir todos los elementos necesarios para capturar el comportamiento del fenómeno en estudio.

El modelo ARIMA se utiliza para representar un valor como una combinación lineal de observaciones pasadas y errores aleatorios. También puede incorporar elementos cíclicos o estacionales. La meta es desarrollar un modelo que sea apropiado y eficiente, lo que significa que debe incluir solo la cantidad mínima de términos requeridos para capturar adecuadamente el comportamiento del fenómeno en estudio.

RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados sobre el comportamiento de la deuda pública y el PGE.

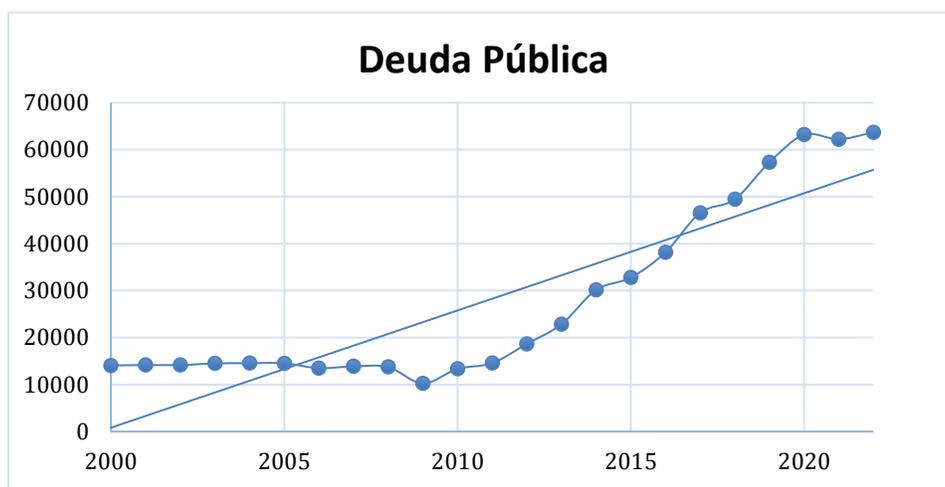


Figura 1. Evolución de la deuda pública, periodo 2000-2022.

La deuda pública se refiere al total de dinero que el gobierno debía a prestamistas, ya fueran nacionales o internacionales. Analizar esta deuda es crucial para la evaluación de la estabilidad financiera del país, su capacidad para cumplir con sus compromisos y cómo esta deuda había afectado el crecimiento económico y el bienestar de la sociedad.

La gráfica revela una tendencia clara de crecimiento sostenido de la deuda pública durante el período analizado. A pesar de algunas fluctuaciones interanuales, la línea general muestra una pendiente ascendente, lo que indica un aumento constante en el endeudamiento del gobierno. La deuda pública ha experimentado un crecimiento ininterrumpido durante los trece años analizados, lo que sugiere una política fiscal expansiva por parte del gobierno, posiblemente motivada por la necesidad de financiar programas sociales, infraestructura o hacer frente a crisis económicas.

Como país dependiente de las exportaciones petroleras, Ecuador ha sido vulnerable a las fluctuaciones en los precios internacionales. Las caídas en los ingresos petroleros han obligado al gobierno a buscar financiamiento externo para cubrir el déficit fiscal. Eventos como la crisis financiera de 2008 y la reciente pandemia de COVID-19 han generado contracciones económicas a nivel mundial, afectando las exportaciones ecuatorianas y reduciendo los ingresos fiscales. En 2019, la mayor parte de la deuda pública correspondía a bancos y bonos, representando el 44,6 %. Mientras que para el 2020, los organismos multilaterales pasaron a tener la mayor participación, conformando el 42% del saldo total de la deuda pública (9).



Figura 2. Evolución del presupuesto general del estado, periodo 2000-2022.

La gráfica presentada muestra la evolución del Presupuesto General del Estado durante un período de 22 años. El PGE representa la estimación de los ingresos y gastos del sector público en un ejercicio fiscal determinado, siendo un indicador clave de la política fiscal de un país y de su capacidad para financiar programas y servicios públicos.

El crecimiento del PGE durante esta década estuvo impulsado por la recuperación económica tras la crisis de los años 90, el aumento de los ingresos petroleros y la implementación de políticas sociales. Entre 2010 y 2015 se aprecia una expansión de las políticas públicas y una mayor inversión en diversos sectores de la economía.

La bonanza petrolera permitió al gobierno incrementar significativamente el gasto público en inversión y programas sociales. A partir de 2015 se observa una caída considerable del presupuesto, esta disminución podría estar relacionada con factores como la caída de los precios de las materias primas, la desaceleración económica global o cambios en la política fiscal del gobierno.

Sin embargo, la pandemia de COVID-19 generó nuevas presiones sobre las finanzas públicas, obligando a aumentar el gasto en salud y medidas de estímulo económico. Luego de la caída, el PGE muestra una recuperación gradual a partir de 2020, lo que podría indicar una reactivación económica y un aumento en la inversión pública. Debido a la disminución de los ingresos provenientes del petróleo, los tributos y otras fuentes no tributarias, el Ministerio de Economía y Finanzas implementó ajustes en los presupuestos de todas las entidades del Presupuesto General del Estado (PGE) para garantizar la sostenibilidad, estabilidad y coherencia en la gestión de las finanzas públicas (10).

**ANÁLISIS TEMPORAL DE LA DEUDA PÚBLICA DEL ECUADOR Y EL PRESUPUESTO GENERAL DEL ESTADO
PARA EL AÑO 2030**

Tabla 1. Regresión de las variables deuda pública y presupuesto general del estado.

. reg ln_de ln_pge

| Source | SS | df | MS | Number of obs | = | 23 |
|----------|------------|----|------------|---------------|---|--------|
| Model | 4.30896756 | 1 | 4.30896756 | F(1, 21) | = | 20.26 |
| Residual | 4.46599033 | 21 | .212666206 | Prob > F | = | 0.0002 |
| | | | | R-squared | = | 0.4911 |
| | | | | Adj R-squared | = | 0.4668 |
| Total | 8.77495789 | 22 | .398861722 | Root MSE | = | .46116 |

| ln_de | Coef. | Std. Err. | t | P> t | [95% Conf. Interval] |
|--------|----------|-----------|------|-------|----------------------|
| ln_pge | .5420466 | .1204202 | 4.50 | 0.000 | .2916191 .792474 |
| _cons | 4.768247 | 1.176917 | 4.05 | 0.001 | 2.320715 7.215779 |

El modelo de regresión fue estimado utilizando un total de 23 observaciones, en donde la variable dependiente es la deuda pública representada por ln_de y la variable independiente representada por ln_pge, en donde se muestra que el modelo es estadísticamente significativo, con un valor de $F(1, 21) = 20.26$ y una probabilidad asociada de $\text{Prob} > F = 0.0002$. Esto indica que la relación entre las variables es relevante a nivel general.

El valor de R-cuadrado es 0.4911, lo que implica que aproximadamente el 49.11% de la variabilidad de la deuda pública puede ser explicada por el presupuesto general del Estado, mientras que el R-cuadrado ajustado es de 0.4668, lo que confirma que el modelo se ajusta de manera razonable a los datos disponibles, aunque su capacidad explicativa es algo limitada debido al tamaño reducido de la muestra.

Por último, el coeficiente de 0.5420 sugiere que, un incremento del 1% en el presupuesto está asociado con un aumento del 0.54% en la deuda pública. Este coeficiente es estadísticamente significativo ($p\text{-valor} = 0.000$), lo que refuerza la evidencia de una relación consistente entre el presupuesto y la deuda pública en el contexto del modelo analizado.

Tabla 2. Regresión de la variable deuda pública por medio del modelo ARIMA.

```
ARIMA regression
Sample: 2000 - 2022
Log likelihood = 11.35737
Number of obs = 23
Wald chi2(2) = 351.39
Prob > chi2 = 0.0000
```

| ln_de | Coef. | OPG Std. Err. | z | P> z | [95% Conf. Interval] | |
|----------------|----------|------------------|-------|-------|----------------------|----------|
| ln_de _cons | 10.24481 | .6749182 | 15.18 | 0.000 | 8.921996 | 11.56763 |
| ARMA | | | | | | |
| ar L1. | .9725567 | .077026 | 12.63 | 0.000 | .8215885 | 1.123525 |
| ma L1. | .221795 | .2725079 | 0.81 | 0.416 | -.3123107 | .7559007 |
| /sigma | .1372827 | .0207646 | 6.61 | 0.000 | .0965848 | .1779807 |

El coeficiente de la constante es 10.24481, con un z estadísticamente significativo de 15.18. Este valor indica el nivel medio esperado de deuda cuando los efectos de los componentes autorregresivo (AR) y de media móvil (MA) no están presentes.

El coeficiente autorregresivo (ar) es 0.9726, lo que sugiere una fuerte dependencia de la deuda pública con respecto a su propio valor pasado. Este coeficiente es estadísticamente significativo de 12.63, lo que implica que el valor actual de la deuda está altamente influenciado por su valor en el período anterior.

El coeficiente de medios móviles (ma) es 0.2218, pero no es estadísticamente significativo, ya que el p-valor es 0.416. Esto sugiere que el componente de medios móviles no tiene un impacto relevante en el modelo. El intervalo de confianza para este coeficiente incluye tanto valores negativos como positivos, lo que refleja una gran incertidumbre sobre su contribución al modelo.

**ANÁLISIS TEMPORAL DE LA DEUDA PÚBLICA DEL ECUADOR Y EL PRESUPUESTO GENERAL DEL ESTADO
PARA EL AÑO 2030**

Tabla 3. Regresión de la variable Presupuesto General del Estado por medio del modelo ARIMA.

| ARIMA regression | | | | | | |
|--------------------------|----------|------------------|-----------------|-------|----------------------|----------|
| Sample: 2000 - 2022 | | | Number of obs = | | 23 | |
| Log likelihood = 2.83208 | | | Wald chi2(2) = | | 172.19 | |
| | | | Prob > chi2 = | | 0.0000 | |
| ln_pge | Coef. | OPG Std. Err. | z | P> z | [95% Conf. Interval] | |
| ln_pge _cons | 9.198738 | 1.129179 | 8.15 | 0.000 | 6.985588 | 11.41189 |
| ARMA | | | | | | |
| ar L1. | .9794966 | .0748859 | 13.08 | 0.000 | .8327229 | 1.12627 |
| ma L1. | .2834192 | .3852175 | 0.74 | 0.462 | -.4715932 | 1.038432 |
| /sigma | .1970685 | .0279506 | 7.05 | 0.000 | .1422863 | .2518507 |

Este coeficiente mide la dependencia lineal entre el valor actual de la serie y su valor en el período anterior. Un valor cercano a 1 indica una fuerte autocorrelación, lo que implica que los valores del PGE tienden a persistir en el tiempo. Un AR cercano a 1 sugiere que los cambios en el PGE son graduales y que los shocks o perturbaciones previas tienen un efecto duradero. Esto refleja una inercia en el sistema que genera los datos, donde los efectos pasados continúan influyendo en el comportamiento actual del PGE.

El coeficiente MA (1) captura el impacto de los errores de pronósticos del periodo anterior en el valor actual de la serie. En este caso, el coeficiente no es significativo, lo que sugiere que los choques aleatorios no tienen un impacto duradero en el PGE. Esto implica que la serie es relativamente estable y no es especialmente sensible a perturbaciones aleatorias.

Tabla 4. Regresión de la deuda pública y el Presupuesto General del Estado.

```
. reg pred_ln_de pred_ln_pge
```

| Source | SS | df | MS | Number of obs = | 31 |
|----------|------------|----|------------|-----------------|--------|
| Model | 6.29494849 | 1 | 6.29494849 | F(1, 29) = | 29.81 |
| Residual | 6.12312711 | 29 | .211142314 | Prob > F = | 0.0000 |
| Total | 12.4180756 | 30 | .413935853 | R-squared = | 0.5069 |
| | | | | Adj R-squared = | 0.4899 |
| | | | | Root MSE = | .4595 |

| pred_ln_de | Coef. | Std. Err. | t | P> t | [95% Conf. Interval] | |
|-------------|----------|-----------|------|-------|----------------------|----------|
| pred_ln_pge | .6325658 | .1158503 | 5.46 | 0.000 | .3956253 | .8695063 |
| _cons | 4.026062 | 1.144745 | 3.52 | 0.001 | 1.684796 | 6.367328 |

**ANÁLISIS TEMPORAL DE LA DEUDA PÚBLICA DEL ECUADOR Y EL PRESUPUESTO GENERAL DEL ESTADO
PARA EL AÑO 2030**

El coeficiente de pred_ln_pge es 0.6326, lo cual sugiere que, en promedio, un incremento de una unidad del presupuesto está asociado con un aumento de aproximadamente 0.63 unidades en el logaritmo natural de la deuda. Este resultado indica una relación positiva y significativa entre el presupuesto y la deuda pública.

El R cuadrado es 0.5069, lo cual implica que aproximadamente el 50.69% de la variación pred_ln_de se explica por pred_ln_pge . Aunque este valor indica un ajuste moderado, también sugiere que hay otros factores no incluidos en el modelo que podrían estar influyendo en la variación de la deuda pública.

Este modelo sugiere que existe una relación positiva significativa entre el presupuesto general del estado y la deuda pública. Un incremento en el presupuesto parece estar asociado con un aumento en la deuda pública, lo cual podría reflejar que el gobierno financiero parte de su presupuesto a través de endeudamiento. Sin embargo, dado que el R^2 es solo moderada, esta relación no es completamente determinante, y existen otros factores externos o internos que también influyen en el comportamiento de la deuda pública.

Tabla 5. Proyección de la deuda y el presupuesto General Del Estado en logaritmo natural.

| | Deuda Pública | Presupuesto General Del Estado |
|-------------|---------------|--------------------------------|
| 2023 | 10.9928 | 10.37551 |
| 2024 | 10.97227 | 10.35138 |
| 2025 | 10.9523 | 10.32775 |
| 2026 | 10.93289 | 10.3046 |
| 2027 | 10.91401 | 10.28193 |
| 2028 | 10.89564 | 10.25972 |
| 2029 | 10.87778 | 10.23797 |
| 2030 | 10.86041 | 10.21666 |

La proyección del logaritmo natural de la deuda pública y el PGE muestra una ligera tendencia descendente, lo que podría indicar una política fiscal orientada a la estabilización o una reducción paulatina de la dependencia de la deuda en el financiamiento del presupuesto estatal.

Esta relación sugiere que la deuda pública no crecerá de manera desproporcionada respecto al presupuesto, es decir que el gobierno podría estar adoptando una política fiscal que busque estabilizar las finanzas públicas y reducir, poco a poco, la dependencia de la deuda para financiar el presupuesto. Es una señal de sostenibilidad a largo plazo, en el sentido de que el gobierno estaría controlando el endeudamiento para mantenerlo alineado con los recursos proyectados.

Aunque esta proyección parece optimista en términos de sostenibilidad, cualquier shock externo, como una caída en los precios de exportación o un aumento en las tasas de interés internacionales, podría afectar esta estabilidad proyectada.

DISCUSIÓN

El análisis temporal de la deuda pública y su influencia en el presupuesto general del estado es crucial para proyectar hasta el año 2030 es un tema de gran relevancia, dada la importancia de la sostenibilidad fiscal y la estabilidad económica del país. A través del estudio de las series de tiempo, se ha podido observar que Ecuador ha experimentado fluctuaciones significativas en su deuda pública debido a factores como las condiciones de financiamiento externo, y las políticas económicas internas. Uno de los puntos claves que se han identificado a lo largo del análisis es la estrecha relación entre la deuda pública y el presupuesto general del Estado.

El presupuesto ha tenido que ajustarse constantemente debido a los incrementos en los pagos de deuda, lo que a menudo limita al estado a invertir en otros sectores que también son prioritarios como la salud, la educación y la infraestructura.

Además, los ingresos fiscales han sido insuficientes para cubrir los gastos recurrentes, lo que ha llevado a un aumento de la deuda interna y externa del país. Según (11), la estructura de la deuda en América Latina ha tendido a aumentar debido a una mayor dependencia de fuentes de financiamiento externo, lo cual puede generar vulnerabilidad frente a cambios en las condiciones globales de crédito.

La deuda pública se vuelve problemática cuando los costos del servicio de la deuda comprometen una porción sustancial del presupuesto estatal, limitando la capacidad del gobierno para invertir en sectores clave como educación, salud e infraestructura.

Según el Banco Central del Ecuador (12), los niveles de deuda sobre el Producto Interno Bruto (PIB) han alcanzado cifras superiores al 60% en algunos años, indicando una dependencia significativa del financiamiento para cubrir déficits fiscales.

Esta situación resulta preocupante dado que la economía ecuatoriana se encuentra altamente expuesta a fluctuaciones en los precios del petróleo, lo cual limita la capacidad de predecir ingresos estables. Sin embargo, la disposición Transitoria Vigésima Sexta de la Ley Orgánica para el Ordenamiento dice, que debe alcanzar un límite del 40% del PIB hasta el año 2032.

Desde el punto de vista de (13) se destaca que el país enfrenta dificultades para alcanzar un equilibrio fiscal sostenible debido a su fuerte dependencia de los ingresos petroleros, los cuales son altamente volátiles. Además, el bajo nivel de ingresos tributarios agrava la situación, lo que dificulta la implementación de políticas fiscales sostenibles a corto plazo.

A esto se suma una política fiscal procíclica y un manejo inadecuado del endeudamiento público, lo que contribuye a la fragilidad de la economía. Los efectos de la deuda no solo su impacto directo sobre la economía nacional, sino también las limitaciones estructurales impuestas por la dolarización, los cambios impositivos y la constante necesidad de aplicar medidas de estabilización. El desafío radica en encontrar un balance entre el financiamiento necesario para el desarrollo y la sostenibilidad fiscal, para evitar que la deuda se convierta en un obstáculo para el crecimiento a largo plazo (14)

Finalmente, para lograr una estabilidad fiscal a largo plazo, el gobierno ecuatoriano deberá implementar medidas de contención de deuda y fortalecer el marco de responsabilidad fiscal. De acuerdo con las recomendaciones del Fondo Monetario Internacional (15), es necesario establecer reformas estructurales para optimizar el gasto público y mejorar la eficiencia en la recaudación tributaria. Estas acciones no solo contribuirán a reducir la deuda pública, sino que también permitirán liberar recursos del presupuesto estatal para destinarlos a inversiones estratégicas que impulsen el crecimiento y desarrollo del país.

CONCLUSIONES

Para concluir, el análisis temporal de la deuda pública de Ecuador y su relación con el Presupuesto General Del Estado para el año 2030 revela la complejidad y los desafíos que enfrenta el país para alcanzar una sostenibilidad fiscal a largo plazo.

El principal desafío sigue siendo la sostenibilidad de la deuda, ya que, a pesar de los esfuerzos del gobierno por implementar políticas para reducirla, las condiciones económicas internas y externas continúan afectando la capacidad de pago del Estado. Este endeudamiento ha tenido un impacto directo en el presupuesto general del Estado, que se ha visto condicionado por el pago de intereses y la reestructuración de la deuda, limitando así las inversiones en sectores clave como la salud, educación y la infraestructura.

Ante este panorama, se recomienda que futuras investigaciones aborden un modelo más amplio que considere no solo el análisis de la deuda pública y su impacto en las finanzas estatales, sino también el impacto de las políticas fiscales y monetarias en el desarrollo económico sostenido. Un enfoque que incorpore variables como el PIB, las tasas de interés, inflación, ingresos fiscales.

Además, sería pertinente investigar las posibles alternativas de financiamiento, como los mecanismos de deuda sostenible o los esquemas de financiamiento público-privado, que podrían aliviar la presión sobre el presupuesto estatal sin comprometer la estabilidad fiscal.

El fortalecimiento de las políticas de inversión en sectores clave y un análisis más detallado de los riesgos asociados con la dolarización podría proporcionar una visión más completa de las estrategias necesarias para mejorar la sostenibilidad fiscal.

En definitiva, Ecuador se enfrenta a un reto complejo para lograr un equilibrio entre el manejo responsable de su deuda y la necesidad de financiar su desarrollo. La sostenibilidad fiscal será clave para garantizar el bienestar económico y social del país en los próximos años.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ministerio de Economía y Finanzas. Deuda Pública.
2. Banco Mundial. World Bank Group. [Online].; 2021.. Disponible en: <https://www.worldbank.org/en/topic/debt/overview>.
3. Ayón I, Zea-Barahona C, Soledispa X, López L. El Presupuesto General del Estado y su aporte a la educación pública en el cantón Paján. Polo del Conocimiento. 2019; 4(7): p. 68.
4. Celi ME. Repositorio Universidad Andina Simón Bolívar. [Online].; 2016.. Disponible en: <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/4809/1/T1818-MDE-Celi-El%20rol.pdf>.
5. Banco Interamericano de Desarrollo. Informe del BID destaca avances y desafíos en la gestión de la deuda pública en el Caribe..
6. Castro CE. Análisis de la Deuda Pública y sus incidencia en el Producto Interno Bruto Ecuador en el periodo 200-2020. [Online].; 2021.. Disponible en: <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3173/1/TESIS%20DEUDA%20P%C3%9ABLICA%20Y%20PIb.pdf>.
7. Hidalgo M, Villavicencio X, González M. Deuda Pública Ecuatoriana: Un análisis de sostenibilidad..
8. Villa C, Samaniego FdR, Vargas U, Merino E. La sostenibilidad del Presupuesto General del Estado en el Ecuador. Revista de investigación Talentos. 2018; 1(1): p. 45-52.
9. Ministerio de Economía y Finanzas. Rendición de cuentas año 2020. Ministerio de Economía y Finanzas.
10. Ministerio de Economía y Finanzas. Informe anual de ejecución: Presupuesto General del Estado enero - diciembre 2020..
11. CEPAL. Estudio económico de America Latina y el Caribe. En Dinámica laboral y políticas de empleo para una recuperación sostenible e inclusiva más allá de la crisis del COVID-19.: CEPAL; 2021.
12. Banco Central del Ecuador. BCE. [Online].; 2023.. Disponible en: https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Administracion/EvolEconEcu_2022pers2023.pdf.

13. Hidalgo P, Acosta N. Sostenibilidad fiscal: metodología y análisis para la economía ecuatoriana. *Ciencia, Economía y Negocios*. 2021; 5(1): p. 37-69.
14. Ramírez A, Coronel A, Fernández JDC, León LA, Mora M. Efecto de la Deuda Pública en el PIB, 2000-2022. *Revista de Estudios Contemporáneos del Sur Global*. 2024; 5(14).
15. FMI. Fondo Monetario Internacional. [Online]; 2022. Disponible en: <https://www.imf.org/es/News/Articles/2022/05/11/pr22148-ecuador-imf-staff-and-the-ecuadorian-authorities-reach-staff-level-agreement>.

DEL GRANO DE ORO AL DESARROLLO ECONÓMICO: EL CACAO ECUATORIANO Y SU CONTRIBUCIÓN A LA ECONOMIA NACIONAL EN TIEMPOS DE CRISIS

FROM THE GRAIN OF GOLD TO ECONOMIC DEVELOPMENT: ECUADORIAN COCOA AND ITS CONTRIBUTION TO THE NATIONAL ECONOMY IN TIMES OF CRISIS

María Belén Bravo Avalos¹, Silvia Paola González Fuenmayor², Gabriela Morejón Cabrera³

{maria.bravo@esPOCH.edu.ec¹, silvia.gonzalez@epn.edu.ec², gabriela.morejon.1492@gmail.com³}

Fecha de recepción: 20/12/2024 / Fecha de aceptación: 04/01/2025 / Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: El incremento de las exportaciones de cacao en Ecuador representa un importante modelo socio productivo en el país, su rol apunta a la soberanía alimentaria con objetivos de gran impacto en la economía y los impuestos corporativos, a través de cuatro pilares fundamentales (tecnológico, financiero, productivo y organizacional). A pesar de su valioso aporte a la economía nacional, sufrió una crisis debido a la pandemia del COVID-19, la cual se refleja en sus ingresos de 2019 y 2020. Por tal motivo, el presente estudio tiene como objetivo analizar la importancia y el impacto económico de la exportación de cereales y sus productos semielaborados en el sector agrícola, comparando las cifras proporcionadas por las instituciones gubernamentales ecuatorianas. Esta investigación es de enfoque cuantitativo descriptivo. Por lo que se obtiene con fines de estudio una revisión de análisis documentales, informes económicos y artículos académicos e institucionales. El Producto Interno Bruto fue uno de los parámetros más evaluados al buscar el sector que ha mantenido funcionando al país durante la pandemia, a través de un estudio de resultados con comparación de datos y a través de la recopilación de resoluciones en las que se incluyen la agroindustria y el cacao en los últimos años. Las medidas analizadas han demostrado tener un impacto económico positivo en el PIB nacional.

Palabras clave: cacao, sector agropecuario, impacto económico, Ecuador en pandemia, soberanía alimentaria

¹Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Riobamba-Ecuador, <https://orcid.org/0000-0002-5999-4690>; +5930995025210.

²Escuela Politécnica Nacional (EPN), Ecuador, <https://orcid.org/0000-0002-4552-8357>.

³School of Business and Economics, Vrije Universiteit Amsterdam (VU), De Boelelaan 1105, Amsterdam, Netherlands, <https://orcid.org/0000-0002-0888-4723>.

ABSTRACT: The increase in cocoa exports in Ecuador represents an important socio-productive model in the country, its role aims at food sovereignty with objectives of great impact on the economy and corporate taxes, through four fundamental pillars (technological, financial, productive and organizational). Despite its valuable contribution to the national economy, it suffered a crisis due to the COVID-19 pandemic, which is reflected in its income in 2019 and 2020. For this reason, the present study aims to analyze the importance and economic impact of the export of cereals and their semi-finished products in the agricultural sector, comparing the figures provided by Ecuadorian government institutions. This research has a descriptive quantitative approach. Therefore, a review of documentary analysis, economic reports and academic and institutional articles is obtained for study purposes. The Gross Domestic Product was one of the most evaluated parameters when looking for the sector that has kept the country running during the pandemic, through a study of results with data comparison and through the collection of resolutions that include the agroindustry and cocoa in recent years. The measures analyzed have proven to have a positive economic impact on the national GDP.

Keywords: *cocoa, agricultural sector, economic impact, Ecuador in pandemic, food sovereignty*

INTRODUCCIÓN

La República del Ecuador desde sus inicios se ha caracterizado por ser una fuente exponencial de producción y exportación de materia prima. Según (1) la Industria Secundaria en el Ecuador impulsa un crecimiento positivo en la dinamización económica del país.

Una de las principales fuentes de ingreso nacional es el sector agropecuario, por su calidad de valor agregado y exportación es categorizada como una actividad económica de gran potencial productivo en la cual comprende ámbitos en la acuicultura, ganadería, agricultura, etc. (2).

Un aumento per cápita en el producto interno bruto se podría ver reflejado ante el incremento de los agronegocios (3), teniendo un desarrollo potencial influenciado por el valor agregado y la productividad de materia prima que ofertan las cuatro regiones (4).

Los agronegocios inmiscuidos en las exportaciones pecuarias en el país tienen como finalidad mejorar la seguridad alimentaria y promover la sostenibilidad (5), presidiendo el sector económico y cumpliendo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (6). En los últimos meses, se ha podido apreciar los resultados de estudios y el análisis de los efectos producidos en la economía local durante los periodos 2019 y 2020 (2).

El país muestra pasos favorables en el desarrollo productivo enfocado en el sector pecuario, sin embargo esta área no ha sido explotada, debido al desconocimiento en la población nacional de la importancia cultural y económica que representa nuestra soberanía alimentaria en el Producto Interno Bruto nacional y como este ha sido capaz de sobrellevar a un país durante una emergencia sanitaria global, permitiendo mediante este campo abastecer al Ecuador y

mantener e incluso incrementar su notable participación en las acciones de exportación.

A finales de las 2019 autoridades en China reconocen un nuevo síndrome respiratorio agudo, este tuvo tal impacto que fue considerada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como una pandemia, la misma que conmocionó a la población mundial, llegándose a conocer, así como coronavirus (COVID-19) (7).

El COVID 19 impacto inmensamente en la economía global. En el caso de Ecuador se situó en una perspectiva poco favorable, así como en el resto de los países de Latinoamérica, ya que se enfrentó a una disminución en las actividades económicas de los principales socios comerciales. La incidencia del agronegocio se vio reflejada en el análisis del sector productivo, demostrando su transformación en indicadores macroeconómicos (8).

Esta pandemia ha mostrado una repercusión directa en la economía del país afectando a los procesos productivos y comerciales durante los años 2019- 2020, reflejados en el PIB del Ecuador, donde se obtuvieron términos constantes y se desarrollaron indicadores económicos (2). El Producto Interno Bruto en el último trimestre del 2019 alcanzó los 17824. 000 en período de COVID-19 (9).

Según Ing. Gabriela Cuenca (10) fue el Ecuador uno de los primeros países en enfrentar la pandemia afrontando un cierre parcial en las actividades económicas diarias del país.

Debido a la afectación económica provocada por el coronavirus se vieron afectadas varias industrias como en el caso de la industria hotelera y servicios de comida, etc (11).

El impacto repercutió forzosamente en las empresas más pequeñas y la asistencia gubernamental fue una de sus principales esperanzas. Sin embargo, llegó su réplica a menos del 42% a través del subsidio salarial. (3) Se ha realizado un contraste entre 2 grupos primordiales en el país: el sector petrolero y no petrolero, siendo este último pertinente en el desarrollo de las actividades de los agronegocios (acuicultura, comercio, agricultura y servicios financieros) (12).

El resultado de la dilatación en las actividades productivas estimó que en el 2020 el Ecuador decreció un 7,8% frente al 2019 sin embargo las exportaciones no petroleras registraron un desempeño favorable que disminuyó el impacto negativo del COVID-19 (10).

La crisis global sin precedentes que azota a todas las economías no puede establecerse claramente escenarios futuros, incluso a corto plazo. Organizaciones e Instituciones Globales Revisan constantemente sus pronósticos, y la única certeza es la incertidumbre. Al principio se esperaba que la pandemia sanitaria se resolvería tras una primera ola; la realidad es que varios países, incluidos los países desarrollados, han tenido que esperar la segunda ola y otros la tercera ola (13).

En la actividad económica el Banco Central (13) informó que la economía de las industrias del país cayó un 26,2% durante el período del coronavirus, en marcado contraste con el sector

ganadero de Ecuador, ya que disfrutaron de un mayor crecimiento en los sectores de la acuicultura y la pesca, los mayores índices por 1,8 como porcentaje del PIB. (5) El Dr. Adrián Ordoñez (8), al igual que (10), destacó que la agroindustria es clave para la economía ecuatoriana por su importancia ante la situación de endeudamiento que presenta.

Para el Ing. Xavier Lazo, ministro de Agricultura y Ganadería 2020 (13), se considera que el sector agropecuario marcha bien aún en las circunstancias desfavorables de la pandemia del COVID-19. Afirma que la mayor oferta de exportación de productos agrícolas ecuatorianos sigue siendo productos tradicionales, aunque otros productos como la papa china, la yuca, el jengibre tienen un espacio importante en 12 destinos diferentes, lo que le reporta a Ecuador \$ 26 millones en ingresos.

Se valoran más las acciones de la agroindustria ecuatoriana, como la del Dr. Adrián Ordoñez (14), gerente general de COFACE, quien enfatizó que la agroindustria muestra pronósticos económicos positivos, pudo resaltar que uno de los principales motores de la agroindustria es la producción. Los países con mayor estructura se encuentran potencializados en el sector agroindustrial. El Ecuador muestra una tasa de crecimiento promedio de 6% correspondiente al sector agropecuario y una tasa de crecimiento de 7.86% en el comercio exterior a pesar de la pandemia examinando una buena recuperación con un crecimiento PIB del 3% es decir existe una variación del 11% lo que menciona que la economía quiere despegar (16).

Se analizaron todas las acciones aplicadas durante este período y las estrategias empleadas, estas fueron implementadas a través de la generación de nuevas ideas de producto o servicio que contuvieran una alta demanda durante el COVID-19. Es así como se pudo considerar un incremento en la actividad económica del país (17).

Ecuador es considerado una república cacaotera por su impacto en materia prima y valoración económica. La producción de cacao aromático de alta calidad implica aumentar las oportunidades de empleo y desarrollar productos de valor agregado. Según investigaciones realizadas por el INEC, el proceso de esta actividad tiene un impacto directo en 100.000 hogares, que representan el 5% de la población económicamente activa, la participación activa de las zonas costeras en el cultivo de exportación y el proceso de cultivo (15).

El cacao orgánico contiene un alto valor comercial. Entre los principales productores tenemos a Ecuador, Venezuela y República Dominicana, que concentran el 70% del total mundial. El nivel de producción de cacao tiene implicaciones económicas, políticas y sociales, ya que produce cambios sociales dramáticos, incluida la reactivación agrícola, el aumento del empleo y el desarrollo de nuevos mecanismos de producción agrícola (16).

El cacao es un árbol tolerante a la sombra que crece en los trópicos húmedos, entre las latitudes 10°N y 10°S en los continentes americanos, África, Asia y Oceanía, domesticado por la cultura indígena maya en el año 200 (17).

Fue utilizado por los toltecas y aztecas de América Central. Hallazgos arqueológicos recientes muestran el uso del cacao hace 5.300 años en el sitio de Santa Ana la Florida en la provincia de

Zamora Chinchipe en el sureste de Ecuador, en el nacimiento del río Amazonas. Es fácil de combinar para los productores con diferentes cultivos como banano, frutales y maderables, y por su tolerancia a la sombra permite combinarse en sistemas multiproductivos, más diversificados, brindando a los productores otras alternativas de ingresos (17).

En los últimos tres años, Ecuador se ha posicionado como el tercer productor de cacao del mundo. Varios factores como el cambio climático, el aumento de los niveles de cadmio y la pandemia mundial de COVID-19 están afectando la cadena productiva del cacao en Ecuador (17).

El análisis de las características de la cadena de producción y comercialización del cacao, los datos de producción y exportación, las características de las variedades de cacao y los productores muestra que Ecuador tiene mucho potencial para mantener los estándares de producción (17).

Hay dos formas de comercializar el cacao en el Ecuador, el cacao pasa por una serie de intermediarios hasta llegar a la fuente que llamamos mercado local y la segunda forma se vende directamente al estado por muy pocas empresas. La comercialización externa depende de las exportaciones de cereales en dos categorías (2).

Los diversos eslabones de la cadena se dedican principalmente a la comercialización y comercialización de granos, siendo estos los que se exportan en mayor proporción. Hay algunas iniciativas de procesamiento local que se caracterizan como un sector sin valor agregado. En las zonas rurales, que se caracterizan por malas condiciones sanitarias y malas carreteras, las semillas pueden ser compradas por pequeños intermediarios que, en su opinión, visitan las fincas, la zona de mayor producción, y luego las revenden a las empresas (16).

Los intermediarios van a las fincas a comprar el producto directamente y en algunas zonas, como Manabí, suele comprarlo y venderlo seco. Otra forma de comercializar el cacao por parte de los productores es vendiéndolo a los recolectores de cacao de la zona, quienes recolectan lotes más grandes y a su vez lo venden a los mayoristas hasta que finalmente lo entregan a los exportadores (2).

La variación también ocurre cuando los agricultores viajan a los centros de población más cercanos para vender su producción a los intermediarios, quienes recolectan el cacao en lotes más grandes para entregarlo a los exportadores. El tercer método es cuando el agricultor, generalmente el dueño de la mayor riqueza vende su producción directamente a la fuente (17).

En algunas regiones existen cooperativas o asociaciones de productores donde el precio de compra es mayor además de recibir algunos otros beneficios por la asociación.

(13) Las estadísticas muestran que las organizaciones de EPS están certificadas en comercio justo incrementaron sus exportaciones (0,89% FOB respecto a 2019). Esto está probado por la relación sólida y duradera de los exportadores de comercio justo con sus clientes (2).

De enero a agosto de 2020, los productos EPS (Entidades Promotoras de Salud) han llegado a 61 países, las ventas para el exterior se caracterizan por ser enviado a mercados no tradicionales para Ecuador; Sin embargo, los exportadores ordinarios de banano han encontrado demanda en países menos exigentes, como Eslovenia y Argelia, que en la Unión Europea (6).

El análisis presentado describe los elementos de la cadena de valor epidemiológico COVID-19. En el caso de la producción, hay una disminución en el volumen vendido, principalmente por el cumplimiento de las normas de aislamiento social, haciendo. Muchas organizaciones no tienen el personal para trabajar (6).

Sin embargo, un ejemplo muestra que como porcentaje de la gestión de la cadena de comercialización se destaca en la provincia de Los Ríos, donde el 76,9% del cacao se vende a comerciantes intermediarios, el 11,5% se vende directamente a exportadores. Las exportaciones y el 11,5% restante entrega cacao a asociaciones que lo comercializaron directamente. Aproximadamente en Ecuador, el 70% de los productores entregan su cosecha a intermediarios, quienes eventualmente venden a los exportadores (17).

Es necesario evaluar la diferencia de precio por la calidad del cacao. Esta ventaja de tener el mismo precio de compra de cacao nacional y CCN51 da como resultado menores ganancias para los cacaocultores locales debido a los menores rendimientos del cacao local, así como a un nivel sensorial y premium que es irreconocible en el mercado internacional (18).

Una industria semielaborada que produce pastas, bebidas alcohólicas, mantequilla y harina está dominada por grandes empresas cuyos productos se destinan a los mercados exteriores. (10) Los chocolates es producido principalmente por pequeñas empresas que fabrican sus productos para el mercado nacional e internacional. En el caso de Ecuador, los productos y a base de cacao (mantequilla, aceite, licor) son utilizados como materia prima en la industria chocolatera, cosmética (lápiz labial, loción) y farmacéutica (17).

El análisis de los factores relacionados con el sector cacaotero permite concluir que la resiliencia de la producción cacaotera ecuatoriana depende de un conjunto de cinco acciones basadas en: Mejorar el entorno rural de la población, fortaleciendo los lazos y la cooperación, mejorando la productividad y el consumo (17). Desde el mercado nacional potenciar el mercado internacional y la investigación encaminada a la mejora. Estas propuestas se plantean como obras a medio plazo. Es necesario involucrarlos en un trabajo que genere mayor flexibilidad en la cadena productiva (17).

La pandemia es la causante del colapso en el intercambio de productos y ha afectado la relación de oferta y demanda, y aunque algunas industrias no tienen mayores problemas, las principales industrias mundiales como China y Estados Unidos enfrentan muchas dificultades por el Covid-19 (15).

Sin embargo, la agricultura durante la pandemia ha tenido un impacto modesto y el sector productivo no se ha visto muy afectado, ya que las actividades de este sector continúan

funcionando a pesar de las medidas establecidas para otros sectores, al igual que tiene que tomar nuevas medidas de seguridad. La bioseguridad puede hacer frente al impacto del Covid-19 (10).

El precio por tonelada en enero de 2020 fue de \$2.603. El precio más bajo se produjo en julio de 2020 a 2.100 \$/t, y empezó a subir hasta alcanzar los 2.407 \$/t a finales de diciembre del mismo año. Varios factores están afectando la producción de cacao y su comercialización global, entre ellos: La pandemia provocada por el Covid 19.

Los principales destinos del comercio exterior del cacao en grano son Indonesia y Estados Unidos, aunque se han mantenido durante muchos años entre los exportadores de mayor crecimiento, entre ambos países compraron unas 123.000 toneladas de cacao en grano en 2020, lo que representó el 37,82% del total (12). De la misma manera algunos países aumentan las órdenes de compra, además los mayores importadores de granos de cacao son los países de América del Norte y Asia, que están creciendo y abastecidos por varios países, incluidos: Indonesia, Malasia, Ecuador y otros de América del Sur (7).

Para la producción y exportación de Cacao en el Ecuador se ha visto factible considerar como principales perspectivas de oportunidades de negocio mercado de comercio justo y promoción mediante un análisis de futuros nichos de expansión (13).

Los consumidores Fairtrade o más conocidos como productores con alto índice de evaluación con fuertes criterios basados en el concepto de corporaciones tipo B, contemplando los tres pilares económicos, sociales y ambientales, son los más estrictos del mercado, pero son capaces de apostar por la producción nacional ya que existen en mercados tradicionales como EE. UU y la UE. Las multinacionales de la industria del chocolate están eligiendo propia autenticación como medio de verificación. Al mismo tiempo hay Oportunidades de comercio justo con compradores PYME (13).

Crecimiento observado en productos orgánicos en los EE. UU. Orgánico y sostenible. Las organizaciones deben cumplir con calidad estándar. Fairtrade y orgánico tienen una ventaja competitiva en Mercado de exportación. Necesidad de fortalecer a los productores problema de negocios (7).

En septiembre de 2020 en Ecuador, las provincias de Pichincha y Guayas se registraron como las más afectadas por el COVID-19. Esta última es una de las tres provincias con mayor producción de cacao en el Ecuador (15). Es previsible que la pandemia actual provoque cambios en las estrategias de producción y comercialización del proyecto. Sin embargo, la cadena cacaotera de Ecuador no se ha visto afectada, al contrario, las exportaciones han aumentado en 60.000 toneladas respecto al año calendario 2019, según (17).

El aumento probablemente se deba a la siembra de más plantas de extensión en los últimos cinco años, las cuales se están incorporando a la producción nacional. En Ecuador, por ejemplo, el cultivo de cacao ha creado empleo para alrededor de 100.000 hogares, principalmente en áreas rurales (1).

La producción de cacao en el inicio del 2020, principios de la pandemia del Covid 19 muestra la realidad de esta materia prima en la economía del país, según el Banco central tuvo una repercusión en incremento de 908 millones de dólares (9). Lo que claramente permite analizar la gran importancia que reporta en las familias, permitiendo originar empleos, alto valor agregado e implementación de una alta previsión de potencial de crecimiento exponencial (13).

En Ecuador se cultivan dos tipos de cacao: la variedad nacional y la variedad CCN 51. El primer tipo es cultivado principalmente por pequeños agricultores en sistemas agroforestales (15). Algunas empresas tienen extensiones que superan las 120 hectáreas. La calidad sensual del cacao de grado nacional ha sido reconocida en todo el mundo y, por lo tanto, es muy valorada en el mercado internacional. También existen tipos de capullos conocidos como un híbrido del capullo nacional y el triple cacao (13).

Existe una gran diversidad genética para los pueblos indígenas y está asociada a la introducción y mestizaje de cacao de otros países (13). Como no hay diferencia de precio entre los dos a nivel local, Ecuador se anima a vender una mezcla de los dos, lo que provoca una pérdida de calidad y desconfianza entre los compradores internacionales. Por lo tanto, debemos estudiar la calidad y desarrollar la producción de cacao fino con el aroma característico de nuestro país (13).

Respecto a los antecedentes previamente expuestos surge el siguiente cuestionamiento.

¿La economía del Ecuador se potenciaría ante el incremento de las exportaciones de cacao? (3). O más bien frente a su ausencia esta no presentaría repercusiones políticas y económicas en el país.

Cabe destacar que la presente investigación está enfocada en la determinación de la importancia del sector pecuario en la exportación de cacao en el Producto Interno Bruto a través de la comparación de resultados en los últimos años en el país considerando su funcionalidad durante la pandemia y el impacto que generó en el Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS

La información previamente revisada permite que la presente investigación busque un enfoque cuantitativo de tipo descriptivo el cual permita recopilar datos estadísticos propios para un estudio numérico, utilizando análisis cuantitativo del contenido, obteniendo datos medibles para una posterior comparativa alcanzando resultados correlacionados presentándose en forma de gráficos y tablas. Esta indagación se basa en la evaluación de los casos alcanzados en los últimos años mediante un contraste de cifras y observación de fuentes primarias y secundarias además de artículos económicos, financieros y científicos que permiten cumplir con el propósito de estudio. Este escrito está sustentado en la distinción de datos alcanzados en Sudamérica, enfatizado en la República del Ecuador. Se presentaron esquemas basados en datos proporcionados por Instituciones Financieras legítimas del país, dándonos a conocer la viabilidad del agronegocio en la economía nacional.

RESULTADOS

La República del Ecuador ha impulsado su desarrollo en la economía a base de la producción agrícola. Según el Banco Mundial, el sector agropecuario preside importancia económica y social, ya que es considerado uno de los principales motores en la economía ecuatoriana.

Reporte trimestral del Ecuador periodos 2019-2020

En el Ecuador uno de los pilares primordiales para el ingreso económico son las exportaciones a través de divisas. Debido a la pandemia ocasionada en el 2019 y 2020 el resultado mostró una afectación, siendo esta comparada en la siguiente tabla (9).

Tabla 1. Exportaciones 2019-2020. Tomada de cuentas nacionales trimestrales del Ecuador boletín número 114 2020 I- 2020 IV del Banco Central del Ecuador año 2021

| Trimestre | Exportaciones | PIB 2007/100 | t/t-1 | t/t-4 |
|--------------------|---------------|--------------|-------|-------|
| I Trimestre 2019 | 6.087.755 | 4.986.346 | 0.00 | 0.2 |
| II Trimestre 2019 | 6.426.494 | 5.208.222 | 4.4 | 5.6 |
| III Trimestre 2019 | 6.367.025 | 5.228.932 | 0.4 | 5.4 |
| IV Trimestre 2019 | 6.035.857 | 5.158.665 | -1.3 | 3.5 |
| I Trimestre 2020 | 5.888.206 | 5.178.448 | 0.4 | 3.9 |
| II Trimestre 2020 | 5.032.239 | 4.419.684 | -14.7 | -15.1 |
| III Trimestre 2020 | 5.470.722 | 5.237.438 | 18.5 | 0.2 |
| IV Trimestre 2020 | 5.872.828 | 5.308.843 | 1.4 | 2.9 |

Al detallar la (Tabla 1) se pudo constatar que existe un incremento interanual reflejado en el primer trimestre de 2020 (16).

De acuerdo a los datos arrojados por el Banco Central en el PIB trimestral se puede notar las fluctuaciones que este ha ido obteniendo, si realizamos una comparativa entre los trimestres del 2019, el primer trimestre con la última muestra un crecimiento notable, sin embargo, en el último trimestre se observa un ligero decrecimiento al cual se le adjudica la presencia del

Covid-19 en el país.

En el caso del trimestre del 2020, el inicio de estos trimestres en contraste con la última muestra un incremento en valores, sin embargo, existió un decrecimiento durante el segundo trimestre del 2020 el cual se considera el trimestre más difícil que presencié el país dentro del tiempo de la pandemia del coronavirus.

A pesar de estas connotaciones al considerar el PIB del 2019 versus el 2020 se puede analizar que los datos han ido desarrollándose de manera favorable, ya que el primer trimestre del 2019 con el último del 2020 muestra un incremento interanual del 3,9% según la entidad financiera del Banco Central.

PIB 2019

Para el Ecuador el sector industrial representa en promedio el 6% del total de la producción del país. El inicio de la crisis sanitaria del 2020 permitió un decrecimiento del 15.1% a diferencia del 2019 con un 5.6%. En el sector pecuario productos como el camarón tuvieron un alcance favorable en el mercado (16) Estos valores se ven reflejados en el Producto Interno Bruto como lo muestra la siguiente gráfica.

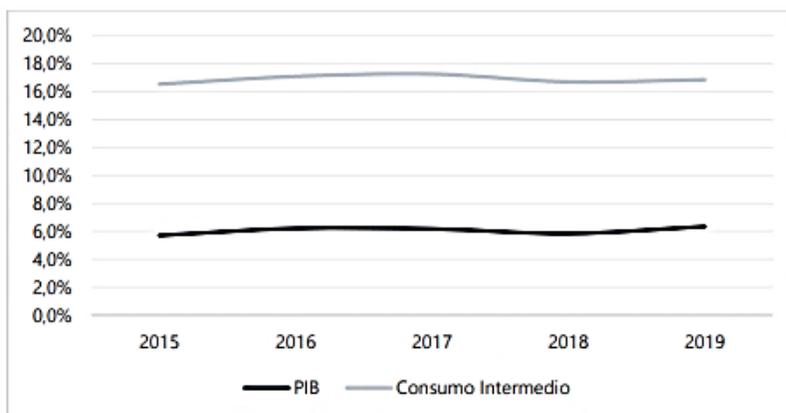


Figura 1. Participación del sector agroindustrial en el PIB, tomada del Banco Central del Ecuador

Tomando en consideración los datos arrojados por el BCE tal como nos muestra el gráfico con un PIB desde el 2015 hasta el inicio de la pandemia, se puede considerar que este tuvo una actividad constante ya que es casi nula las variaciones presentadas, la gráfica afirma que en el 2019 existió un ligero incremento en el Producto Interno Bruto, mismo que se puede conocer en la tabla previamente presentada, en la cual muestra con cifras como este ha ido evolucionando a pesar de la emergencia sanitaria presentada en el país.

Aporte del sector cacaotero en el PIB 2019.



Figura 2. Variación porcentual de los ingresos por exportación, tomada del Banco Central del Ecuador

En cuanto a los ingresos en dólares de la economía ecuatoriana y su aporte al PBI, excelente recuperación en el 2019 con un aporte al PBI de 1,97% e ingresos en dólares. En total 73.556,52 según se detalla en la figura 2.

Como podemos observar en el gráfico, en el 2019 periodo de pandemia tuvo un valor porcentual de 1,4% , a pesar del periodo de Covid no reparto un decaimiento mayor al 10%. Se ha mantenido bien a pesar de las restricciones y cierres de mercados.

PIB 2020

Sin embargo al comparar con el PIB del 2020 (9), según el Banco Central el Ecuador presenta un decrecimiento del -7,8%, esto considerando las épocas de pandemia en la cual el país se encontraba enfrentando. Se pudo observar la tabla del reporte trimestral que existió en el segundo trimestre del 2020 un decrecimiento, es ahí en la cual las cifras demuestran mediante el grafico la caída que enfrento la nación.

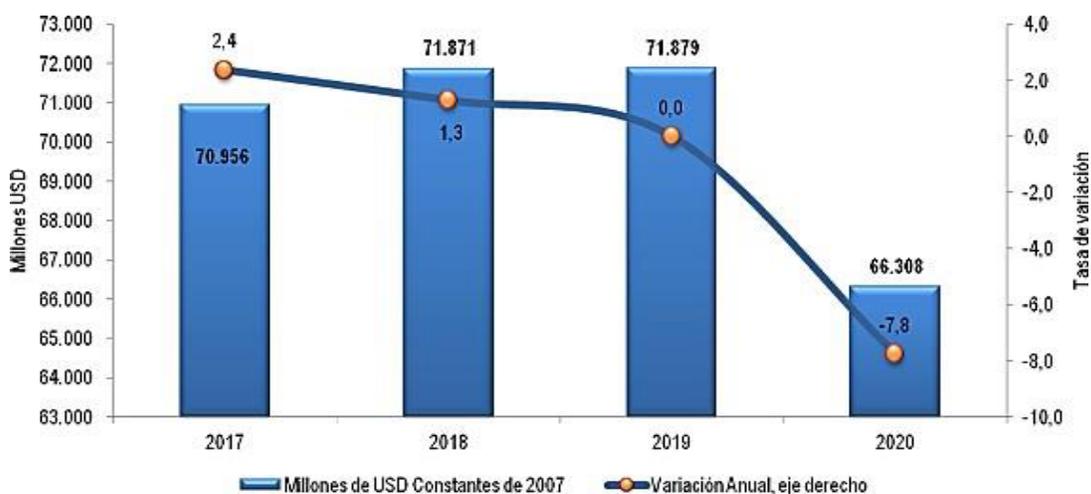


Figura 3. PIB del 2020

Existen varios parámetros analizados para que este sea el resultado presentando por la

institución financiera. Aunque también esta entidad reporta que en el sector pecuario, específicamente en el área acuícola se registró un crecimiento del 5,2% respectivamente en la tasa de variación presentando frente al reporte del 2019, al igual que en el área agrícola mostrando un notable aumento del 3,6% en cultivos como: cacao,cafe,etc.

En el caso específico del Cacao en el periodo del 2020 se registra En cuanto a las exportaciones no petroleras, el incremento anual fue de 9,7% (\$1.326,4 millones), al pasar de \$13.643,8 millones a \$14.970,2 millones entre 2019 y 2020. En el caso de Cacao y elaborados según el Banco Central se reportaron índices de USD 763,9 millones a USD 935,1 millones (22,4%) (9).

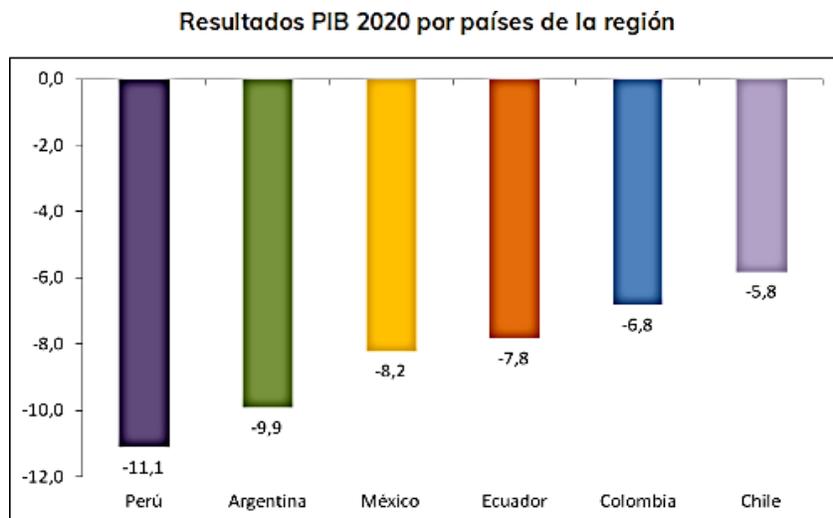


Figura 4. PIB tomado del Banco Central del Ecuador, Banco Central del Perú , INDEC, INEGI, Banco Central de Ecuador, DANE, Banco Central de Chile.

Si realizamos una comparativa con los demás países de Sudamérica, el BCE reporta que el país muestra una menor tasa de decrecimiento con un valor del -7,8% a comparación con nuestro país vecino Perú, el cual muestra una tasa de decrecimiento del -11,1%, siendo este el país más afectado durante la emergencia sanitaria, considerando que estos datos han sido presentados por entidades legítimas de cada región como en el caso del Banco Central del Perú para un contraste general.

PIB 2021

El Banco Central al finalizar el último trimestre del 2020 previó que el 2021 tendría un crecimiento del 2,8% en el PIB permitiendo que la economía del Ecuador tuviera más fuerza y dinamización para las actividades que se realizarían en ese entonces. (18)

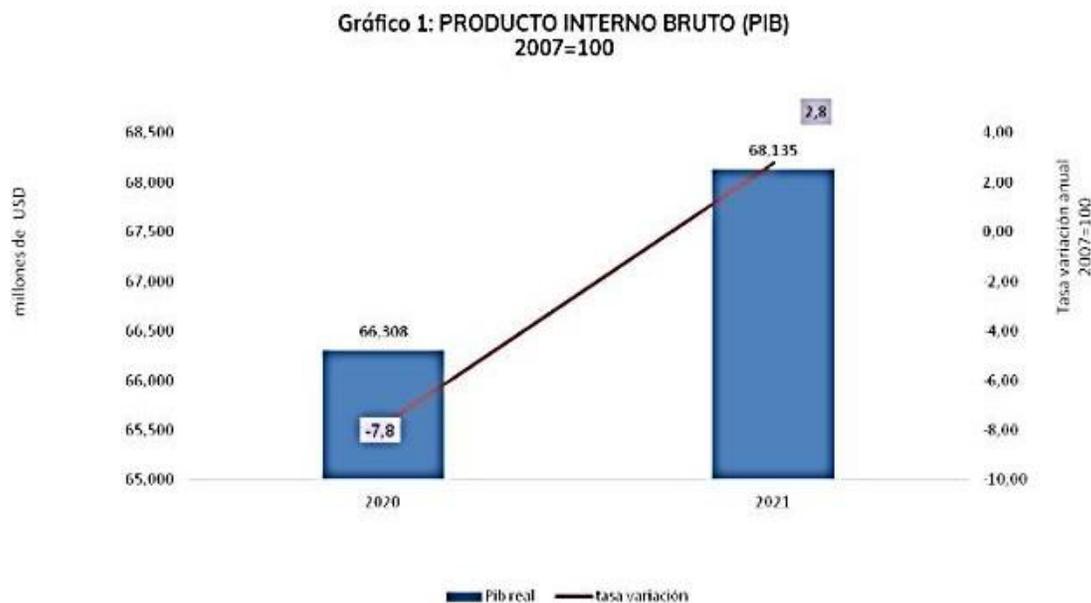


Figura 5. PIB tomado del Banco Central del Ecuador

A pesar que la primera previsión de esta entidad financiera fuera del 2,8%, al finalizar el último trimestre del 2021 el resultado fue diferente, más bien favorecedor, ya que al terminar el año 2021 se reportó un importante crecimiento en el PIB nacional, con un 4,2% superando la proyección esperada. Considerándose el sector pecuario como primordial en este incremento, con un desarrollo porcentual del 16,2% en el área de acuicultura, siendo el producto con mayor exportación el camarón.

Es así que se espera que el 2022 sea un año incluso con mayor crecimiento, permitiendo que el PIB desarrolle sectores petroleros y no petroleros, sin embargo se pudo observar que en el PIB interanual respectivamente existe una importante participación del sector pecuario, siendo incluso este una llave para la potenciación económica durante la emergencia sanitaria del Covid-19.

En el caso del sector Cacaotero podemos mencionar que rompió record en la perspectiva prevista, superando el valor porcentual a un 1,7% en exportaciones del grano y semielaborados, valores que reportan la Asociación ANECACAO, con un total de 101.605 toneladas, mayor número de toneladas a comparación del 2020 que superó con 30.000 toneladas las exportaciones del 2018

DISCUSIÓN

En Ecuador meses antes de la pandemia del COVID-19 presentaba una recesión económica importante por lo cual no se encontraba en una economía restablecida para afrontar la nueva crisis sanitaria en el periodo 2019- 2020. (19)

A pesar de esto, se pudo observar en el reporte trimestral de los periodos 2019 y 2020 los índices

de ingreso de divisas por exportación y producción aumentaron y la recesión fue impulsada a partir del sector pecuario perteneciente al ámbito primario. Es por eso que el Ecuador ha presentado valores de incremento en el sector no petrolero como previamente fue detallado, siendo este un medio de subsistencia dentro de la emergencia sanitaria presente en el país ya que este presentó a pesar de un pequeño decaimiento, una cifra de incremento interanual del 3,9%, desde el primer trimestre del 2019 al último del 2020, se encontró una diferencia de 922.497 en incremento de PIB.

Muchos de los autores previamente revisados han logrado coincidir que el agro es la actividad del futuro tanto en exportación como en el desarrollo final de nuevos productos. La materia prima y la seguridad alimentaria ha generado un incremento de demanda en el comercio exterior, nuevos mercados como China, Brasil han proporcionado al país grandes tasas de incremento como mencionaba el ministro de Agricultura y ganadería, la exportación de la pepa de oro siempre será una de las fuentes más importantes del país, éstas permitirán realizar exportaciones por nuevos nichos de mercado.

Hay que considerar que existieron variaciones en cada año respectivamente. Con el PIB 2019 se pudo observar una diferencia generada en el sector agroindustrial, ya que en el 2018 cerraron sus cifras con un valor de 6'287.917 en el PIB, y al finalizar el último trimestre del 2019 concluyó en una cifra de 6'862,550 lo que quiere decir que tuvo un residuo de 574,633 una cifra mayor a la del 2018.

Al hablar del 2020 en el ámbito económico cabe mencionar que fue uno de los años más dificultosos a la cual el país se enfrentó. Existieron cierres de mercados, bajas ventas, poca estabilidad económica, sin embargo el sector pecuario permitió que las exportaciones no decayeran por completo e incluso permitió que el Ecuador se situara dentro de los tres países con menores tasas de decrecimiento en Sudamérica durante la pandemia.

Para finalmente conocer que en el 2021 el PIB incremento su valor al esperado, siendo 4,2% el valor accedido, así mismo siendo uno de los principales actores de esta evolución el sector del pecuario. En cuanto al Cacao este ha sido uno de los productos estrellas en los valores del PIB, conjuntamente con el café y camarón, dándonos valores supremamente mayores a las esperadas, como en el caso del 2021, en el cual la producción de cacao para exportación fue aún mayor a la del 2020, siendo este año uno de los más difíciles que enfrentó el Ecuador en la pandemia del Covid 19. Es algo en lo que coincide el reporte realizado por la revista expansión, donde muestra que el PIB per cápita del 2021 aumento 41 € mayor a la del 2020 (20).

A pesar de la dificultad por la pandemia el país ha ido evolucionando y este sector no petrolero ha permitido generar solvencia económica al país y abrir nuevas localidades de venta. Entonces el futuro de la agroindustria en el Ecuador radica la producción primaria, la cual demostró tener una gran resiliencia debido a la continuidad de sus operaciones. Según (21) los efectos a gran escala de la pandemia aún no se conocen por completo sin embargo el impacto sobre la agricultura y la alimentación se sintieron en varias formas, en esta época post pandemia se observan nuevos desafíos en la cadena productiva sin embargo no hay que dudar que el sector

agroalimentario juega un papel fundamental para la recuperación económica sostenible garantizando no solo el suministro de alimentos locales sino también los millones de empleos generados y las divisas extranjeras para los países exportadores.

La recuperación representa de manera significativa una oportunidad de volver a construir y promover las mejores medidas integrales para que la exportación cacaotera en el Ecuador cada vez se involucre más y tenga más peso y consideración que antes.

CONCLUSIONES

La agroindustria ecuatoriana demostró resiliencia frente a la crisis del COVID-19, siendo un pilar fundamental para la economía nacional. A pesar de los retos generados por la pandemia y la rotura de oleoductos, este sector logró mantener su aporte al Producto Interno Bruto (PIB) mediante la exportación de productos clave como camarón, banano y cacao, consolidándose como uno de los principales generadores de divisas para el país.

El sector cacaotero, conocido por la producción de la "pepa de oro", desempeñó un papel crucial al generar empleos de alto valor y contribuir significativamente al PIB. Este sector demostró ser vital para la subsistencia económica del Ecuador, especialmente en un contexto de emergencia sanitaria, evidenciando su importancia en la estabilidad y crecimiento económico del país.

La agroindustria ecuatoriana es indispensable en la estructura económica del país, formando una cadena de valor que potencia su fortaleza y estabilidad. Este sector, caracterizado por su seguridad alimentaria y exportaciones de materia prima, reafirma su posición como un motor clave del desarrollo económico, destacando la necesidad de fortalecer su producción y gestión para enfrentar futuros desafíos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Viteri M. Economía Ecuatoriana. [Online]; 2018. Disponible en: <https://www.revistaespacios.com/a18v39n32/a18v39n32p30.pdf>.
2. Eras R. El Sector Agropecuario en el Ecuador: análisis descriptivo del impacto en la. 2021.
3. Mash S. Limitaciones del PIB. [Online]; 2017. Disponible en: <https://www.investigacionyciencia.es/revistas/investigacion-y-ciencia/los-reyes-del-bosque-809/las-limitaciones-del-pib-19053>.
4. Sánchez J. Per Capita. [Online]; 2020. Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/renta-pib-per-capita.html>.
5. Pérez S. Agronegocios. [Online]; 2019. Disponible en: <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-son-los-agronegocios-y-por-que-es-importante-su-desarrollo/>.

6. Galán J. PIB per capita. [Online]; 2019. Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/renta-pib-per-capita.html>.
7. Carrión J. Análisis del producto interno bruto agrícola ecuatoriano y sus principales productos. [Online]; 2020. Disponible en: [file:///C:/Users/Anthony%20Freire/Downloads/1513-7232-2-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Anthony%20Freire/Downloads/1513-7232-2-PB%20(1).pdf).
8. Stiglitz J. limitaciones del pib. [Online]; 2020. Disponible en: <https://www.investigacionyciencia.es/revistas/investigacion-y-ciencia/los-reyes-del-bosque-809/las-limitaciones-del-pib-19053>.
9. BCE. PIB 2020. [Online]; 2020. Disponible en: <https://www.bce.fin.ec/index.php/boletines-de-prensa-archivo/item/1421-la-pandemia-incidio-en-el-crecimiento-2020-la-economia-ecuatoriana-decrecio-7-8>.
10. Cuenca G. EFECTOS DEL COVID-19 EN EL SECTOR. [Online]; 2021. Disponible en: <https://investigacionyestudios.supercias.gob.ec/wp-content/uploads/2021/08/Estudio-Agroindustria.pdf>
11. Lasio V. Empresas frente al covid 19. [Online]; 2020. Disponible en: <https://www.espae.edu.ec/wp-content/uploads/2022/02/ESPAE-Reporte-Covid.pdf>.
12. Egas J. PolíticasAgronomicas. [Online]; 2018. Disponible en: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/analisis-de-politicas-agropecuarias-en-ecuador.pdf>.
13. Berrú IO. COVID-19. [Online]; 2020. Disponible en: <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2020/12/Doc-completo-Impacto-Exportaciones-EPS.pdf>.
14. 2021 B. PIB 2021. [Online]; 2020. Disponible en: <https://www.bce.fin.ec/index.php/boletines-de-prensa-archivo/item/1394-la-economia-ecuatoriana-se-recuperara-3-1-en-2021>.
15. Bula A. IMPORTANCIA DE LA AGRICULTURA. [Online]; 2020. Disponible en: <https://observatorio.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2020/08/Importancia-de-la-agricultura-en-el-desarrollo-socio-econ%C3%B3mico.pdf>.
16. Lazo X. Exportaciones impulsan a Ecuador como potencia agropecuaria. [Online]; 2020. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/exportaciones-impulsan-a-ecuador-como-potencia-agropecuaria/>.
17. Garcia A. La cadena de producción del Cacao en Ecuado. [Online]; 2021. Disponible en: <https://novasineria.unach.edu.ec/index.php/novasineria/article/view/261/253>.
18. Ordoñez A. Cadena de pagos se está restableciendo. [Online]; 2021. Disponible en: <https://www.revistalideres.ec/lideres/adrian-ordonez-cadena-pagos-economia.html>.
19. 2021 B. LA ECONOMÍA ECUATORIANA CRECIÓ 4,2%. [Online]; 2022. Disponible en: <https://www.bce.fin.ec/index.php/boletines-de-prensa-archivo/item/1482-la-economia-ecuatoriana-crecio-4-2-en-2021-superando-las-previsiones-de-crecimiento-mas-recientes#:~:text=Boletines%20de%20prensa-,La%20econom%C3%ADa%20ecuatoriana%20creci%C3%B3%204%2C>.
20. Rentería A. Panorama Agronomico. [Online]; 2019. Disponible en: <https://fliphtml5.com/ijia/hokh/basic>.
21. 2021 P. Expansión. [Online]; 2021. Disponible en:

<https://datosmacro.expansion.com/pib/ecuador>.

22. Andrade N. La Importancia de la Agricultura en nuestro país. [Online]; 2017. Disponible en: <https://agropecuaria.utn.edu.ec/?p=1091>.
23. Rodríguez G. Redacción de estudio de caso sobre el impacto del COVID-19. [Online]; 2021. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/46edd0e5-d1ac-4c0c-9a92-c14a642433bb/content>.

ANÁLISIS MARGINAL Y MAXIMIZACIÓN DE BENEFICIOS: USO DEL CALCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL EN LA TOMA DE DECISIONES EMPRESARIALES

MARGINAL ANALYSIS AND PROFIT MAXIMIZATION: USE OF DIFFERENTIAL AND INTEGRAL CALCULUS IN BUSINESS DECISION MAKING

Wellington Isaac Maliza Cruz¹

{wmalizac@unemi.edu.ec¹}

Fecha de recepción: 18/12/2024

/ Fecha de aceptación: 03/01/2025

/ Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: Este curso analiza el uso amplio y general del cálculo en los negocios, haciendo hincapié en sus beneficios como herramienta matemática para calcular los retornos marginales y maximizar las ganancias. En un entorno empresarial dinámico, la toma de decisiones estratégicas requiere un análisis cuidadoso de los costos, los ingresos y los beneficios. El presente artículo explora el uso del cálculo diferencial e integral en el ámbito empresarial, destacando cómo las herramientas matemáticas permiten analizar los beneficios marginales y maximizar la rentabilidad. A través de una metodología basada en casos de estudio y simulaciones numéricas, se demuestra la importancia del análisis marginal en la toma de decisiones estratégicas. El estudio utilizó herramientas como MATLAB y Excel para analizar el desempeño financiero, identificar áreas de necesidad y analizar los ingresos y el empleo. Los resultados evidencian que la aplicación del cálculo puede optimizar la asignación de recursos y mejorar los resultados económicos, la imagen resultante muestra áreas positivas y áreas de impacto reducido. La discusión aborda las implicaciones teóricas y prácticas, subrayando la relevancia de integrar herramientas matemáticas en la gestión empresarial. En conclusión, estadísticas extensas y cuantitativas no solo permiten tomar decisiones más informadas, sino que también aumentan la volatilidad del mercado en respuesta a los cambios del mercado.

Palabras clave: *Optimización, cálculo, derivada, integral*

ABSTRACT: This course examines the broad and general use of calculus in business, emphasizing its benefits as a mathematical tool for calculating marginal returns and maximizing profits. In a dynamic business environment, strategic decision making requires careful analysis of costs, revenues, and benefits. This article explores the use of differential and integral calculus in business, highlighting how mathematical tools enable the analysis of marginal benefits and the maximization of profitability. Through a methodology based on case studies and numerical

¹Universidad Estatal de Milagro (UNEMI), <https://orcid.org/0009-0005-1426-583X>.

simulations, the importance of marginal analysis in strategic decision making is demonstrated. The study used tools such as MATLAB and Excel to analyze financial performance, identify areas of need, and analyze income and employment. The results show that the application of calculus can optimize resource allocation and improve economic results, with the resulting image showing positive areas and areas of reduced impact. The discussion addresses theoretical and practical implications, underlining the relevance of integrating mathematical tools into business management. In conclusion, extensive and quantitative statistics not only allow for more informed decisions, but also increase market volatility in response to market changes.

Keywords: Optimization, calculus, derivative, integral

INTRODUCCIÓN

La toma de decisiones empresariales modernas implica el análisis de múltiples variables que afectan la rentabilidad y la sostenibilidad de las organizaciones. En un entorno global cada vez más competitivo, las empresas se enfrentan a cambios rápidos en las cadenas de suministro y a la competencia por recursos limitados. Estas cuestiones nos permiten utilizar herramientas matemáticas avanzadas, como el cálculo diferencial e integral, que permiten modelar escenarios más complejos y proporcionar soluciones más precisas a problemas complejos.

El presente artículo se enfoca en el uso del cálculo diferencial e integral como herramientas fundamentales para modelar y resolver problemas relacionados con la optimización de beneficios en un entorno empresarial competitivo. La investigación aborda preguntas científicas críticas como: ¿Cuál es el nivel óptimo de producción? ¿Cómo se pueden maximizar los beneficios considerando restricciones de recursos?

Teóricamente, el análisis marginal se realiza como un método básico basado en el cálculo de varianza e integración. Según (1), un cálculo específico puede definir la tasa de cambio de variables como ingresos, gastos y consumo, y el cálculo integral calcula los cambios acumulativos en estas variables a lo largo del tiempo. (2) han argumentado que este tipo de cálculo se recomienda para una toma de decisiones informada, especialmente cuando los recursos son limitados y las decisiones toman mucho tiempo. (3) han argumentado que un modelo simple de actividad económica se basa en la eficiencia del mercado, lo que conduce a la ventaja competitiva. (4) recomiendan que las cuestiones de sostenibilidad se incorporen a la planificación estratégica siempre que sea posible.

Otros estudios relevantes incluyen el trabajo de (5), que se centra en cómo los derivados pueden describir aspectos importantes de las operaciones comerciales, y (6), que sugiere una herramienta útil para analizar procesos. (7) ofrece una visión teórica de la teoría, enfatizando la riqueza de la teoría algebraica, y (8) sugiere un enfoque más matizado de la teoría y la construcción. (9) y (10) han propuesto una serie de aplicaciones prácticas y prácticas para la identificación de la complejidad.

El objetivo de este trabajo es aplicar el cálculo diferencial e integral a la gestión empresarial con el fin de mejorar la rentabilidad y aumentar la ventaja competitiva. A través del modelado matemático, la simulación por computadora y la validación con métodos basados en datos del mundo real, estas herramientas proporcionan una comprensión detallada de cómo resolver problemas estratégicos y optimizar el desempeño económico de las empresas. Este enfoque no solo es útil para determinar niveles óptimos de producción, sino que también sirve como base para predecir situaciones futuras y desarrollar estrategias en el entorno laboral competitivo.

Por ello, presente documento explora cómo el análisis marginal y el cálculo diferencial e integral se integran en la maximización de beneficios, proporcionando ejemplos prácticos de su aplicación en la gestión empresarial. Con un enfoque en la relevancia del análisis cuantitativo, se destacan los beneficios de adoptar estas metodologías para mejorar la competitividad y la sostenibilidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología utilizada combina un enfoque cuantitativo con estudios de caso reales y simulaciones computacionales. Los pasos principales incluyen:

1. **Modelado matemático:** Se desarrollaron funciones representativas de costos, ingresos y beneficios para diversos escenarios empresariales.
2. **Análisis diferencial:** Se aplicó la derivada para identificar puntos críticos que representan máximos o mínimos locales en las funciones de beneficio.
3. **Integración y áreas bajo la curva:** La integral se utilizó para calcular el valor acumulado de beneficios a lo largo de diferentes intervalos de producción.
4. **Simulaciones numéricas:** Se implementaron modelos en software como MATLAB y Python para validar los resultados analíticos.
5. **Validación con datos reales:** Se contrastaron los resultados obtenidos con datos empresariales proporcionados por organizaciones participantes en el estudio.

Diseño del estudio:

El estudio se basó en un enfoque cuantitativo y analítico, utilizando herramientas matemáticas del cálculo diferencial e integral para modelar y optimizar funciones relacionadas con ingresos, costos y beneficios. Se estableció un marco teórico basado en conceptos económicos fundamentales y se aplicaron técnicas matemáticas avanzadas para identificar el punto óptimo de maximización de beneficios.

Procedimientos:

1. **Definición de funciones económicas:**
 - **Ingreso Total (R):** Representa los ingresos generados en función de la cantidad producida y vendida.

- **Costo Total (C):** Incluye costos fijos y variables asociados con la producción.
- **Beneficio Total (B):** Calculado como $B(x)=R(x)-C(x)$, donde x es la cantidad producida.
- 2. **Condiciones de optimización:**
 - Para determinar el punto óptimo, se resolvió la ecuación $B'(x)=0$ y se verificó que $B''(x)<0$, garantizando un máximo local en el beneficio.
- 3. **Cálculo integral:**
 - Se aplicó el cálculo integral para analizar ingresos y costos acumulados, evaluando la sostenibilidad económica en diferentes niveles de producción.
- 4. **Simulación y validación:**

Los modelos fueron simulados utilizando herramientas como MATLAB y Excel para validar los resultados obtenidos.

RESULTADOS

Identificación del punto óptimo:

- El análisis mostró que el beneficio máximo se alcanza cuando el ingreso marginal iguala al costo marginal ($R'(x)=C'(x)$). Este punto representa la producción óptima, donde el incremento adicional no mejora el beneficio total.

Tasas de cambio:

- Se calcularon las derivadas:
 - $R'(x)$ permitió identificar los niveles de producción con mayor contribución a los ingresos.
 - $C'(x)$ identificó los tramos donde los costos comienzan a incrementarse significativamente.
 - $B'(x)$ determinó el rango donde los beneficios son crecientes y el punto donde dejan de aumentar.

Resultados acumulativos:

- La integración de $R(x)$ y $C(x)$ proporciona una visión acumulativa del comportamiento económico, destacando los niveles de producción sostenibles en el largo plazo.

Representación gráfica:

- Las gráficas generadas evidenciaron:
 - Un punto claro de máxima diferencia entre $R(x)$ y $C(x)$, correspondiente al beneficio máximo.
 - Zonas de producción con beneficios decrecientes al exceder el punto óptimo.

Implicaciones prácticas:

- El estudio concluyó que las empresas pueden maximizar sus beneficios al equilibrar la relación entre ingresos y costos marginales. Los resultados resaltan la importancia del uso del cálculo diferencial e integral para la toma de decisiones estratégicas en un entorno empresarial dinámico.

Los hallazgos principales incluyen:

1. **Optimización de beneficios:** Se identificó que el nivel óptimo de producción varió según las condiciones de mercado y los costos operativos, demostrando la necesidad de un análisis continuo.
2. **Eficiencia en recursos:** La aplicación del cálculo permitió determinar puntos de inflexión en los costos marginales, ayudando a evitar ineficiencias en la asignación de recursos.
3. **Impacto de variaciones de precio:** Se modeló el efecto de cambios en el precio del producto sobre la curva de beneficios, mostrando estrategias óptimas para maximizar ingresos.

Por lo que los resultados del estudio demostraron lo siguiente:

1. **Identificación del punto óptimo:**
 - El punto de producción que maximiza los beneficios fue identificado donde su validación como máximo se confirmó mediante $f(a)$
2. **Tasas de cambio:**
 - El cálculo de y permitió determinar las tasas de cambio instantáneas de ingresos y costos, facilitando la identificación de niveles de producción poco rentables.
3. **Análisis acumulativo:**
 - La integración de las funciones permitió evaluar el comportamiento acumulado de ingresos y costos, proporcionando información crucial para la planificación a largo plazo.
4. **Representación gráfica:**
 - Las gráficas generadas mostraron claramente las relaciones entre ingreso, costo y beneficio, destacando el punto de producción óptimo y los niveles de producción donde se alcanzan beneficios decrecientes.

Estos hallazgos refuerzan la utilidad del cálculo diferencial e integral en la toma de decisiones empresariales, permitiendo una gestión más informada y efectiva.

DISCUSIÓN

El estudio confirma que el cálculo diferencial e integral proporciona una base sólida para la toma de decisiones empresariales informadas. La interpretación de los resultados sugiere que, si bien las herramientas matemáticas son fundamentales, su efectividad depende de la calidad de los datos disponibles y de la capacidad de los gestores para interpretar las implicaciones económicas.

Se discuten las limitaciones del enfoque, incluyendo la sensibilidad de los modelos matemáticos a las incertidumbres en las estimaciones de costos y demanda.

Este estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo y analítico, utilizando funciones económicas para modelar ingresos, costos y beneficios. Se emplearon las siguientes herramientas y procedimientos:

1. **Definición de funciones económicas:**

- **Ingreso total (R):** Funciones que describen la relación entre ingresos y cantidades producidas.
- **Costo total (C):** Compuesto por costos fijos y variables.
- **Beneficio total (B):** Calculado como la función utilidad.

2. **Cálculo diferencial:**

- **Ingreso marginal (I):** Representa la variación del ingreso al incrementar una unidad de producción.
- **Costo marginal (Cm):** Incremento en costos por unidad adicional de producción.
- **Beneficio marginal (U):** Determina el cambio en beneficios con una unidad adicional producida.

3. **Optimización mediante derivadas:**

- Se identificaron los puntos críticos resolviendo la derivada de f
- Se verificó la concavidad con f'' para asegurar un máximo local.

4. **Cálculo integral:**

- Se integraron las funciones de ingreso y costo para analizar acumulativamente los resultados en un rango de producción dado.

5. **Simulación:**

- Se utilizaron herramientas como MATLAB y Excel para modelar y graficar las funciones económicas.

Los resultados validan la aplicación del cálculo en contextos empresariales, mostrando su utilidad para optimizar decisiones estratégicas. Este enfoque permite no solo maximizar beneficios, sino también prever escenarios alternativos y adaptar las estrategias de producción según las condiciones del mercado.

El análisis marginal es una herramienta esencial en economía y administración para determinar cómo pequeños cambios en las variables afectan el resultado final de un sistema. En este contexto, el uso del cálculo diferencial e integral es fundamental para modelar y optimizar procesos que buscan maximizar beneficios y minimizar costos.

Además, el análisis marginal se centra en evaluar el impacto de un cambio adicional en una variable sobre una función objetivo, como el beneficio o el costo total. Matemáticamente, éste enfoque utiliza la derivada como herramienta principal.

El objetivo central de cualquier análisis marginal es encontrar el punto de óptimo económico, donde el beneficio es máximo, implica que la tasa de cambio del ingreso total es igual a la del costo total.

Además, para confirmar que este punto corresponde a un máximo y no a un mínimo, se analiza la segunda derivada:

Sin embargo, se identificó que factores externos como la variabilidad en los costos de materia prima o los cambios en la demanda pueden alterar los resultados, lo que sugiere la necesidad de integrar análisis complementarios.

Los resultados de este estudio muestran que la contabilidad específica e integrada puede utilizarse para identificar estrategias para maximizar la ventaja competitiva y la rentabilidad de una empresa. Estos hallazgos son consistentes con la conclusión de (11) de que los métodos matemáticos como las derivadas e integrales son necesarios para mejorar las prácticas de modelado y pronóstico en economía y gestión.

Además, los resultados también concuerdan con (12), quien enfatiza la importancia de estudiar la sensibilidad del flujo en entornos de baja presión. Por ejemplo, en este estudio, cuando el beneficio marginal es menor, (13) tomaron el promedio ponderado de los costos.

Sin embargo, como encontraron (14), el modelo matemático predice que la variabilidad de los datos es sensible a la variabilidad de los parámetros estructurales. En este trabajo, el modelo matemático propuesto con simulaciones en MATLAB y Python se valida con datos empíricos para reducir esta limitación. Esto es consistente con la recomendación de (15) de incluir una revisión sistemática para fortalecer el diseño de la investigación.

Además, los resultados muestran que la relación entre el ingreso marginal y el ingreso marginal es un punto conveniente para maximizar las ganancias, como acertadamente lo sugieren (16). Los gráficos presentados en este estudio muestran no solo estos residuos, sino también la dinámica de la cadena de suministro, como lo describen (11).

Finalmente, se argumenta que los cambios en los costos de producción o la demanda pueden cambiar los resultados obtenidos. Esto muestra la importancia de utilizar una combinación de métodos cuantitativos y modelos probabilísticos, como lo sugiere (17), (18), (19) para asegurar una validez predictiva suficiente.

En conclusión, este estudio reafirma que la contabilidad discreta y completa es una herramienta importante para que las empresas mejoren sus decisiones. Sin embargo, su aplicación se limita al uso de datos efectivos, predicciones robustas e interpretación precisa de los resultados (20).

CONCLUSIONES

Este estudio revela que el cálculo diferencial e integral es una herramienta útil para la toma de decisiones estratégicas en los negocios. Este ejercicio proporciona la base para probar supuestos importantes, como la diferencia entre el ingreso marginal y el costo marginal, y la maximización de ganancias y la minimización de costos.

Se concluyó que la simulación computacional realizada mediante herramientas como MATLAB y Python fue necesaria para validar el modelo matemático y superar los problemas asociados con la sensibilidad de los datos iniciales. Se enfatiza la importancia de combinar métodos analíticos y contables en la gestión empresarial.

El análisis marginal, apoyado por el cálculo diferencial e integral, no solo ayuda a identificar estrategias de producción óptimas, sino que también ayuda a evaluar las ventajas competitivas de diferentes escenarios de mercado. Esto es consistente con estudios previos que muestran la importancia de integrar enfoques cuantitativos en la planificación de la estrategia empresarial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Stewart J. Cálculo: Conceptos y Contextos. Cengage Learning; 2015.
2. Larson R, Edwards BH. Cálculo con Aplicaciones. McGraw Hill; 2019.
3. Thomas GB, Finney RL. Cálculo: Una Variable. Pearson Education; 2018.
4. Adams RA, Essex C. Cálculo: Una Introducción al Análisis Matemático. Pearson Education; 2017.
5. Zill DG, Wright WS. Cálculo Diferencial e Integral. Cengage Learning; 2019.
6. Leithold L. El Cálculo con Geometría Analítica. Harla; 1998.
7. Apostol TM. Calculus, Vol. 1: One-Variable Calculus, with an Introduction to Linear Algebra. Wiley; 1967.
8. Spivak M. Calculus. Cambridge University Press; 2008.
9. Piskunov N. Cálculo Diferencial e Integral. Ediciones Mir Moscú; 2001.
10. Demidovich BP. Problemas y Ejercicios de Análisis Matemático. Editorial URSS; 2011.
11. Stewart, J. (2015). Cálculo: Conceptos y Contextos. Cengage Learning. Enfoque práctico y visual, ideal para estudiantes que comienzan en cálculo diferencial.
12. Larson, R., & Edwards, B. H. (2019). Cálculo con Aplicaciones. McGraw Hill. Énfasis en aplicaciones del cálculo diferencial a problemas reales.
13. Thomas, G. B., & Finney, R. L. (2018). Cálculo: Una Variable. Pearson Education. Un texto riguroso con cobertura exhaustiva de los fundamentos del cálculo diferencial.

14. Apostol, T. M. (1967). *Calculus, Vol. 1: One-Variable Calculus, with an Introduction to Linear Algebra*. Wiley. Perspectiva teórica y algebraica del cálculo diferencial.
15. Adams, R. A., & Essex, C. (2017). *Cálculo: Una Introducción al Análisis Matemático*. Pearson Education. Una introducción moderna al cálculo con aplicaciones claras.
16. Spivak, M. (2008). *Calculus*. Cambridge University Press. Rigor matemático con un enfoque en la lógica y el razonamiento.
17. Leithold, L. (1998). *El Cálculo con Geometría Analítica*. Harla. Un texto clásico ampliamente utilizado por estudiantes de nivel universitario.
18. Zill, D. G., & Wright, W. S. (2019). *Cálculo Diferencial e Integral*. Cengage Learning. Explicaciones claras y ejemplos detallados que cubren desde lo básico hasta lo avanzado.
19. Piskunov, N. (2001). *Cálculo Diferencial e Integral*. Ediciones Mir Moscú. Libro tradicional con un enfoque riguroso y orientado a estudiantes de ingeniería y ciencias.
20. Demidovich, B. P. (2011). *Problemas y Ejercicios de Análisis Matemático*. Editorial URSS. Repertorio de problemas que abarca cálculo diferencial con soluciones detalladas

ACCESIBILIDAD DE LAS PERSONAS CON LIMITACIONES DE MOVILIDAD FÍSICA A LOS EDIFICIOS PÚBLICOS COMO GARANTÍA DEL PRINCIPIO DE CALIDAD EN EL SERVICIO PÚBLICO

ACCESSIBILITY OF PUBLIC BUILDINGS FOR PEOPLE WITH PHYSICAL MOBILITY LIMITATIONS AS A GUARANTEE OF THE PRINCIPLE OF QUALITY IN PUBLIC SERVICES

José Israel Álvarez Satán¹, Cristian Gustavo Suárez Bastidas²

{isra.al@hotmail.com¹, cristiansuarez007@hotmail.com²}

Fecha de recepción: 22/12/2024 / Fecha de aceptación: 04/01/2025 / Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: La presente investigación se focaliza en el análisis y estudio del derecho a la accesibilidad de las personas con limitaciones de movilidad física a las edificaciones públicas, a partir de un análisis doctrinario y normativo, que ha permitido establecer cuáles es la condición de este grupo minoritario de personas, que gozan de una protección especial por ser constitucionalmente declarados como pertenecientes a los grupos de atención prioritaria, así como, cuales son las medidas que el Estado ha adoptado para su tutela y garantía. Para alcanzar el objetivo planteado se ha utilizado como metodología de investigación un enfoque mixto, a partir de la utilización de técnicas como el análisis de documentos, estudio de caso, censos y datos estadísticos, utilizando las fichas de análisis de texto y tablas de registro y estadísticas como instrumentos; aplicando como métodos de investigación el teórico deductivo, dogmático, y exegético. A partir de esto se ha podido delimitar y esclarecer el objeto de estudio permitiéndonos concluir en términos generales, la obligatoriedad del Estado Ecuatoriano a través de su ejercicio de descentralización, específicamente al GADM-Riobamba, para controlar y regular las construcciones nuevas y existentes en el cantón y que las mismas obedezcan, respeten y tutelen los derechos de las personas con limitaciones de movilidad física, al efecto se ha implementado un conjunto de normas de carácter constitucional e infraconstitucional, así como, de orden técnico refiriéndose a la construcción, para brindar un servicio público de calidad, en torno a la movilidad y libre tránsito en la ciudad.

Palabras clave: Discapacidad, calidad de vida, sector público, edificios

ABSTRACT: This research focuses on the analysis and study of the right to accessibility of persons with physical mobility limitations to public buildings, based on a doctrinal and normative analysis, which has allowed establishing the condition of this minority group of

¹Maestrante de la Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0003-8622-4346>; +593 983996265.

²Funcionario de la Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0000-5508-9573>; +593 998568872.

people, who enjoy special protection for being constitutionally declared as belonging to the groups of priority attention, as well as, which are the measures that the State has adopted for their protection and guarantee. In order to achieve the proposed objective, the research methodology used was a mixed approach, based on the use of techniques such as document analysis, case studies, censuses and statistical data, using text analysis cards and registration and statistical tables as instruments; applying deductive, dogmatic and exegetical theoretical research methods. From this it has been possible to delimit and clarify the object of study allowing us to conclude in general terms, the obligation of the Ecuadorian State through its decentralization exercise, specifically the GADM-Riobamba, to control and regulate the new and existing constructions in the canton and that they obey, respect and protect the rights of people with physical mobility limitations, to this effect a set of constitutional and infra-constitutional norms have been implemented, as well as, of technical order.

Keywords: Disability, quality of life, public sector, buildings

INTRODUCCIÓN

La accesibilidad y libre tránsito, como derecho de los grupos de atención prioritaria y personas con limitaciones físicas, es una condicionante primordial, cuya efectivización propende a mejorar la calidad de vida de este grupo de personas, facilitando su integración social y participación pública, a partir de la equiparación de oportunidades, garantizando que puedan alcanzar su máximo desarrollo, a partir del impulso, fortalecimiento y protección de su autonomía y disminución de dependencia.

De esta forma, la legislación ecuatoriana ha evolucionado, a partir de la modulación, configuración y reconocimiento de la diversidad humana, promoviendo la dignidad e igualdad de todas las personas, desafiando y mutando conceptos ambiguos e incluso erróneos, que limitaban los derechos a aquellos considerados socialmente aptos, en este sentido ha de entenderse que el impacto radicó en un cambio estructural del Estado, por cuanto la inferencia de este se debió circunscribir y focalizar en áreas como la educación, laboral, salud, accesibilidad y movilidad, situación que a plena actualidad no se encuentra plenamente superada y fortalecida.

Para abordar de manera sistémica el objeto de estudio, es importante acercarnos a una concepción de movilidad reducida, comprendida de esta forma como la limitación física o sensorial que experimentan algunas personas, causada por una discapacidad u otra condición que dificulta su libre desplazamiento, dificultando su acceso a ciertos espacios o realizar actividades cotidianas dentro de un entorno determinado. Bajo esta premisa, el Estado Ecuatoriano, en su Constitución de la República, reconoce en el numeral 10 del artículo 47 el “acceso de manera adecuada a todos los bienes y servicios. Se eliminarán las barreras arquitectónicas”³, para su concreción, se ha establecido la obligatoriedad de la creación de políticas públicas, a partir de la implementación de mecanismos necesarios que efectivicen la protección de los derechos de personas que se encuentran en esta condición.

³Constitución de la República del Ecuador, de 20 de octubre del 2008, pág. 16

En esta línea argumentativa, a partir del ejercicio de transferencia del poder, facultades y responsabilidades, desde el gobierno central hacia los gobiernos locales (1), en respeto a su autonomía, son los llamados, a construir sus planes de ordenamiento territorial en aras del desarrollo urbano y rural en lo que compete a infraestructura, y, de esta forma precautelar que las edificaciones existentes, incluidas las patrimoniales, deban ser modificadas o adaptadas; así como, las nuevas, cuenten con los medios y mecanismos de accesibilidad suficiente para abastecer y prestar una correcta y eficaz prestación de servicio público, a las personas con limitaciones de movilidad física, lo que implicaría una actuación de calidad.

La presente investigación se ha gestado a partir de un análisis y estudio de material bibliográfico amplio y multidisciplinario, que abarca aspectos técnicos y jurídicos que han permitido alcanzar los objetivos trazados inicialmente, así como, han permitido a los investigadores clasificar y seccionar la información que considerado útil para obtener un resultado doctrinario nutrido, así como, determinar las principales condiciones que atraviesa el cantón Riobamba con respecto a la regulación y control de los espacios públicos en relación a la infraestructura existente.

De esta forma, esta investigación tiene como objetivo principal, determinar de qué manera la accesibilidad y la calidad en los servicios públicos impactan la experiencia de las personas con movilidad reducida en instituciones públicas de Riobamba en el año 2024. Buscando identificar las principales fortalezas y debilidades, que enfrentan las personas con movilidad reducida, al acceder y utilizar los diferentes servicios públicos, así como, evaluar las percepciones y experiencias de los usuarios y los esfuerzos institucionales por mejorar la accesibilidad, considerando para el efecto la suficiencia de políticas públicas, así como, un marco normativo amplio constituido a la protección y garantías de los derechos de personas que se encuentran en esta condición.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo investigativo, como resultado de un proceso sistemático y técnico se ha construido a partir de un diseño metodológico desde un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo), en primer momento, se han recabado datos sin una medición numérica, esto con la finalidad de comprender a profundidad el fenómeno específico de las personas con limitaciones físicas en un entorno social; en un segundo momento, se han recogido datos a partir del análisis de censos oficiales focalizados en la provincia de estudio, permitiéndonos conocer y estudiar una aproximación a la realidad del número de personas que se encuentran en esta situación, de esta forma a partir de un estudio documentado y estadístico nos ha permitido alcanzar y abordar una gran parte de la problemática planteada.

En el sentido estricto para poder alcanzar un correcto procesamiento de datos correspondiente al tipo de investigación planteado se han utilizado técnicas e instrumentos suficientes que nos permitan alcanzar los objetivos planteados, como así se demuestra en la tabla siguiente:

Tabla 1: Evolución del concepto de discapacidad.

| Tipo de Investigación | Técnicas | Instrumentos |
|-----------------------|---|---|
| Cualitativa | Análisis de documentos Estudio de caso | Fichas de análisis de texto |
| Cuantitativa | Censo Datos Estadísticos | Tabla de registros Tablas estadísticas |

Fuente: (2)

Con la aplicación de las técnicas e instrumentos detallados se han podido obtener los resultados posteriores descritos, considerando la importancia del análisis de documentos y datos que han permitido abordar la temática desde una arista ajustada a la realidad del cantón Riobamba como objeto y estudio de caso, esto a partir de la verificación y procesamiento de censos y datos estadísticos, permitiéndonos denotar y exponer la real problemática con sus fortalezas y debilidades.

Ahora bien, el resultado de la presente investigación se construye a partir de la aplicación de métodos jurídicos de investigación, que han permitido llevarla y tratarla a partir de operaciones lógicas y analíticas para alcanzar, comprender, valorar, fundamentar y concretar el objeto de estudio, así los métodos utilizados son: i) método teórico deductivo, por cuanto a través del análisis de la bibliografía seleccionada nos hemos permitido hacer un estudio desde lo general a lo particular, considerando que varios de los preceptos o principios son admitidos como ciertos, permitiéndonos construir de manera lógica las conclusiones del estudio; ii) método dogmático, considerando la importancia del estudio de conceptos jurídicos fundamentales para comprender la construcción de las figuras jurídicas objetos de estudio, donde ha de entenderse la importancia de la conceptualización que es fuente del conocimiento; e, iii) método exegético, esto a partir de la premisa natural de este, considerando que al referir a un estudio de derecho públicos esto se circunscribe a la idea del positivismo, así, todo la actuación se construye a partir de la ley, esto considerando que el principio rector del derecho administrativo es la legalidad.

RESULTADOS

Personas con limitaciones de movilidad física

Como punto de partida, es pertinente, conceptualizar a las personas con limitaciones de movilidad física, concebidas como, aquellos individuos con deficiencias en sus diferentes categorías: físicas; sensoriales; o, mentales, sean adquiridas o de nacimiento, cuya situación condiciona y compromete su interacción social, cultural y política, obstaculizando su participación efectiva en la sociedad en igualdad de condiciones.

Para un mayor entendimiento, se vuelve indispensable realizar un análisis retrospectivo y evolutivo del tratamiento y concepción de la discapacidad a nivel general, debiendo considerar que las limitaciones de movilidad física sean temporales o permanentes, radica en esta categoría, así, el Instituto Interamericano del Niño de la Organización de Estados Americanos publicó un

**ACCESIBILIDAD DE LAS PERSONAS CON LIMITACIONES DE MOVILIDAD FÍSICA A LOS EDIFICIOS PÚBLICOS
COMO GARANTÍA DEL PRINCIPIO DE CALIDAD EN EL SERVICIO PÚBLICO.**

trabajo, denominado: “La inclusión de la niñez con discapacidad”, generando una evolución conceptual a partir de modelos, como se detalla a continuación:

Tabla 2. Evolución del concepto de discapacidad.

| MODELO | PERIODO | CRITERIO |
|---|---|--|
| Modelo preformista o negativista | Antes de la Revolución Francesa | La discapacidad, radica en la concepción; o, es resultado de designios de la divinidad. Culturalmente, estas personas eran segregadas, perseguidas o institucionalizadas, permanente. Se practicaba la eugenesia o, en otros casos, según la cultura o religión, se los reverenciaba o deificaba |
| Modelo predeterminado médico | Desde el siglo XVII hasta fines del siglo XIX. | Las discapacidades tienen un origen biomédico. Cuando no existía cura, las personas eran encerradas y tratadas en establecimientos especializados. La religión adoptó medidas de cuidado y tutela de estas personas. |
| Modelo determinista funcional | Desde fines del siglo XIX hasta fines del decenio 1980. | Surge y se desarrolla los primeros criterios de rehabilitación y educación especial. |
| Modelo interaccionista o estructuralista | Desde 1980 hasta los años 90 | Se desarrolla el concepto de desventaja y se enfatizan factores ambientales como causa de la discapacidad. Surge la normalización e inclusión en la educación. Se establece el criterio de prevención con la finalidad de eliminar las barreras físicas y estructurales. |
| Modelo inclusivo de los derechos humanos | Desde los años 90 | El reconocimiento de los derechos humanos es trascendental para su protección y se los incluye en la ejecución de programas. |

Fuente: (3)

Uno de los modelos conceptuales para la comprensión y análisis de discapacidad, es el de intervención, el mismo que ha sido adoptado por la Organización Mundial de la Salud, esto en el marco de la rehabilitación clasificado como:

Tabla 3. Modelo de Intervención

| MODELO | CRITERIO |
|-------------------------|--|
| Modelo biomédico | Considera la existencia de una relación lineal entre la etiología, la patología y las manifestaciones de las deficiencias. Con respecto a la relación lineal, incorpora tres variables: diagnóstico, síntomas y factores psicológicos. La intervención se da en dos momentos: el primero la patología, y, el segundo los síntomas. |

**ACCESIBILIDAD DE LAS PERSONAS CON LIMITACIONES DE MOVILIDAD FÍSICA A LOS EDIFICIOS PÚBLICOS
COMO GARANTÍA DEL PRINCIPIO DE CALIDAD EN EL SERVICIO PÚBLICO.**

| | |
|-------------------------------------|--|
| | El modelo se define meramente en evidencias comprobables y no en factores externos. |
| Modelo de la discapacidad | Es el considerado como la Clasificación Internacional de Deficiencias, Discapacidades y Minusvalías de la OMS. Su relación lineal se mantiene en las tres variables del modelo biomédico. Dentro del proceso de intervención se amplía a los aspectos funcionales. |
| Modelo situacional | La condición de discapacidad depende de factores que varían por su situación y temporalidad. El factor que determina la condición es ambiental, a partir de esto se determinan las barreras estructurales y físicas, surge la necesidad de buscar mecanismos que eliminen estas barreras y enfocarse en su adaptabilidad. |
| Modelo de la calidad de vida | El modelo implica mejorar la calidad de vida del individuo, en un entorno personal y social. La calidad de vida prioriza las vivencias personales, es netamente subjetivo. El factor de discusión es que no existe unanimidad de criterio en cuál es la mejor calidad de vida. |

Fuente: (4)

En contexto, bajo estas construcciones conceptuales y de criterios sobre la discapacidad, es menester comprender, que la categoría de personas con limitaciones físicas de movilidad, forman parte de estos individuos, con la particularidad de que las limitaciones referidas atienden a circunstancias de dificultad para moverse o realizar ciertas actividades físicas debido a una discapacidad o condición médica, circunscribiéndome al tema en particular y con lo referido en la tabla 2, bajo el modelo situacional, las limitaciones pueden variar en severidad, desde dificultades para caminar o moverse sin asistencia hasta la necesidad de usar dispositivos de movilidad como sillas de ruedas, muletas o andadores.

Ahora, en el entorno de la condición de limitación física de movilidad, sea esta permanente o temporal, se presentan como factor incidental, varias dificultades que se presentan en su vida diaria, lo que comprometería efectivamente su calidad de vida, entendiéndolo a esta como un concepto multidimensional, de esta forma, el comprometimiento radica en varias dificultades, entre las principales: i) dificultad para realizar actividades cotidianas sin asistencia; ii) dificultad para utilizar medios de transporte convencionales; iii) dificultad para acceder a edificios o espacios públicos, debido a la morfología o diseño estructural; iv) vulnerabilidad.

En cuanto a la problemática y dificultades evidentes de las personas con limitaciones físicas de movilidad, es el estado, el encargado de gestar las condiciones suficientes que atiendan las necesidades básicas de estos grupos, focalizando la prestación de servicios públicos a un nivel seccional, donde sus actuaciones generen los escenarios suficientemente adecuados en educación, capacitación, salud especializada, transporte público, accesibilidad urbana, inserción laboral y financiamiento suficiente para atender las necesidades a ser abastecidas.

Considerando, que son las personas con discapacidad y eventualmente individuos con limitaciones de movilidad física temporal, quienes para Vega (5) “se enfrentan a un conjunto adicional de obstáculos para ejercer los derechos asociados al desplazamiento” (p16), son los Estados quienes están en la obligación de proteger los derechos propios y conexos de estas minorías, a través de tratados internacionales y legislación especializada.

2.2. Servicio Público

La actuación pública, se circunscribe esencialmente a la relación que surge entre los individuos en general y las instituciones gubernamentales, cuya coacción radica en la prestación directa o indirecta de un servicio en específico, en este sentido para Cordero (6) los ciudadanos “no estamos alejados de las diversas actividades del Estado (...) lo que haga o deje de hacer nos afecta” (p683).

Así comprenderemos que, la prestación del servicio público se vuelve trascendental, ya que, a través de este, se efectivizan en algunos casos los derechos inherentes o adquiridos que tienen los ciudadanos, inclusive con respecto a su diario vivir, es decir, que muchas de las actividades del desenvolvimiento cotidiano dependen la actividad del Estado y de su regulación, siendo, este a criterio de Camargo referenciando a Duguit la identidad del concepto de servicio público con el interés general (7).

Sin perjuicio de la simplicidad que pudiera aparentar la actividad pública o gubernamental, debemos entenderla más allá, pues esta, se configura en una reserva expresa que hace el ordenamiento jurídico al Estado, a partir de dos aristas, por una parte, la actividad que es propiamente determinada o configurada como servicio público, esto por mandato normativo; y una segunda, más amplia donde la actividad de servicio público es calificada como tal, de esta forma, se evitan confusiones innecesarias con respecto al régimen jurídico aplicable (8).

En consecuencia, el servicio público, se materializa a partir de una prestación de carácter técnico, efectuada de manera recurrente, a partir de un estamento organizado a nivel de dependencias jerárquicamente conexas, a través, de medios administrativos y talento humano, configurando la titularidad en la administración pública prestadora del servicio, bajo disposición de un régimen jurídico específico, ya en el caso específico ecuatoriano, el resultado son las actuaciones administrativas.

El servicio público, sin perjuicio de lo indicado, limita sus actuaciones a través de la ley, prohibiendo la extralimitación o arbitrariedad del Estado, así, se constituyen principios de carácter universal, que tutelan la actuación pública y el servicio como resultado, algunos de estos inclusive ajustándose a los nuevos matices del neoconstitucionalismo y progresión de los derechos como tal, de esta forma encontramos entre los principales:

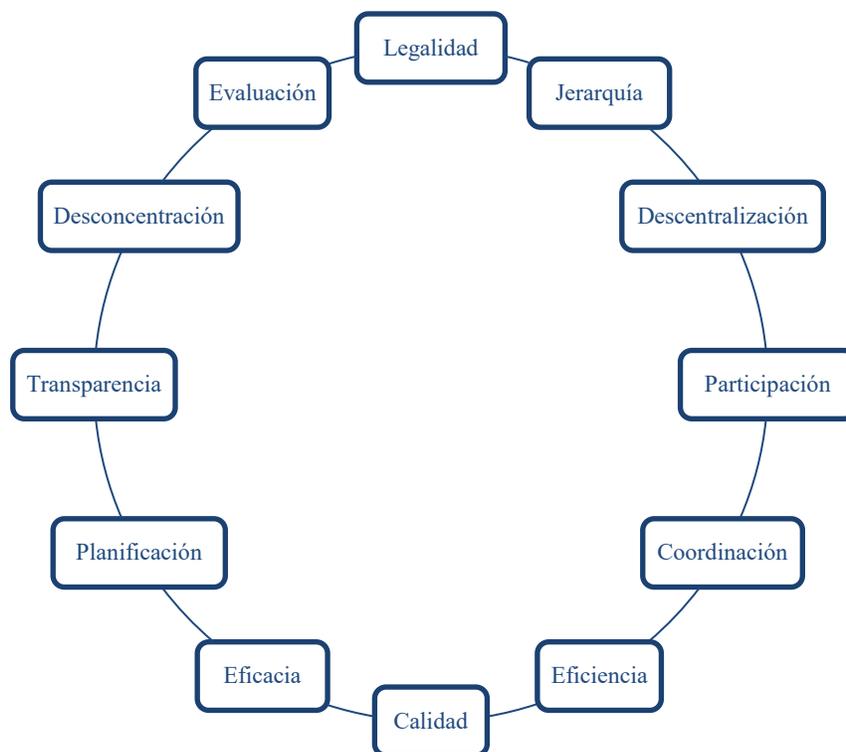


Figura 1. Principios que Regulan el Servicio Público.

De aquí, radica la importancia de la constitucionalización del Servicio Público, es decir, la procura del Estado de ejercer acciones que precautelen el interés general, bajo esta arista, el nuevo modelo de estado tiende a que las actuaciones públicas respeten y tutelen derechos fundamentales sin soslayar u omitir la legalidad que regula cada actuación pública, en esta línea Arana (9) indica que “el precepto constitucional señala la finalidad pública del quehacer administrativo –servicio objetivo al interés general–, que, aplicado al Estado social y democrático de derecho (...), nos sitúa en esa dimensión promocional y garantizadora” (p380).

El precepto constitucionalista del servicio público, condiciona a la administración pública a ejercer actividades que reconozcan y protejan los derechos fundamentales de los ciudadanos, donde es indispensable resaltar la prioridad que las instituciones gubernamentales o privadas con fondos fiscales, deben dar a las personas que pertenecen a los grupos de atención prioritaria, siendo parte de estos, las personas que tienen discapacidad física que limita su movilidad, así como, aquellos que tienen esta condición de manera temporal, para lo cual son, las políticas públicas y normativa interna, las llamadas a adoptar medidas de protección y acondicionamiento, que potencien, sostengan una mejor calidad de vida, entre tantos y como objeto de estudio, el libre tránsito y acceso a espacios públicos.

Principio de calidad

Uno de los principales fundamentos para una correcta prestación de servicio público, radica en cuanto las actuaciones de la administración se sujeten a los principios generales del Derecho

Administrativo, para el efecto es imprescindible considerar que el estado y sus actividades se presume operan en base al interés general, garantizando los derechos de los administrados, obviamente regulados por un régimen constitucional y ordenamiento jurídico, para Guzmán (10) de esta forma “los principios antes señalados, como todos los principios del derecho, deben ser empleados para suplir los vacíos en el ordenamiento administrativo” (p229).

En indudable que el principio rector de la administración pública radica en el principio de legalidad, por cuanto las actuaciones administrativas, que son ejecutadas por servidores, deben circunscribirse a las regulaciones establecidas en la constitución y la ley, deberá entenderse entonces, que una actividad gubernamental previamente debe encontrarse tipificada en una norma jurídica, en efecto la administración pública, no goza de la llamada libertad negativa, en estricto sentido ha de entenderse que el ciudadano o la misma institución está en la obligación de hacer algo que la ley no tipifica o en su a hacer lo que esta no prohíbe.

En contexto, entendida la importancia de la legalidad en el Derecho Público, se colige la obligatoriedad del Estado en regular sus actuaciones a partir de un ordenamiento jurídico que respete el interés general y propenda a la protección de los ciudadanos, limitando inclusive su propio actuar y alcance, a efecto, y, como resultado de esta regulación, se debe considerar la pertinencia de implementar mecanismos que permitan a la administración pública alcanzar sus objetivos a través de una gestión por resultados, con una eficiente utilización de recursos públicos y preceptos regulatorios que permitan adoptar y prestar servicios de calidad, un asunto que se circunscribe a una esfera mucho más práctica (técnica) que la subjetividad que presentan otros principios, como se ha detallado en líneas anteriores, sin que por esto, se obvие la evidente conexidad que debe existir entre estos.

Siguiendo la línea argumentativa, es preciso entender que principio de calidad se circunscribe, por una parte, como un estamento que propende a la satisfacción de las necesidades, y por otra, como una garantía de oportunidad y forma adecuada de satisfacer las mismas, bajo esta premisa es ineludible el hecho de que, bajo este contexto el Estado no solo precautela los resultados materiales sino las expectativas de las personas, en el quehacer de la administración pública. (11). Considerando la relación que se genera entre el Estado y el ciudadano, como resultado de las actuaciones públicas y entendiendo que la gestión obedece a un conjunto sistemático de procesos encaminados a mejorar la calidad de vida, reflejando de esta manera una actuación de calidad (principio), es importante señalar que toda prestación de servicio propende a una buena administración pública, que obligatoriamente debe sobrepasar a un fin meramente estatal y que al contrario y con el nuevo enfoque social de derechos debe contar con ciertas características, entre estas: la centralidad en las personas, apertura de la realidad, promoción de la participación, vinculación ética, innovación y sociedad del conocimiento; y, sensibilidad social. (12).

El contexto, para Batalla (13) el principio de calidad “supone responder de forma regular y continua a las necesidades y a las expectativas de los ciudadanos” (p22), para hacerlo efectivo es indispensable que las administraciones públicas, establezcan modelos de gestión, independientes que obedezcan a las realidades propias de cada zona o situación geográfica, bajo los cuáles se evalúe logros y metas alcanzadas por la administración, en base a: i) competencias; ii)

responsabilidad económica, social y ambiental; iii) gestión por procesos; iv) gestión por resultados; y, v) efectividad en el servicio prestado.

Accesibilidad de personas con limitaciones de movilidad física a los edificios públicos en Riobamba.

La limitación de movilidad física en su pleno y efectivo entendimiento puede ser entendida como una condición que abre potencialidades que no son accesibles para todos, lo que constituye un factor más de la desigualdad (14), en contexto, la importancia del servicio público, conlleva a mejorar la calidad de vida de los administrados y equilibrar en mayor medida cualquier tipo de desigualdad, para el efecto, considero importante establecer dos aristas para un pleno entendimiento, por una parte, la importancia del derecho de las personas a un libre desplazamiento en todos los espacios naturales o construidos, a partir de su uso o función en forma autónoma; y, por otra parte, la accesibilidad en sentido arquitectónico y urbanístico, configurándose la sinergia necesaria para el objeto de este estudio.

El estudio, geográficamente se encuentra situado en la Provincia de Chimborazo cuya población, según el último censo realizado por el instituto nacional de estadísticas y censos (INEC), es de 458.581 habitantes, en específico, el cantón Riobamba con una población de 225.741, de las cuáles 12.243 personas poseen algún tipo de discapacidad, de la cuál podemos segregarla conforme los siguientes datos:

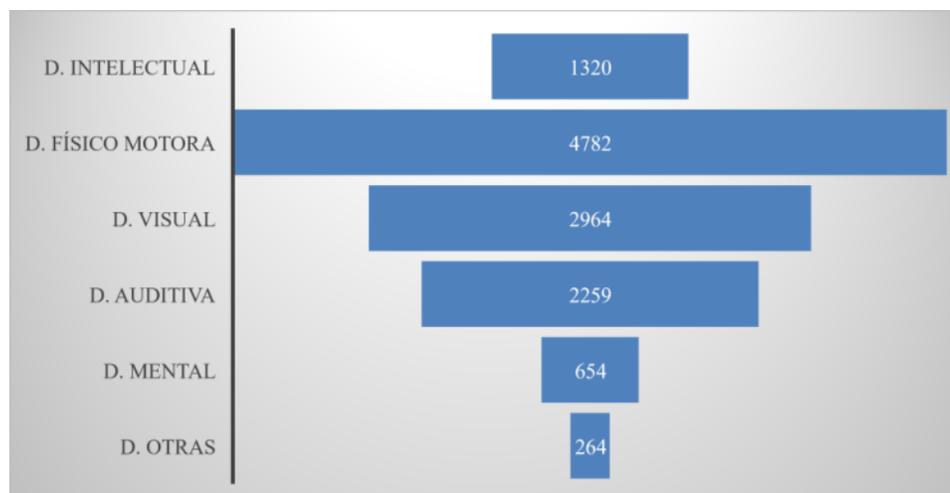


Figura 2. Discapacidad en Riobamba.

Fuente: (15)

Ahora, a fin de atender y proteger los derechos de desplazamiento, libre tránsito y accesibilidad de personas con limitaciones de movilidad física, el ordenamiento jurídico ecuatoriano y a nivel descentralizado en la ciudad de Riobamba, tiene como principales fuentes las siguientes:

**ACCESIBILIDAD DE LAS PERSONAS CON LIMITACIONES DE MOVILIDAD FÍSICA A LOS EDIFICIOS PÚBLICOS
COMO GARANTÍA DEL PRINCIPIO DE CALIDAD EN EL SERVICIO PÚBLICO.**

Tabla 4. Normativa regulatoria de accesibilidad de personas con limitaciones de movilidad.

| TIPIFICACIÓN | NORMATIVA | GESTIÓN. |
|--|--|----------------------|
| <p>Art. 35.- Las personas adultas mayores, niñas, niños y adolescentes, mujeres embarazadas, personas con discapacidad, personas privadas de libertad y quienes adolezcan de enfermedades catastróficas o de alta complejidad, recibirán atención prioritaria y especializada en los ámbitos público y privado. la misma atención prioritaria recibirán las personas en situación de riesgo, las víctimas de violencia doméstica y sexual, maltrato infantil, desastres naturales o antropogénicos. El estado prestará especial protección a las personas en condición de doble vulnerabilidad.</p> | Constitución de la República del Ecuador. | Central Seccional |
| <p>Art. 47.- El Estado garantizará políticas de prevención de las discapacidades y, de manera conjunta con la sociedad y la familia, procurará la equiparación de oportunidades para las personas con discapacidad y su integración social. Se reconoce a las personas con discapacidad, los derechos a: (...) 10. El acceso de manera adecuada a todos los bienes y servicios. Se eliminarán las barreras arquitectónicas.</p> | | |
| <p>Art. 9.- Accesibilidad 1. A fin de que las personas con discapacidad puedan vivir en forma independiente y participar plenamente en todos los aspectos de la vida, los estados partes adoptarán medidas pertinentes para asegurar el acceso de las personas con discapacidad, en igualdad de condiciones con las demás, al entorno físico, el transporte, la información y las comunicaciones, incluidos los sistemas y las tecnologías de la información y las comunicaciones, y a otros servicios e instalaciones abiertos al público o de uso público, tanto en zonas urbanas como rurales. estas medidas, que incluirán la identificación y eliminación de obstáculos y barreras de acceso, se aplicarán; entre otras cosas, a: a) Los edificios, las vías públicas, el transporte y otras instalaciones exteriores e interiores como escuelas, viviendas, instalaciones médicas y lugares de trabajo (...)</p> | Convención Sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad | Central Seccional |
| <p>Art. 58.- Accesibilidad. - Se garantizará a las personas con discapacidad la accesibilidad y utilización de bienes y servicios de la sociedad, eliminando barreras que impidan o dificulten su normal desenvolvimiento e integración social. En toda obra pública y privada de acceso público, urbana o rural, deberán preverse accesos, medios de circulación, información e instalaciones adecuadas para personas con discapacidad. Los gobiernos autónomos descentralizados dictarán las ordenanzas respectivas para el cumplimiento de este derecho de conformidad a las normas de accesibilidad para personas con discapacidad dictadas por el instituto ecuatoriano de normalización (INEN) y al diseño universal. Los estacionamientos de uso público y privado tendrán espacios exclusivos para vehículos que transporten o sean conducidos por personas con discapacidad físico-motora, ubicados inmediatamente a</p> | Ley Orgánica de Discapacidades | Seccional |

**ACCESIBILIDAD DE LAS PERSONAS CON LIMITACIONES DE MOVILIDAD FÍSICA A LOS EDIFICIOS PÚBLICOS
COMO GARANTÍA DEL PRINCIPIO DE CALIDAD EN EL SERVICIO PÚBLICO.**

las entradas de las edificaciones o ascensores, en los porcentajes que establezcan las ordenanzas y el reglamento.

En el caso de los sistemas de estacionamiento tarifados creados por los gobiernos autónomos descentralizados se destinará un porcentaje de parqueaderos claramente identificados mediante señalización y color, de conformidad con el reglamento de la presente ley.

Art. 186. Supresión de barreras urbanísticas y arquitectónicas. - Esta normativa facilita la accesibilidad funcional y uso de lugares públicos y privados de la ciudad a las personas en general y aquellas con discapacidad o movilidad reducida permanente o circunstancial, al suprimir obstáculos imprevistos tanto en el plano horizontal como en los cambios de nivel y al incorporar elementos auxiliares que dificultan la libre circulación, en cumplimiento al art. 58 de la ley de discapacidades del Ecuador constante en el registro oficial N° 796 del 25 de septiembre de 2012.

Para la construcción o modificación de toda obra, el GADM de Riobamba a través de la dirección de gestión de ordenamiento territorial, exigirá que los diseños definitivos cumplan las normas establecidas en la ordenanza para la eliminación de barreras arquitectónicas, urbanísticas y de recreación para personas en general y especialmente para personas y grupos de atención prioritaria.

En los edificios ya construidos y sometidos a rehabilitación donde existe imposibilidad estructural o funcional, se adoptarán las soluciones que dentro del espíritu de la misma sean posibles técnicamente (...)

Código Urbano
Riobamba

Seccional

Art 1.- Objetivo. - Esta ordenanza tiene por objetivo establecer las normas para la equiparación de oportunidades destinadas a facilitar a las personas con discapacidad, movilidad reducida y las personas en general, la accesibilidad y utilización de los bienes y servicios, evitando o eliminando las barreras y obstáculos físicos o de otra naturaleza que impidan, dificulten su normal desenvolvimiento a los mismos, al impedir el libre y fácil acceso a los espacios públicos y privados en el cantón Riobamba; a su vez, pretende brindar las condiciones necesarias para que dichas personas puedan desempeñar sus actividades en condiciones de plena igualdad dentro de la sociedad.

Ordenanza sobre
eliminación de
barreras
arquitectónicas
y urbanísticas en el
cantón Riobamba

Seccional

Fuente: (16, 17, 18, 19, 20, 21)⁴

⁴Constitución de la República del Ecuador; Convención Sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad; Ley Orgánica de Discapacidades; Código Urbano Riobamba; Ordenanza sobre eliminación de barreras arquitectónicas y urbanísticas en el cantón Riobamba

La situación geográfica, estadística y normativa del cantón Riobamba, denota la tendencia por parte del Estado, a nivel seccional principalmente, en regular, proteger y tutelar los derechos de las personas con discapacidad y limitaciones de movilidad, bajo el enfoque jurídico establecido, se coacciona las actuaciones de los ciudadanos o personas jurídicas (públicas o privadas) a que el planeamiento, diseño, gestión y ejecución de actuaciones en materias arquitectónicas, urbanísticas y de edificaciones estén reguladas en el marco del respeto a los derechos de este grupo de personas.

Así, la obligatoriedad para la construcción, adaptación, modificación, y, reconstrucción de toda obra sea pública o privada, se debe establecer en base a las normas INEN vigentes según el Código Urbano de Riobamba, con principal enfoque en la eliminación de barreras arquitectónicas, urbanísticas y accesibilidad al espacio público, para el efecto se ha de considerar en los diseños y ejecución la implementación de parqueaderos, vados (peatonales - vehiculares), aceras, ascensores, rampas, plataformas elevadoras verticales e inclinadas, dotando de una correcta señalética que facilite la movilidad y satisfaga la necesidad y requerimientos de los beneficiarios.

DISCUSIÓN

Después del análisis de elementos doctrinarios, legales y casos en particular se ha podido determinar una doble dimensión de discusión, esto como resultado lógico de los resultados obtenidos, que para un mayor entendimiento se los clasificará de la siguiente manera: a) las personas con limitaciones de movilidad y su desarrollo en el entorno social; y, b) la suficiencia de regulación y protección del Estado a estos grupos de atención prioritaria.

En una primera dimensión de análisis, las personas con limitación de movilidad han de entenderse como aquellos individuos con deficiencias físicas, sensoriales o mentales, impedidas de poder transitar o acceder a locaciones con facilidad y libertad, viéndose afectados o limitados en el ejercicio de sus actividades cotidianas, ahora bien, esta condición se puede generar y tratar a partir de su temporalidad o permanencia, la cual ha mermado de manera significativa en los censos realizados por las instituciones gubernamentales competentes, así, el estudio se ha de focalizar en la información registrada y constante en los datos analizados, y que estrictamente se circunscriben exclusivamente a las catalogadas y categorizadas como discapacidad.

Procesados y tabulados que fueron los datos como resultados del censo 2022 en el Ecuador, se colige que en la ciudad de Riobamba existen registradas 12.243 personas con discapacidad, de los cuales el 40% poseen discapacidad física motora; el 24% visual; el 18% auditiva; el 11% intelectual; y, el 7% mental y otras, en este sentido ha de entenderse que la limitación de movilidad se focalizaría en un 82% del universo de personas registradas. Ahora, es importante considerar que existen variantes que han sido imposible determinar y se las ha clasificado en dos entornos, en primer lugar las personas que han adquirido esta limitación por una situación eventual y no provocada y que la mantendrán por un tiempo determinado; y, en segundo lugar, las personas que por su situación geográfica, social, económica o ideológica no se ha registrado en el censo por considerar a su situación como ajena o negativa a una discapacidad, sin perjuicio de esto, con respecto a la accesibilidad se benefician de esta.

La segunda dimensión de análisis se circunscribe, a las medidas que el Estado Ecuatoriano a través de sus diferentes niveles de gobierno, han adoptado con la finalidad de precautelar, proteger y tutelar los derechos de las personas con discapacidad, donde para fines del presente estudio, se realizará hincapié en aquellas que se encuentran con limitaciones de movilidad en sus diferentes grados o condiciones, al efecto la generación de políticas públicas se encuentran encaminadas a la toma de acciones y medidas de en lo que material y formalmente equipare la desigualdad que se pudiera generar entre estas personas y aquellas catalogadas como normales, de los resultados obtenidos del análisis del marco normativo ecuatoriano se ha podido corroborar las regulaciones a constitucionales y legales en el nivel central de gobierno y reglamentario en el nivel seccional, cuya esencia radica en el reconocimiento de las personas con discapacidad dentro de los grupos de atención prioritaria dotándoles y tutelando el derecho a la accesibilidad y utilización de bienes y servicios públicos, así como, la eliminación de toda barrera arquitectónica.

Ya en específico, la materialización del derecho a la accesibilidad la efectivizan los gobiernos autónomos descentralizados municipales, los llamados a regular los espacios públicos en sus respectivos planes de desarrollo urbano y rural, propendiendo al control y vigilancia de las construcciones arquitectónicas y que estas no cuenten o en su defecto eliminen las barreras arquitectónicas, a partir de la ejecución e implementación de parqueaderos, vados peatonales y/o vehiculares, aceras, ascensores, rampas, plataformas elevadoras verticales e inclinadas, esto revisando las Normas: NTE INEN 21542; INEN NTE IRAM 111108; NTE INEN 2243:2010; NTE INEN 41510; NTN INEN 21542; INEN 21542; INEN 21542; INEN 21542; NTE INEN 21542, caso contrario se debería iniciar el procedimiento administrativo sancionador conforme lo establece la Ordenanza sobre eliminación de barreras arquitectónicas y urbanísticas en el cantón Riobamba.

CONCLUSIONES

Las personas con limitaciones de movilidad física se pueden categorizar a partir de una condición de permanencia o temporalidad, independientemente del tipo o grado que esta posea, en contexto, el Estado está en la obligación de modular y regular sus actuaciones a partir de la gestación de un marco normativo y políticas públicas suficientes, que permitan preservar el derecho natural o adquirido, en tres momentos: la prevención, mitigación y corrección, a tal punto que permita equiparar las desigualdades concebidas, inclusive retrotrayendo las obligaciones del propio estado y de los ciudadanos obligados, en aras de mejorar la calidad de vida de estos grupos reducidos.

El servicio público, se configura como la capacidad del Estado de regular sus actuaciones para cumplir su objeto fin, esto en base a una competencia o atribución otorgada por un ordenamiento jurídico, empero, aquí radica la importancia de actuar en base a principios o mandatos de ejecución que permitan mejorar la condición de vida de los usuarios del servicio, entonces, ha de entenderse que este se establece como un servicio para la colectividad, bajo este precepto nace la obligatoriedad de proteger a las mayorías y minorías a partir de una correcta prestación de servicio a partir de estamentos generales cuyo cumplimiento esta coaccionado y tiene una penalidad o sanción a su incumplimiento.

La función pública, están en la obligación de realizar sus actuaciones, con una programación, planificación y proyección que satisfaga las necesidades de los administrados, observando para el efecto que las mismas no solo radiquen en un cumplimiento meramente mandatorio, sino que las mismas se complementen con alcanzar la expectativa radicada en el usuario del servicio, entendiendo que, lo que realmente interesa al administrado es el producto o beneficio recibido por parte de la administración, es por esta circunstancia que el excesivo abuso de la burocracia y trámites innecesarios, causan insatisfacción en el ciudadano extrapolarlo a una calidad de servicio.

El Estado Ecuatoriano ha implementado dentro de su régimen normativo, las disposiciones suficientes que regulan el libre acceso de las personas con limitaciones de movilidad física a edificios públicos, para el efecto se ha establecido un sistema y régimen de competencias a nivel central y seccional, en base a la cual se han implementado mecanismos jurídicos y técnicos que obliguen y condicionen en términos generales a particulares y públicos a cumplir con normas arquitectónicas reconocidas a nivel local e internacional y que faciliten en libre tránsito y movilidad, esto considerando la tasa de personas que se encuentran registradas con una condición de discapacidad, así como, a aquellas que no, pero que la adquieren por una periodicidad y que se ven beneficiadas en igual porción.

El cumplimiento de las normas legales y arquitectónicas no depende de su falta de implementación o actualización, refiere exclusivamente del control administrativo que está a cargo de los GADS municipales quien son los competentes de ejercer la acción coactiva en caso de incumplimiento, en este caso se ha de entender que la normativa puede ser suficiente para atender la necesidad de la movilidad para las personas con limitaciones físicas y que depende netamente del ejercicio de control administrativo seccional su cumplimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lluquin A, Naranjo L, Layedra D, Paredes M. El Principio de Autonomía de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales en Ecuador. Mundo Administrativo. 2024; p: 176 – 199.
2. Daniels M, et al. Metodología de la Investigación Jurídica. México: Servicios Editoriales Codice; 2011. 267p.
3. Amante E. Evolución del concepto de discapacidad. Discapacidad lo que todos debemos saber. 2006; p: 3-7
4. Minaire P. Disease, illness and health: theoretical models of the disablement process. Bull World Health Organ. 1992;70(3); p: 373 - 379.
5. Vega, P. Personas con discapacidad y movilidad urbana con un enfoque de derechos: apuntes para las ciudades de América Latina. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL); 2023.
6. Cordero, J. Los servicios públicos como derecho de los individuos. Ciencia y Sociedad. 2011; XXXVI (4): 701 - 682.
7. Camargo, S. La teoría del Servicio Público y las Telecomunicaciones. Diálogos de saberes: investigaciones y ciencias sociales. 2013; (38): 62 - 43.

8. Feliu, J. Servicio Público, Derechos Fundamentales y Comunidad Europea. Revista Aragonesa de Administración Pública. 1994; (5): 156- 127.
9. Arana, J. Servicio Público y Derecho Comunitario Europeo. Revista Catalana de Dret Públic. 2005; (32): 398 - 375.
10. Guzmán, C. Los Principios Generales del Derecho Administrativo. *Ius et Varitas*. 2009; (38): 249 - 228.
11. Barba, E. El Principio de Calidad: sus desafíos desde el Derecho Administrativo en el Ecuador. *Kairós*. 2021; 4 (7): 24 - 10.
12. Arana, J. La buena administración como principio y como derecho fundamental en Europa. *Misión Jurídica*. 2013; (6): 56 - 23.
13. Batalla, P. Calidad de los Servicios. *Estudios Socio – Jurídicos*. 2003; 5 (1): 32 - 19.
14. Olivi, A et al. Movilidad urbana y calidad de vida de las personas mayores en una ciudad vertical. El caso de Valparaíso, Chile. *Revista Márgenes*. 2016; 19 (13): 47 - 38.
15. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC); 2024. Recuperado a partir de: <http://www.inec.gob.ec/>
16. Asamblea Nacional. (25 de septiembre de 2019). Ley Orgánica de Discapacidades. DO: Registro Oficial 796.
17. Código Orgánico Administrativo [C.O.A]. (2017). Lexis.
18. Código Urbano Riobamba [C.U.R]. (2015). Gaceta Municipal Riobamba.
19. Constitución de la República del Ecuador [C.R.E]. (2008). Lexis.
20. Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad. (2008).
21. Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba. (01 de junio de 2015). Ordenanza 012-2015. Ordenanza sobre eliminación de barreras arquitectónicas y urbanísticas en el cantón Riobamba.

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN FÍSICA PARA UN ADULTO MAYOR CON HIPERURICEMIA COMO ANEXO A TRATAMIENTO FARMACOLÓGICO (CASO) - MÉXICO

PHYSICAL INTERVENTION PROPOSAL FOR AN OLDER ADULT WITH HYPERURICEMIA AS AN ADJUNCT TO PHARMACOLOGICAL TREATMENT (CASE STUDY) - MEXICO

Michell Ramírez Guzmán¹, Rene Moranchel-Charros², Edgar León José³

{michell.ramirezgu@alumno.buap.mx¹, rene.moranchel@correo.buap.mx², edgar.leonj@correo.buap.mx³}

Fecha de recepción: 20/12/2024

/ Fecha de aceptación: 03/01/2025

/ Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: La actividad física regular puede ayudar a controlar los niveles de ácido úrico, mejorar la movilidad articular y reducir la incidencia de gota en esta población. La hiperuricemia, caracterizada por altos niveles de ácido úrico, es un precursor de la gota, una forma de artritis inflamatoria que es común en adultos mayores. **Objetivo:** El objetivo del presente estudio es determinar el efecto de un programa de intervención física para un adulto mayor con hiperuricemia realizado con ejercicios propioceptivos, de bajo impacto y de flexibilidad, todo ello como apoyo al tratamiento dietético y farmacológico. **Materiales y métodos:** Se presentó un estudio de caso con la participación de un adulto mayor de 75 años con hiperuricemia. Se aplicó el Senior Fitness Test para evaluar su condición física al inicio y fin de la aplicación del programa de ejercicio. Dicho programa de ejercicios propioceptivos, aeróbicos y flexibilidad fueron realizados dos veces por semana durante 7 semanas en 2024. **Resultados:** Se observó una mejora en la condición física del adulto mayor tomando como referencia datos de la evaluación pre y post, donde se evaluó la fuerza muscular, la flexibilidad, la resistencia aeróbica, la agilidad y el equilibrio dinámico. No se registró el cambio en los niveles de ácido úrico debido a la falta de pruebas. **Conclusión:** El ejercicio físico de bajo impacto, controlado y bien dosificado es una opción y alternativa para una calidad, bienestar físico y calidad de vida de los adultos mayores con hiperuricemia.

¹Estudiante, Facultad de Cultura Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla – México, <https://orcid.org/0009-0002-8079-9889>; +522212017183

²Facultad de Cultura Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla – México, <https://orcid.org/0000-0002-0710-5054>; +522223576163

³Facultad de Cultura Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla – México, <https://orcid.org/0000-0001-6236-0878>; +529531004000

Palabras clave: Ejercicio físico, intervención, adultos mayores, hiperuricemia y gota

ABSTRACT: Regular physical activity can help control uric acid levels, improve joint mobility, and reduce the incidence of gout in this population. Hyperuricemia, characterized by high uric acid levels, is a precursor to gout, an inflammatory arthritis common in older adults. The present study aims to determine the effect of a physical intervention program for an older adult with hyperuricemia using proprioceptive, low-impact, and flexibility exercises, as a support to dietary and pharmacological treatment. **Materials and Methods:** A case study involving a 75-year-old older adult with hyperuricemia was presented. The Senior Fitness Test was applied to evaluate his physical condition at the beginning and end of the application of the exercise program. This proprioceptive, aerobic, and flexibility exercise program was performed twice a week for 7 weeks in 2024. An improvement in the physical condition of the older adult was observed taking as reference data from the pre and post-evaluation, where muscular strength, flexibility, aerobic endurance, agility, and dynamic balance were evaluated. The change in uric acid levels was not recorded due to lack of evidence. **Conclusion:** Low impact controlled, and well dosed physical exercise is an option and alternative for quality, physical well-being and quality of life in older adults with hyperuricemia.

Keywords: Physical exercise, intervention, older adults, hyperuricemia, gout

INTRODUCCIÓN

Se estima que tres por ciento de la población mexicana padece gota (1), enfermedad reumatológica crónica ocasionada por la presencia de niveles elevados de ácido úrico en la sangre, debido a su acumulación en las articulaciones porque no se desecha de manera adecuada (2).

La gota es una variante de la artritis, tiene la característica de presentar simultáneamente inflamación y dolor en las articulaciones, esta sintomatología se presenta debido a la acumulación real de cristales de urato monosódico. Estos cristales se forman cuando los niveles de ácido úrico en la sangre son altos, esta condición es conocida también como hiperuricemia. El ácido úrico se produce en el cuerpo por la descomposición de las purinas. Además, las purinas son proteínas producidas por tu propio organismo y ciertos alimentos (3, 4, 5).

Para prevenir tanto la hiperuricemia como sus complicaciones es necesario y fundamental el control de los niveles de ácido úrico es fundamental. Si bien la dieta juega un papel importante en la regulación del ácido úrico, en particular la reducción de alimentos ricos en purinas como las carnes rojas y los mariscos, el ejercicio físico también se ha identificado como un factor crucial en el manejo de esta condición (6). La actividad física regular ayuda a mejorar el metabolismo, facilita la pérdida de peso y reduce la resistencia a la insulina, factores que contribuyen al control de los niveles de ácido úrico en sangre (7). Además, estudios han demostrado que la práctica regular de ejercicio aeróbico y de resistencia

puede disminuir los niveles de ácido úrico en personas con hiperuricemia leve a moderada, lo que sugiere que el ejercicio no solo es una herramienta preventiva, sino también terapéutica para quienes ya presentan esta condición (8).

No obstante, es importante tener en cuenta que la intensidad del ejercicio debe ser controlada, ya que el ejercicio excesivo o muy intenso puede aumentar temporalmente los niveles de ácido úrico debido a la descomposición muscular, lo que podría desencadenar episodios de gota en individuos susceptibles (9).

Por ello, la recomendación de programas de ejercicio moderado y regular bajo la supervisión de profesionales del área, pues es fundamental para quienes padecen hiperuricemia o están en riesgo de desarrollarla. El objetivo del presente estudio es determinar el efecto de un programa de intervención física para un adulto mayor con hiperuricemia realizado con ejercicios propioceptivos, de bajo impacto y de flexibilidad, todo ello como apoyo al tratamiento dietético y farmacológico.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente estudio se utilizó la metodología de investigación descriptiva-experimental, implementando el diseño de un estudio de caso con enfoque longitudinal.

Participante

El participante del estudio es un adulto mayor de 75 años en México, diagnosticado con hiperuricemia (niveles de ácido úrico >7 mg/dL), sin antecedentes de gota. El participante tiene un Índice de Masa Corporal (IMC) de 29 kg/m² (clasificado como sobrepeso) y no presenta limitaciones físicas graves que impidan la realización de ejercicio. Se excluyeron del estudio aquellos con artritis severa, problemas cardiovasculares inestables o limitaciones físicas severas.

Procedimientos e instrumentos de medición

En la intervención, se realizó el Senior Fitness Test (SFT) como pre y post-test para evaluar la condición física de adultos mayores como la fuerza muscular, la flexibilidad, la resistencia aeróbica, la agilidad y el equilibrio dinámico, todos los factores antes mencionado esenciales para mantener la calidad y el estilo de vida personal. Esta batería de pruebas permite identificar debilidades físicas que pueden aumentar el riesgo de caídas, discapacidad o limitación funcional, además, proporciona una base para diseñar programas de ejercicio personalizados (10, 11).

El SFT consta de varias pruebas que evalúan diferentes aspectos de la capacidad funcional:

◆ PROPUESTA DE INTERVENCIÓN FÍSICA PARA UN ADULTO MAYOR CON HIPERURICEMIA COMO ANEXO A TRATAMIENTO FARMACOLÓGICO (CASO) - MÉXICO

Tabla 1. Pruebas Senior Fitness Test

| Prueba / Test | Evaluación |
|--------------------------|--|
| Sit to stand test | Evalúa fuerza de miembros inferiores |
| Arm curl Test | Evalúa fuerza de miembros superiores |
| 2 minutes step test | Evalúa la resistencia cardiovascular |
| Chair sit and reach test | Evalúa flexibilidad de miembros inferiores |
| Back scratch test | Evalúa flexibilidad de miembros superiores |
| 8 foot up and go test | Evalúa la agilidad y equilibrio dinámico |

Fuente: (10, 11).

Se realizó la toma de medidas como peso (kg), talla (cm), índice de masa corporal (IMC) y otros parámetros de salud como frecuencia cardiaca (fc).

Protocolo de intervención

Se efectuó un programa de ejercicio físico de 7 semanas de duración en 2024 basado en ejercicios aeróbicos, propioceptivos y de flexibilidad; dividido en dos sesiones de ejercicio por semana (Tabla 2).

Tabla 2. Propuesta de ejercicios

| Ejercicios | Dosificación |
|---|---|
| Propioceptivos Caminata en diferentes direcciones (línea recta y zigzag) Caminata en puntas, talones, lateral Equilibrio en un pie con apoyo en silla Lanzar y atrapar una pelota Subir y bajar escalón | 2 series de 12 repeticiones |
| Cardio bajo impacto Marcha en su lugar Toque de talones (estático) Elevación de rodillas Paso lateral con movimiento es brazos (estilo tijeras) Patadas hacia atrás | 15 minutos 30 segundos de trabajo moderado 15-20 segundos de descanso |
| Flexibilidad Estiramientos estáticos (cefalocaudal) Movimiento de gato (arqueo de espalda) | Mantener 10 segundos, realizar 2 veces |

Consideraciones éticas

El participante aceptó y firmó el consentimiento informado, donde se explicó sobre los objetivos de la investigación, resolviendo dudas y detallando las actividades a realizar, afirmando la confidencialidad del uso de datos e información personal con fines académicos. El estudio cumplió con las normas y declaración de Helsinki.

RESULTADOS

Los datos obtenidos del Senior Fitness Test antes de la aplicación del programa se muestran en la Tabla 3, donde se puede observar que la gran parte de los resultados a excepción de las pruebas de fuerza son deficientes para la edad y los valores de referencia mostrados en la Tabla 4. Posteriormente y al término de la aplicación del programa de ejercicios durante 7 semanas.

Tabla 3. Resultados pre y post test. Senior Fitness Test

| Senior Fitness Test | Pre- Test | | Post- Test | |
|---------------------------------------|--|----------------------------|---|----------------------|
| Sexo: Masculino | Fecha de aplicación: 07 de septiembre 2024 | | Fecha de aplicación: 27 de octubre 2024 | |
| Edad: 75 años | Peso: 75 kg | Fc inicio: 69 ppm | Peso: 71 kg | Fc inicio: 68 ppm |
| | Talla: 1.68 mts | Fc final:79 ppm | Talla: 1.68 mts | Fc final: 80 ppm |
| | Resultados | Observaciones | Resultados | Observaciones |
| 1. Sentarse y levantarse de una silla | 13 veces | | 16 veces | |
| 2. Flexiones del brazo | Der – 13 veces Izq – 12 veces | | Der- 15 veces Izq – 15 veces | |
| 3. Dos minutos de marcha | 54 veces | Necesitó apoyo de la pared | 63 veces | Ligero desequilibrio |
| 4. Flexión del tronco en silla | Der: -13 cm Izq: -14 cm | | Der: -7 cm Izq: -9 cm | |
| 5. Juntar las manos tras la espalda | Der: -30 cm Izq: - 28 cm | | Der: - 25 cm Izq:-24 cm | |

♦ PROPUESTA DE INTERVENCIÓN FÍSICA PARA UN ADULTO MAYOR CON HIPERURICEMIA COMO ANEXO A TRATAMIENTO FARMACOLÓGICO (CASO) - MÉXICO

| | | | |
|--|----------|------------------------------------|----------|
| i. Levantarse, caminar y volver a sentarse | 9.47 seg | Se observó un ligero desequilibrio | 7.56 seg |
|--|----------|------------------------------------|----------|

Frecuencia: fc; Derecha: Der; Izquierda: Izq; Segundos: seg; Pulsaciones por minuto: ppm.

Comparando los valores referencia del SFT con los resultados finales, se nota una mejoría notable en la condición física del adulto mayor. Se observa que los resultados coinciden con el rango de los valores establecidos a excepción de las pruebas de flexibilidad donde si bien si hubo un avance aún no logró llegar al parámetro ideal (Ver Tabla 4).

Además, de los otros parámetros evaluados, se logró una disminución de peso de 4 kg., mientras que los valores de la frecuencia cardiaca resultaron normales tanto al inicio pretest y termino post test.

Tabla 4. Valores de referencia en hombres del Senior Fitness Test

| | 60-64 | 65-69 | 70-74 | 75-79 | 80-84 | 85-89 | 90-94 |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| Sentarse y Levantarse de una silla (n°rep) | 14-19 | 12-18 | 12-17 | 11-17 | 10-15 | 8-14 | 7-12 |
| Flexiones de brazo (n°rep) | 16-22 | 15-21 | 14-21 | 13-19 | 13-19 | 11-17 | 10-14 |
| Caminar 6 minutos (yardas) | 610-735 | 560-700 | 545-680 | 470-640 | 445-605 | 380-570 | 305-500 |
| 2 minutos marcha (pasos) | 87-115 | 86-116 | 80-110 | 73-109 | 71-103 | 59-91 | 52-86 |
| Flexión del tronco en silla (pulgadas) | (-2.5)-(+4.0) | (-3.0)-(+3.0) | (-3.0)-(+3.0) | (-4.0)-(+2.0) | (-5.5)-(+1.5) | (-5.5)-(+0.5) | (-6.5)-(-0.5) |
| Juntar las manos tras la espalda (pulgadas) | (-6.5)-(+0.0) | (-7.5)-(-1.0) | (-8.0)-(-1.0) | (-9.0)-(-2.0) | (-9.5)-(-2.0) | (-9.5)-(-3.0) | (-10.5)-(-4.0) |
| Levantarse caminar y volverse a sentar (seg.) | 5.6-3.8 | 5.9-4.3 | 6.2-4.4 | 7.2-4.6 | 7.6-5.2 | 8.9-5.5 | 10.0-6.2 |

Fuente: (10, 11).

DISCUSIÓN

El ejercicio físico ha sido ampliamente reconocido como una herramienta eficaz para mejorar la salud general en adultos mayores, incluyendo su capacidad para mitigar los efectos de la hiperuricemia, una condición asociada con el aumento real de los niveles de ácido úrico y el riesgo latente del desarrollo de gota.

Se ha demostrado que ciertos tipos de ejercicio, particularmente los de bajo impacto y las actividades aeróbicas moderadas, pueden reducir los niveles séricos de ácido úrico al mejorar la sensibilidad a la insulina y promover la excreción renal de ácido úrico (9). Esto es importante en los adultos mayores, si tomamos en cuenta que tienden a un metabolismo más lento y menor capacidad de eliminar eficientemente el ácido úrico. En este sentido, los programas de ejercicio regular e individualizado a las capacidades físicas del individuo pueden aportar en la salud de este tipo de personas, al prevenir la gota y mejorar los síntomas de la hiperuricemia.

El estudio demostró la eficiencia del ejercicio aeróbico, tiene efectos positivos en la composición corporal en situación de sobrepeso y obesidad, y particularmente en personas que padecen gota. El estudio mostró que un programa de ejercicio aeróbico aporta en la reducción de masa grasa e incremento de masa muscular, lo cual es crucial en el riesgo de padecer gota y la hiperuricemia (12).

Además, una de las aportaciones de Guo et al. (2019) respalda la teoría de que el ejercicio aeróbico mejora la calidad de vida de los adultos mayores con obesidad, hiperuricemia y con síndrome metabólico. También se puntualizó que el ejercicio regular mejora la función física y reduce el riesgo de comorbilidades, reduce los componentes del síndrome metabólico, como la resistencia a la insulina y la hipertensión, todo ello factores estrechamente relacionados con el aumento de los niveles de ácido úrico lo que es especialmente importante en la población de los adultos mayores (13).

Burke et al. (2015) examinaron la función física en adultos mayores con hiperuricemia y gota, concluyendo que se deriva el deterioro funcional siendo más pronunciado en aquellos con niveles elevados de ácido úrico. El estudio sugirió que los pacientes con gota y mala función física son menos propensos a realizar ejercicio regular, lo que puede agravar la hiperuricemia y aumentar la frecuencia de ataques de gota. Por lo tanto, este trabajo subraya la importancia de programas de ejercicio supervisado que no solo mejoren la condición física, sino que también ayuden a controlar los niveles de ácido úrico en este grupo vulnerable (14).

Diversos estudios muestran que la gota puede prevenirse con cambios en estilos de vida oportunos incluyendo la educación de la actividad física mediante su componente directo que es el ejercicio físico (15), una de las predisposiciones en tener gota es las variación deficiente en el estilo de vida activo (16), la gota es multifactorial pero la prevención es de suma importancia y relevancia (17), es necesario construir áreas de intervención interdisciplinarias entre ellas con profesionales que manejen tratamientos dieto

terapéuticos (18), y también considerar una educación y cultura en el propio paciente que ayude en el buen acompañamiento durante el tratamiento (19) y finalmente considerar la relación de síndrome metabólico y el ácido úrico en donde una de las causas es la falta regular de actividad física (20).

Una de las limitantes del presente estudio es el tamaño de la muestra ya que al ser estudio de caso limita la posibilidad de poder generalizar los hallazgos encontrados. Por otra parte, la duración de la intervención fue relativamente corta podría no ser suficiente para observar cambios en las variables evaluadas, además de no contar con un marcador biológico como lo es el análisis de sangre donde se pueda observar si realmente hubo un cambio en los niveles de ácido úrico. No obstante, aunque los estudios actuales son prometedores, todavía se necesitan más investigaciones centradas específicamente en poblaciones de adultos mayores para entender mejor los mecanismos mediante los cuales el ejercicio influye en la hiperuricemia y en la prevención de la gota en este grupo etario.

CONCLUSIONES

El ejercicio físico ofrece muchos beneficios para la salud individual, hace falta mayor promoción e impulso de la práctica constante del ejercicio en la población geriátrica a través de las instituciones de salud de los diferentes sectores. Este trabajo se centró en los padecimientos derivados de la hiperuricemia, encontrando mejoría física gracias a una propuesta de ejercicios adecuada.

El éxito de un programa de ejercicios para un adulto mayor con hiperuricemia puede medirse en términos de la mejora en la movilidad, reducción del dolor y control de los niveles de ácido úrico en el cuerpo. Contrarrestar los efectos negativos de hiperuricemia debe ser conducida por profesionales, lo que ayuda a la reducción en la frecuencia de la gota y ello mejora la vida individual y la de las personas cercanas al adulto mayor.

La implementación de un programa de adaptados y personalizados en un adulto mayor diagnosticado con hiperuricemia es beneficiosa ello por contribuir al control de síntomas derivados de la enfermedad en un primer momento y retardar complicaciones en un largo plazo. La actividad física a través del ejercicio es primordial desde un punto de tratamiento no farmacológico para el tratamiento conducente de la hiperuricemia, promoviendo estilos positivos, activos y saludables en la tercera edad.

Es necesario seguir contribuyendo, documentando y promoviendo la investigación de este tema debido a las reducidas investigaciones, lo que es una oportunidad y área de atención para los profesionales de la salud.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Roddy E. SP0061 Gout and associated co-morbidities—relevance to clinical practice. 2019. Disponible en https://ard.bmj.com/content/78/Suppl_2/17.2.abstract
2. Palpacelli M,A . ¿Por qué da la gota? [Internet] México, 2023. Disponible en <https://centromedicoabc.com/revista-digital/por-que-da-la-gota/>
3. Frenk P. Ácido Úrico, todo sobre sus síntomas, causas y tratamiento. 2022. Disponible en <https://www.doctoranytime.mx/articulos-medicos/acido-urico>
4. Chupina SH, Farmacéutico Q. Elaboración de una guía educativa sobre Artritis Gotosa dirigida a los pacientes que acuden al Subprograma de Atención Farmacéutica de la Farmacia Universitaria de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
5. Grupo CT. Manual CTO. Psiquiatría. 8th ed.: CTO editorial. 2011.
6. Choi HK, Curhan G. Soft drinks, fructose consumption, and the risk of gout in men: prospective cohort study. *BMJ*. 2008;336(7639):309-312.
7. Mazzali M, Hughes J, Kim YG, et al. Elevated uric acid increases blood pressure in the rat by a novel crystal-independent mechanism. *Hypertension*. 2001;38(5):1101-1106.
8. Richette P, Bardin T. Gout. *Lancet*. 2010;375(9711):318-328.
9. Kaneko K, Yamanobe T. Exercise and hyperuricemia: new insights. *J Phys Fitness Sports Med*. 2015;4(4):303-310.
10. Rikli RE, Jones CJ. Desarrollo y validación de una prueba de condición física funcional para adultos mayores que viven en la comunidad. *J Aging Phys Act*. 1999;7(2):129-161.
11. Rikli RE, Jones CJ. Manual de la prueba de aptitud física para personas mayores. 2ª ed. Champaign: Human Kinetics; 2013.
12. Jia E, Zhu H, Geng H, Liu R, Wo X, Zeng Y, et al. The effects of aerobic exercise on body composition in overweight and obese patients with gout: a randomized, open-labeled, controlled trial. *Trials*. 2022;23(1):745. doi:10.1186/s13063-022-06695-x.
13. Guo Z, Li Q, Han Y, Liang Y, Li K. Aerobic exercise ameliorates metabolic syndrome and improves the quality of life in older adults with obesity: a systematic review and meta-analysis. *BMC Geriatrics*. 2019; 19:108. doi:10.1186/s12877-019-1119-2.
14. Burke BT, Köttgen A, Law A, Windham BG, Segev D, Baer AN, et al. Physical function, hyperuricemia, and gout in older adults. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2015;67(4):569-576. doi:10.1002/acr.22648.
15. Ludeña Suárez MC, Marín Ferrín RE, Anchundia Cunalata EF, Villacrés Mosquera LF, Torres Ramírez MI. Diagnóstico, tratamiento y prevención de la gota. *Correo Científico Médico*. 2020 Mar;24(1):222-52.
16. García-Nieto VM, Claverie-Martín F, Moraleda-Mesa T, Perdomo-Ramírez A, Tejera-Carreño P, Córdoba-Lanus E, Luis-Yanes MI, Ramos-Trujillo E. La gota asociada a reducción de la excreción renal de ácido úrico. Esa tubulopatía que no tratamos los nefrólogos. *nefrología*. 2022 May 1;42(3):273-9.

◆ PROPUESTA DE INTERVENCIÓN FÍSICA PARA UN ADULTO MAYOR CON HIPERURICEMIA COMO ANEXO A TRATAMIENTO FARMACOLÓGICO (CASO) - MÉXICO

17. Paniagua-Díaz N, Fernández-Torres J, Zamudio-Cuevas Y, Martínez-Flores K, Pérez-Ruiz MF, López-Macay A. La gota, una enfermedad metabólica actual: comorbilidades y nuevas terapias. *Investigación en Discapacidad*. 2024 Nov 6;10(3):211-20.
18. Tomala M, Lissette J. *Paciente de sexo femenino de 50 años de edad con gota y obesidad grado 1* (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB-FCS, 2021).
19. Suárez MC, Ferrín RE, Cunalata EF, Mosquera LF, Ramírez MI. Diagnóstico, tratamiento y prevención de la gota. *Correo Científico Médico de Holguín*. 2020;24(1).
20. Baque JM, Baque PE, García FE. Ácido Úrico y su relación con síndrome metabólico en pacientes obesos. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*. 2023 Jan 17;5(1):163-74.

PREVENCIÓN Y CONTROL DE LESIONES POR SOBRECARGA EN RODILLA EN TAEKWONDO EN LA CATEGORÍA FLY (ESTUDIOS DE CASO) - MÉXICO

PREVENTION AND CONTROL OF KNEE OVERUSE INJURIES IN TAEKWONDO IN THE FLY CATEGORY (CASE STUDIES) - MEXICO

Valeria Flores Martínez¹, Rene Moranchel-Charros², Edgar León José³

{valeria.floresma@alumno.buap.mx¹, rene.moranchel@correo.buap.mx², edgar.leonj@correo.buap.mx³}

Fecha de recepción: 21/12/2024

/ Fecha de aceptación: 03/01/2025

/ Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: El deporte de Tae Kwon Do (TKD) es un arte marcial que involucra el uso de pies y manos en técnicas de combate, lo que, aunque ofrece múltiples beneficios, también conlleva un alto riesgo de lesiones por sobrecarga, especialmente en las rodillas debido a las patadas repetitivas. Estas lesiones, que incluyen sinovitis, tendinopatías y daños en meniscos y ligamentos, son producto de la repetición prolongada de movimientos, no de accidentes traumáticos. Este estudio tiene como propósito principal desarrollar un programa de prevención y control para reducir las lesiones por sobrecarga en la rodilla de los practicantes de TKD. Se llevó a cabo una revisión descriptiva de literatura científica publicada entre 2010 y 2024 en bases como PubMed y Scopus, además de aplicar un programa de ejercicios durante cinco semanas a tres participantes de un Moodukkwon en Puebla. Los resultados mostraron que, tras la intervención, los tres sujetos experimentaron una notable mejora en la fuerza, flexibilidad y estabilidad de la rodilla, evidenciando la efectividad del programa para prevenir lesiones en este deporte.

Palabras clave: Taekwondo, lesiones, sobrecarga, prevención, rodilla, recuperación

ABSTRACT: The sport of Tae Kwon Do (TKD) is a martial art that involves the use of feet and hands in combat techniques, which, although it offers multiple benefits, also carries a high risk of overload injuries, especially in the knees due to repetitive kicks. These injuries, which include synovitis, tendinopathies and damage to menisci and ligaments, are the result of prolonged repetition of movements, not traumatic accidents. The main purpose of this study is to develop a prevention and control program to reduce knee overload injuries in TKD practitioners. A

¹Estudiante, Facultad de Cultura Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla – México, <https://orcid.org/0009-0005-2846-5023>; +522213427153.

²Facultad de Cultura Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla – México, <https://orcid.org/0000-0002-0710-5054>; +522223576163.

³Facultad de Cultura Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla – México, <https://orcid.org/0000-0001-6236-0878>; +529531004000.

descriptive review of scientific literature published between 2010 and 2024 in databases such as PubMed and Scopus was carried out, in addition to applying an exercise program for five weeks to three participants of a Moodukkwan in Puebla. The results showed that, after the intervention, the three subjects experienced a notable improvement in the strength, flexibility and stability of the knee, evidencing the effectiveness of the program to prevent injuries in this sport.

Keywords: Taekwondo, injuries, overload, prevention, knee, recovery

INTRODUCCIÓN

El Tae Kwon Do es un arte marcial que viene de Corea del Sur, la cual “Tae Kwon Do” hace referencia a el uso de los pies y manos en una técnica. Si bien sabemos, este deporte tiene muchos beneficios y con la práctica se puede evitar problemas cardiovasculares o de sobrepeso (1).

Las lesiones por sobrecarga en el TKD, aunque no lo parezcan son muy frecuentes. Estas no suelen ocurrir por algún accidente traumático o algo similar, es por la repetición constante de algún movimiento que hay durante meses o años sin dejar que esta tenga un descanso (3).

En el caso de TKD por la mecánica de las patadas, estas provocan hiperextensión prolongada y se desatan varias lesiones como son Sinovitis, Tendinopatías, Entesopatías, Condriopatías, Alteraciones en meniscos y ligamentos (4).

El objetivo de esta investigación es desarrollar un programa de prevención y control de lesiones por sobrecarga en rodilla en practicantes de taekwondo, los objetivos específicos incluyen:

- Reducir la incidencia de lesiones causadas por sobrecarga en la rodilla.
- Identificar y abordar factores de riesgo individuales para lesiones de rodilla.
- Mejorar la fuerza, flexibilidad y estabilidad de la rodilla.
- Proporcionar estrategias efectivas para el control de lesiones y la recuperación.
- Reducir el tiempo de inactividad debido a lesiones de rodilla.

Los resultados al implementar el programa, se logra una reducción significativa en la incidencia de lesiones por sobrecarga en la rodilla entre los practicantes de TKD. Además, mejoran en la fuerza, flexibilidad y estabilidad de la rodilla, lo que se traducirá en un mejor rendimiento deportivo y una menor frecuencia de lesiones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se diseñó un programa que se aplicó durante 5 semanas, del 01 de septiembre al 04 de octubre del 2024, con ejercicios de fuerza, flexibilidad y propiocepción (equilibrio y estabilidad), así como se modificaron técnicas de entrenamiento para reducir el impacto y el estrés en la articulación de

la rodilla, para que finalmente se monitoreara el proceso y ajustar el programa según sea necesario para proporcionar retroalimentación y técnicas para el control de lesión.

Primero se realizó una evaluación inicial, en donde se aplicó una evaluación física y de su condición física para identificar factores de riesgo en los deportistas de TKD.

Técnicas de evaluación

Se realizaron dos: Examen físico y detección de lesión temprana.

- Examen físico

A los tres sujetos se le realizó una exploración física, enfocada en el tren inferior, empezando por la marcha, siguiendo con rangos de movimiento en la articulación (rodilla) y terminando con ejercicios de evaluación de fuerza en la misma.

Posteriormente, se coloca a el paciente decúbito supino, se debe palpar la rodilla en donde se identifica la rótula, los cóndilos femorales, la tuberosidad tibial, la meseta tibial, la cabeza del peroné, las líneas articulares medial y lateral, el hueco poplíteo y los tendones del cuádriceps y rotuliano (5).

Uso de equipo protector (rodilleras).

Después se aplicó un protocolo de manejo de lesiones:

- Detección de lesión temprana

Para la detección de la lesión temprana, es necesario consultar en orden la Tabla 1 y Tabla 2.

Tabla 1. Localización de la sensibilidad y el dolor en dependencia de la lesión.

| Localización |
|--|
| “La localización de la sensibilidad y el dolor depende de la lesión” (6). |
| “Los ligamentos laterales desguinzados: <i>sensibilidad sobre el ligamento dañado1</i> ” (6). |
| “Lesiones de menisco medial: <i>sensibilidad en el plano articular medial (hipersensibilidad en la línea articular)</i> ” (6). |
| “Lesiones meniscales laterales: <i>sensibilidad en el plano de articular lateral</i> ” (6). |
| “Lesiones meniscales mediales y laterales: <i>el dolor se agrava por la flexión extrema o la extensión y el movimiento de la rodilla pasivo restringido (bloqueo)</i> ” (6). |
| “Las lesiones de cualquiera de los ligamentos de la rodilla o meniscos causan un derrame articular visible y palpable” (6). |

Se aplicaron estas técnicas de evaluación a los tres sujetos.

Tabla 2. Técnicas que se aplicaron para detectar lesiones (Anexo 1).

| Técnicas |
|------------------------|
| Técnica de bailoteo |
| Técnica de Apley |
| Técnica de Lachman |
| Técnica de Steinmann I |
| Técnica de McMurray |

Después, con la aplicación de un protocolo de prevención, se aplicó lo siguiente:

Calentamiento general (Movilidad articular, estiramiento, dinámico):

Movilidad articular

Tabla 3. Ejercicios de movilidad articular (7).

| No. | Ejercicios | Trabajo |
|-----|-------------|---|
| 1 | Cuello | “Derecha-Izquierda, Flexión-Extensión, Circunducción”(7). |
| 2 | Hombros | “Flexo-Extensión, Abd-aducción, Circunducción” (7). |
| 3 | Dedos/Codos | “Flexo-extensión” (7). |
| 4 | Muñeca | “Flexo-extensión, Circunducción” (7). |
| 5 | Cadera | “Flexo-extensión, Abd-aducción, Circunducción” (7). |
| 6 | Rodilla | “Flexo-extensión, Circunducción” (7). |
| 7 | Tobillos | “Flexo-extensión, Circunducción” (7). |

Estiramiento

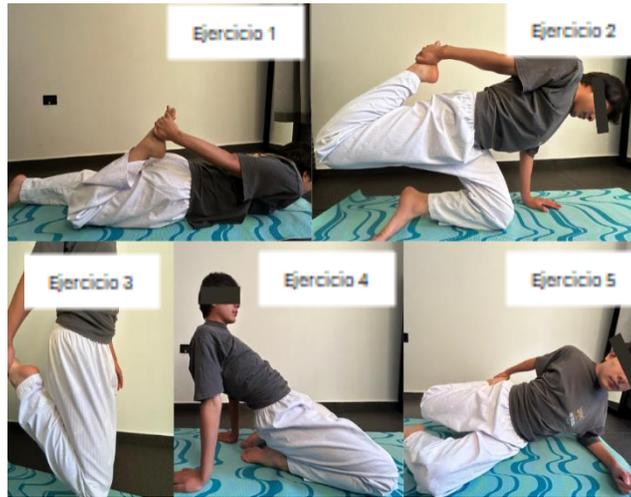


Figura 1. Ejercicios de estiramiento.

En relación con el estiramiento realizado y su descripción, es necesario consultar la Tabla 4.

Tabla 4. Descripción de los estiramientos (5 ejercicios aplicados).

Estiramientos

Ejercicio 1.

El primer movimiento se inicia tumbado boca abajo con ambas piernas extendidas. Para estirar el músculo en cuestión debemos tomar con una mano el pie del mismo lado y por la flexión de la rodilla, presionar levemente hacia abajo para relajar el cuádriceps (Figura 1).

Ejercicio 2.

El segundo ejercicio es el mismo movimiento, pero en posición de cuadrupedia, en la cual necesitamos un poco más de equilibrio. Podemos hacerlo con mano y pierna contraria. Sostenemos la posición unos segundos y cambiamos de lado (Figura 1).

Ejercicio 3.

En el tercer ejercicio vemos el popular estiramiento de cuádriceps que podemos realizar en cualquier lado, pues debemos hacerlo de pie, tomando el pie con la mano del mismo lado y flexionando las rodillas, estiramos el músculo. Si perdemos el equilibrio podemos apoyarnos con la mano contraria en una pared o semejante (Figura 1).

Ejercicio 4.

En el cuarto ejercicio tenemos una variante en la cual estiraremos los cuádriceps de ambas piernas a la vez, pues debemos arrodillarnos en el suelo o sobre una colchoneta y desde allí, en lo posible sin arquear la espalda, tiramos el tronco hacia atrás ayudándonos con los brazos, que deben permanecer extendidos mientras apoyamos las palmas de la mano. Las rodillas no deben separarse del suelo y los dedos de los pies deben dirigirse hacia atrás (Figura 1).

Ejercicio 5.

El ejercicio cinco propone una variante del primer ejercicio, pero de lado. Se coloca en el piso y de lado con ambas piernas extendidas. Para estirar el músculo en cuestión debemos tomar con una mano el pie del mismo lado y por la flexión de la rodilla, presionar levemente hacia atrás para relajar el cuádriceps (Figura 1).

Dinámico

Cardio coordinativo: Trotar con cambios de dirección y de velocidad, desplazamientos laterales con cambios de dirección y velocidad, jumping jacks (frontal y lateral), burpees.

Ejercicio de movilidad: cambio de guardia (guardia abierta o guardia cerrada), levantar rodilla alternando, patada pi chagui una y una en domi.

Descanso y recuperación

El descanso es fundamental porque permite que el cuerpo reconstruya y fortalezca los tejidos. Previene el estrés excesivo en las articulaciones y los músculos (5). El descanso depende del tipo de lesión que se tenga (lesiones leves 1-3 días, lesiones moderadas 3-7 días).

Una vez considerado lo anterior se continuo con la terapia física.

Terapia física (fortalecimiento, estiramiento, movilidad):

Para ello, se consideran las actividades provistas en el esquema de la Figura 2, y desglosadas posteriormente.

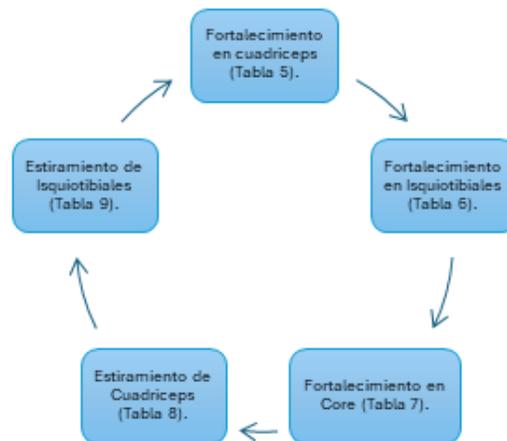


Figura 2. Actividades de fortalecimiento, estiramiento y movilidad.

Tabla 5. Fortalecimiento de cuádriceps.

| Ejercicio | | Carga |
|-----------|------------------------------|-------------|
| 1 | Extensión de pierna con liga | 6 a 8 Reps. |
| 2 | Pistol squat | 6 a 8 Reps. |
| 3 | Sentadilla | 6 a 8 Reps. |
| 4 | Sentadilla isométrica | 6 a 8 Reps. |
| 5 | Box Jump / Subida de cajon | 6 a 8 Reps. |
| 6 | Paso arriba | 6 a 8 Reps. |
| 7 | Zancada isométrica | 6 a 8 Reps. |
| 8 | Zancada | 6 a 8 Reps. |
| 9 | Sentadilla asistida | 6 a 8 Reps. |
| 10 | Sentadilla búlgara | 6 a 8 Reps. |
| 11 | Sentadilla para cuádriceps | 6 a 8 Reps. |

Reps: repeticiones.

Tabla 6. Fortalecimiento de isquiotibiale.

| Ejercicio | | Carga |
|-----------|-------------------------|-------------|
| 1 | Skipping ruso | 6 a 8 Reps. |
| 2 | Peso muerto con liga | 6 a 8 Reps. |
| 3 | Centro de gravedad bajo | 6 a 8 Reps. |
| 4 | Femoral parado con liga | 6 a 8 Reps. |

Reps: repeticiones.

Tabla 7. Fortalecimiento de Core.

| Ejercicio | | Carga |
|-----------|----------------------|-------------|
| 1 | Elevación de piernas | 6 a 8 Reps. |

◆ PREVENCIÓN Y CONTROL DE LESIONES POR SOBRECARGA EN RODILLA EN TAEKWONDO EN LA CATEGORÍA FLY

| | | |
|----|--|-------------|
| 2 | Plancha | 6 a 8 Reps. |
| 3 | Plancha abdominal | 6 a 8 Reps. |
| 4 | Puente | 6 a 8 Reps. |
| 5 | Bicicleta | 6 a 8 Reps. |
| 6 | Elevación lumbar | 6 a 8 Reps. |
| 7 | Plancha lateral con elevación de rodilla | 6 a 8 Reps. |
| 8 | Bird dog | 6 a 8 Reps. |
| 9 | Hollow | 6 a 8 Reps. |
| 10 | Plancha con rodilla cruzada | 6 a 8 Reps. |

Reps: repeticiones.

Estiramiento (cuádriceps, isquiotibiales).

Tabla 8. Estiramiento de cuádriceps.

| | Ejercicio | Carga |
|----|--|-------------|
| 1 | Elevación de piernas | 6 a 8 Reps. |
| 2 | Plancha | 6 a 8 Reps. |
| 3 | Plancha abdominal | 6 a 8 Reps. |
| 4 | Puente | 6 a 8 Reps. |
| 5 | Bicicleta | 6 a 8 Reps. |
| 6 | Elevación lumbar | 6 a 8 Reps. |
| 7 | Plancha lateral con elevación de rodilla | 6 a 8 Reps. |
| 8 | Bird dog | 6 a 8 Reps. |
| 9 | Hollow | 6 a 8 Reps. |
| 10 | Plancha con rodilla cruzada | 6 a 8 Reps. |

Reps: repeticiones.

Tabla 9. Estiramiento de isquiotibiales.

| | Ejercicio | Carga |
|---|--|-------------|
| 1 | <p>“Sentado en el suelo. Una pierna completamente estirada y la otra flexionada.</p> <p>Inclinar el tronco dirigiendo las manos hacia el pie de la pierna estirada” (7).</p> | 6 a 8 Reps. |
| 2 | <p>“Acostado boca arriba. Una pierna estirada y la otra flexionada apoyando el talón en el suelo. Elevar la pierna estirada. Llevarla a la altura de la rodilla con ambas manos y tirar de ella hacia la cara” (7).</p> | 6 a 8 Reps. |
| 3 | <p>“Acostado boca arriba. Una pierna estirada y la otra flexionada.</p> <p>Pasar una toalla por el pie de la pierna estirada y elevarla.</p> <p>Tirar de la toalla dirigiendo la pierna hacia la cara” (7).</p> | 6 a 8 Reps. |
| 4 | <p>“Sentado en el suelo. Ambas piernas estiradas. Flexionar el tronco hacia delante, dirigiendo las manos hacia los pies.</p> <p>Mantener ambas piernas estiradas” (7).</p> | 6 a 8 Reps. |
| 5 | <p>“Sentado en el suelo, con las piernas separadas y estiradas. Inclinar el tronco hacia delante sin arquear la espalda. Intentar tocar el suelo con el tronco” (7).</p> | 6 a 8 Reps. |
| 6 | <p>“De pie con el cuerpo pegado a la pared. Pasar las manos por detrás del cuello. Flexionar el tronco hacia el suelo, manteniendo la espalda recta” (7).</p> | 6 a 8 Reps. |
| 7 | <p>“De pie con los pies juntos y las piernas estiradas. Flexionar el tronco hacia delante y tocar los dedos de los pies con las manos, manteniendo las piernas estiradas. Flexionar ambas rodillas y flexionar más el tronco” (7).</p> | 6 a 8 Reps. |

Reps: repeticiones.

Se hace solo mención de medicamentos para dolor e inflamación, pero siempre y cuando sean autorizados por un médico y algunos agentes físicos.

Reentrenamiento gradual

Posteriormente se ejecutaron ejercicios de prevención provistas en el esquema de la Figura 3, y desglosadas posteriormente.

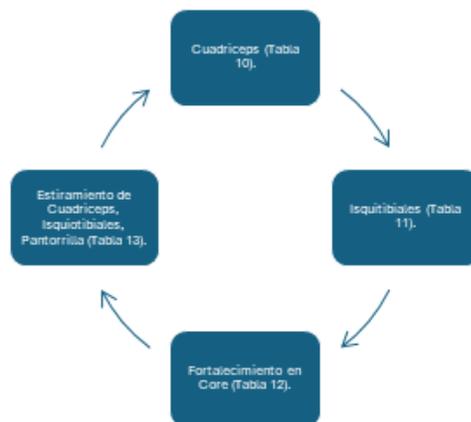


Figura 3. Ejercicios de prevención.

Tabla 10. Cuádriceps: sentadillas, extensiones de pierna.

| | Ejercicio | Carga |
|---|---|---------------|
| 1 | Sentadillas | 10 a 12 Reps. |
| 2 | Subida de escalones estiramiento de cuádriceps de pie | 10 a 12 Reps. |
| 3 | Press de pierna 45° | 10 a 12 Reps. |
| 4 | Zancadas | 10 a 12 Reps. |
| 5 | Steps | 10 a 12 Reps. |
| 6 | Elevación de talones | 10 a 12 Reps. |
| 7 | Prensa en maquina | 10 a 12 Reps. |
| 8 | Extensión de cuádriceps en maquina | 10 a 12 Reps. |

Reps: repeticiones.

Tabla 11. Isquiotibiales: flexiones de pierna, ejercicios de hamstrings.

| | Ejercicio | Carga |
|---|----------------------------------|---------------|
| 1 | Sentadillas | 10 a 12 Reps. |
| 2 | Curl femoral sentado | 10 a 12 Reps. |
| 3 | Flexión de pierna decúbito prono | 10 a 12 Reps. |

◆ PREVENCIÓN Y CONTROL DE LESIONES POR SOBRECARGA EN RODILLA EN TAEKWONDO EN LA CATEGORÍA FLY

| | | |
|---|---|---------------|
| 4 | Extensión de cadera en bipedestación con rodilla estirada | 10 a 12 Reps. |
| 5 | Curl de femoral con banda elástica | 10 a 12 Reps. |
| 6 | Zancadas estáticas hacia atrás | 10 a 12 Reps. |
| 7 | Sentadilla sumo | 10 a 12 Reps. |

Reps: repeticiones.

Tabla 12. Fortalecimiento del Core: planchas, ejercicios de estabilidad.

| | Ejercicio | Carga |
|---|---|---------------|
| 1 | Crunches Acuéstate boca arriba, flexiona las rodillas, coloca las manos detrás de la cabeza, levanta ligeramente los hombros y vuelve a bajar. | 10 a 12 Reps. |
| 2 | Superman Ponte en cuadrupedia, estira el brazo derecho hacia delante y la pierna izquierda hacia atrás, manteniendo la cadera recta. | 10 a 12 Reps. |
| 3 | Plancha en movimiento Comienza en posición de plancha alta, reemplaza la mano derecha por el codo derecho, luego la mano izquierda por el codo izquierdo hasta que estés en posición de plancha apoyado en los antebrazos | 10 a 12 Reps. |
| 4 | Equilibrio sobre una pierna. | 30 Seg. |
| 5 | Plancha con brazo y pierna levantados Ponte en plancha con los codos debajo de los hombros y levanta un brazo del suelo. | 30 Seg. |
| 6 | Patinador Imitar el movimiento de los patinadores, llevando el peso del cuerpo de una pierna a otra. | 30 Seg. |

Reps: repeticiones; Seg: segundos.

Tabla 13. Estiramiento: cuádriceps, isquiotibiales, pantorrillas.

| | Ejercicio | Carga |
|----|---|------------|
| 1 | Elevación de piernas | 6 a 8 Reps |
| 2 | Plancha | 6 a 8 Reps |
| 3 | Plancha abdominal | 6 a 8 Reps |
| 4 | Puente | 6 a 8 Reps |
| 5 | Bicicleta | 6 a 8 Reps |
| 6 | Elevación lumbar | 6 a 8 Reps |
| 7 | Plancha lateral con elevación de rodilla | 6 a 8 Reps |
| 8 | Bird dog | 6 a 8 Reps |
| 9 | Hollow | 6 a 8 Reps |
| 10 | Plancha con rodilla cruzada | |
| 11 | “Sentado en el suelo. Una pierna completamente estirada y la otra flexionada. Inclinar el tronco dirigiendo las manos hacia el pie de la pierna estirada” (8). | 6 a 8 Reps |
| 12 | “Acostado boca arriba. Una pierna estirada y la otra flexionada apoyando el talón en el suelo. Elevar la pierna estirada. Llevarla a la altura de la rodilla con ambas manos y tirar de ella hacia la cara” (8) | 6 a 8 Reps |
| 13 | “Acostado boca arriba. Una pierna estirada y la otra flexionada. Pasar una toalla por el pie de la pierna estirada y elevarla. Tirar de la toalla dirigiendo la pierna hacia la cara” (8). | 6 a 8 Reps |
| 14 | “Sentado en el suelo. Ambas piernas estiradas. Flexionar el tronco hacia delante, dirigiendo las manos hacia los pies. Mantener ambas piernas estiradas (8)” | 6 a 8 Reps |
| 15 | “Sentado en el suelo, con las piernas separadas y estiradas. Inclinar el tronco hacia delante sin arquear la espalda. Intentar tocar el suelo con el tronco” (8). | 6 a 8 Reps |
| 16 | “De pie con el cuerpo pegado a la pared. Pasar las manos por detrás del cuello. Flexionar el tronco hacia el suelo, manteniendo la espalda recta” (8). | 6 a 8 Reps |
| 17 | “De pie con los pies juntos y las piernas estiradas. Flexionar el tronco hacia delante y tocar los dedos de los pies con las manos, manteniendo las piernas estiradas. Flexionar ambas rodillas y flexionar más el tronco” (8). | 6 a 8 Reps |

Reps: repeticiones.

Por último, un protocolo de manejo de lesiones por severidad en donde sugiere lo siguiente:

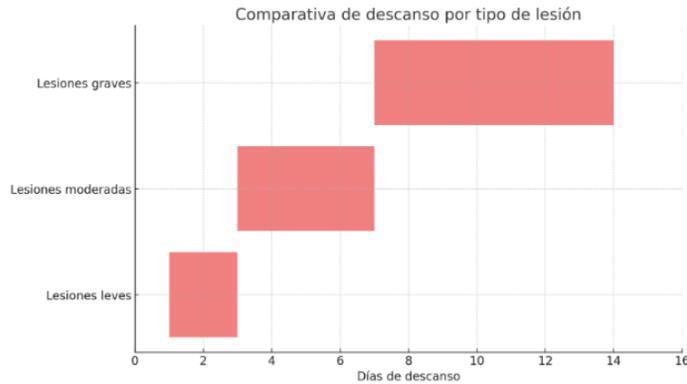


Gráfico 1. Comparativa de descanso según la lesión.

Lesiones leves: descanso 1-3 días, terapia física.

Lesiones moderadas: descanso 3-7 días, terapia física, medicamentos.

Lesiones graves: descanso prolongado, terapia física intensiva, posible cirugía.

RESULTADOS

Encontramos que los tres Taekwondoines en la categoría fly tienen una mayor predisposición a lesiones por sobrecarga en la rodilla, debido a la explosividad y repetitivos movimientos de patada y cambios de dirección constante.

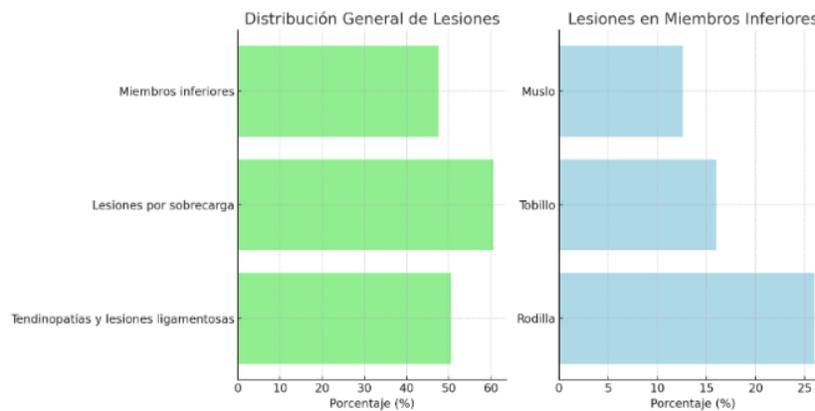


Gráfico 2. Distribución por tipo de lesiones y los miembros inferiores mayormente afectados.

Por otro lado, los taekwondoines con los que se realizó este protocolo estuvieron haciendo estos ejercicios los lunes, miércoles y viernes en el horario de clase en el gimnasio Moo Duk Kwan de San Baltazar Campeche, Puebla, durante 5 semanas, en donde en la semana 4 se empezaron a ver cambios al entrenar, como se muestra a continuación.

Primera Semana

Nota 1:

La primera semana se adaptó algunos ejercicios y se bajó la intensidad en el sujeto 1.

Resultados Tk1: Se le complicó realizar algunos ejercicios, por lo tanto, se tuvo que modificar el manual para su realización. Los resultados de la primera semana para este sujeto no fueron favorables.

Resultados Taekwondoin (Tk2): Realizó los ejercicios sin ningún problema, aunque había dolor en la rodilla izquierda al ejecutar los ejercicios como sentadillas y zancadas. Los resultados de la primera semana fueron favorables.

Resultados Taekwondoin (Tk3): Realizó los ejercicios sin ningún problema, no hubo dificultad y tampoco alguna molestia. Los resultados de la primera semana fueron favorables.

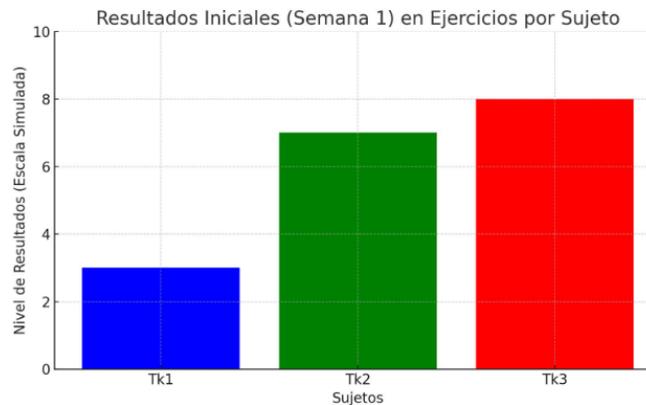


Gráfico 3. Comparación de las condiciones iniciales de cada Taekwondoin y resaltar sus necesidades específicas.

Mientras Tk1 requiere ajustes significativos, Tk2 podría beneficiarse de intervenciones para aliviar el dolor en ejercicios específicos, y Tk3 demuestra una buena adaptación desde el inicio.

Segunda Semana.

Nota 2:

La segunda semana se adaptó un ejercicio por que el sujeto 1 no podía realizar el ejercicio, todavía hubo cambios en el programa

Resultados Tk1: Logro hacer mejor los ejercicios, sin embargo, hubo periodos en los que los ejercicios de sentadilla aún se le complicaba realizarla correctamente y no terminaba de hacer las repeticiones. Los resultados a comparación de los de la semana 1 fueron mejorando.

Resultados Tk2: Realizo los ejercicios perfectamente, pero la sentadilla y zancada le costo realizarla, pero no tanto como en la primera semana. Los resultados a comparación con la semana 1 hubo un avance.

Resultados Tk3: Realizo los ejercicios sin ningún problema, no hubo dificultad y tampoco alguna molestia. Los resultados siguen siendo favorables.

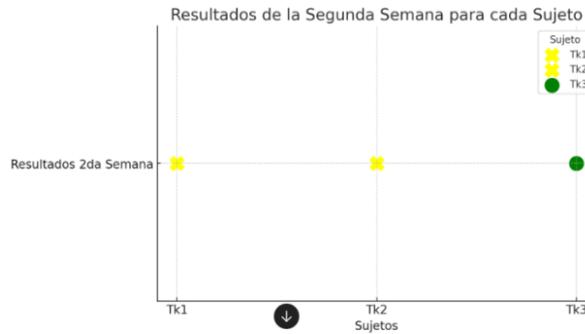


Gráfico 4. Mejora y avance.

Nota: Los puntos amarillos representan una "Mejora" o "Avance" en comparación con la primera semana, mientras que el punto verde indica un resultado "Favorable" sin cambios. Los marcadores "X" señalan que hubo alguna dificultad en los ejercicios, y "O" que no hay avances.

Tercera Semana.

La tercera Semana empezó con un pequeño cambio el sujeto 1.

Resultados Tk1: Empezó hacer los ejercicios mejor, ya no le costaba trabajo en comparación con la semana 1 y 2, empezó a terminar todas las repeticiones sin tanta dificultad, la sentadilla que era la que le costaba en la semana 2 la empezó hacer mucho mejor y no presento molestia en la rodilla.

Resultados Tk2: Realizo los ejercicios perfectamente, en la sentadilla y zancada ya no le costó trabajo, pero si hubo que mejorar y corregir la técnica. Los resultados a comparación con la semana 1 y 2 fue significativa.

Resultados Tk3: Realizo los ejercicios sin ningún problema, no hubo dificultad y tampoco alguna molestia, pero si corregimos la técnica de la zancada. Los resultados siguen siendo favorables.

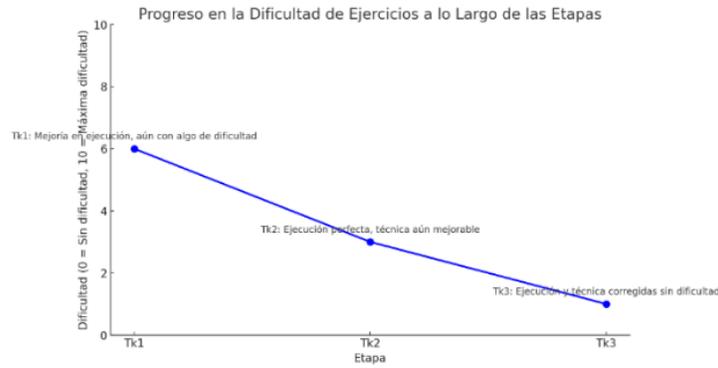


Gráfico 5. El progreso en la realización de ejercicios físicos a lo largo de tres etapas (Tk1, Tk2 y Tk3). La línea representa la dificultad que el participante experimentó en cada etapa, con una escala donde 0 es "sin dificultad" y 10 es "máxima dificultad".

Cuarta Semana.

Resultados Tk1: En esta semana 4, los resultados cambiaron, ya que empezó a notar un cambio, ya que los ejercicios le salían mucho mejor en comparación con las primeras semanas, sin embargo, en algunos ejercicios tuvimos que seguir corrigiendo la técnica. Menciona el sujeto que los ejercicios le ayudan a sentir más estable la rodilla, a la hora de entrenar ya no le duele como le dolía antes de empezar con este estudio. Los resultados de esta semana fueron bastante favorables.

Resultados Tk2: Realizo los ejercicios perfectamente, en la sentadilla y zancada hubo problema, mejoro su técnica. Los resultados a comparación con las tres semanas anteriores fueron significativos.

Resultados Tk3: Realizo los ejercicios sin ningún problema, no hubo dificultad y tampoco alguna molestia, mejoro la técnica de zancada. Los resultados siguen progresando.

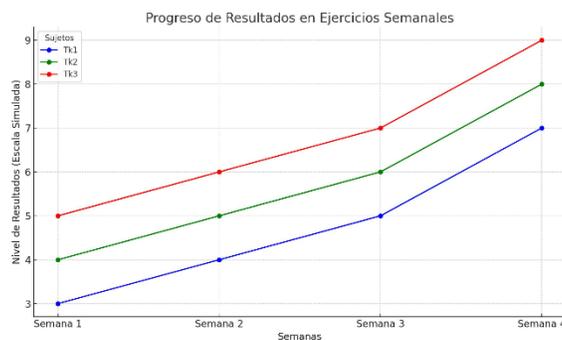


Gráfico 6. Progreso semanal de los tres sujetos (Tk1, Tk2 y Tk3) evaluados durante cuatro semanas. En el eje horizontal se representan las semanas de intervención y el eje vertical muestra una escala de resultados que mide el desempeño y la técnica de cada sujeto en los ejercicios evaluados.

Quita Semana.

Resultados Tk1: Hubo bastantes cambios, empezando porque ya al realizar los ejercicios los hacia bien y con la técnica correcta, ya no le costaba trabajo como en la semana 1, su progreso fue mejorando hasta esta semana 5, aunque para seguir viendo más avances y cómo evoluciona el sujeto se sugiere seguir con la aplicación de estos ejercicios. Los resultados fueron bastante significativos.

Resultados Tk2: Realizo los ejercicios perfectamente, al igual que las anteriores semanas, su técnica siguió mejorando. Los resultados a comparación con las semanas anteriores fueron significativos.

Resultados Tk3: En cuanto a el sujeto 3, su técnica en cada ejercicio y su progresión durante estas 4 semanas fueron significativas, también la técnica de pateo y la realización de los ejercicios al entrenar le favoreció bastante.

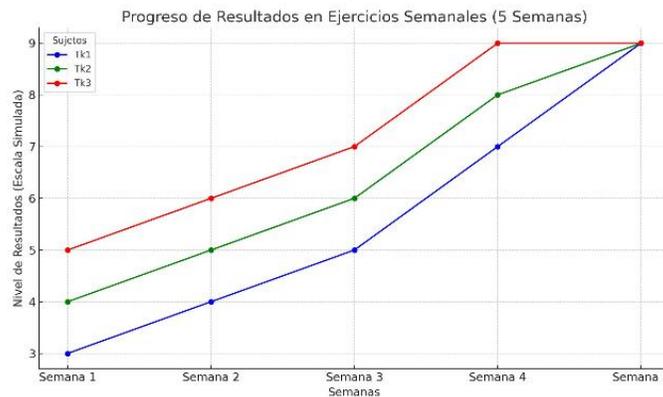


Gráfico 7. Muestra el avance de la semana 5 de cada taekwondoin. Tk1 evidencia un avance sustancial en la semana 5, logrando una técnica correcta sin dificultades; Tk2 mantiene una mejora constante en precisión, mientras que Tk3 también progresa de manera estable, especialmente en la técnica de pateo. Los resultados sugieren que la intervención contribuye efectivamente al desarrollo técnico y la estabilidad de la rodilla en cada sujeto.

Como podemos observar a medida que avanza el programa, se observa un incremento constante en los niveles de desempeño de los tres sujetos, con el Tk3 manteniéndose en la posición más alta, seguido por Tk2 y luego Tk1.

En la última semana (Semana 5), los tres sujetos alcanzan niveles de desempeño similares, cercanos al valor máximo de la escala simulada, lo que sugiere que el programa de entrenamiento funciona y ayudo a mejorar su técnica en los ejercicios.

DISCUSIÓN

| AUTOR | ENFOQUE SOBRE LA TÉCNICA DE APLEY | BIBLIOGRAFÍA |
|--------------------|--|---|
| Louis Solomon | En "Apley's System of Orthopaedics and Fractures", Solomon y coautores revisan la técnica de Apley enfocándose en su uso para el diagnóstico de lesiones de meniscos en la rodilla, explicando tanto la técnica de distracción como la de compresión. | Solomon, L., Warwick, D., & Nayagam, S. (2018). Apley's System of Orthopaedics and Fractures (10th ed.). Hodder Arnold (10) |
| John Insall | Insall, en su obra sobre cirugía de la rodilla, examina la técnica de Apley como parte de la evaluación física integral de la articulación de la rodilla. La considera importante para diferenciar lesiones de meniscos de otras patologías ligamentarias. | Insall, J., & Scott, W. N. (2011). Surgery of the Knee (5th ed.). Elsevier. (11) |
| Stanley Hoppenfeld | Hoppenfeld incluye la técnica de Apley dentro de las pruebas clínicas para diagnóstico ortopédico, destacando su utilidad en la valoración de lesiones en la rodilla y describiendo el procedimiento en detalle con ilustraciones. | Hoppenfeld, S., & Hutton, R. (2013). Physical Examination of the Spine and Extremities. Prentice Hall. |

La técnica de Apley, es una técnica para evaluar lesiones meniscales y patologías en la rodilla. Para profundizar en su aplicación de esta técnica, se realizó un análisis comparativo de tres autores: Louis Solomon, John Insall y Stanley Hoppenfeld. Cada uno aporta un enfoque distinto en la técnica de Apley, destacando sus especificidades y su aplicación.

Louis Solomon, en "Apley's System of Orthopaedics and Fractures", proporciona una descripción exhaustiva de la técnica. Al abordar tanto la distracción como la compresión de Apley, Solomon y sus coautores enfatizan su valor en el diagnóstico diferencial de lesiones meniscales, que es fundamental para la práctica clínica. Su enfoque sistemático busca orientar para identificar lesiones específicas del menisco, separándolas de otras posibles lesiones ligamentosas, lo cual resulta crítico para el diagnóstico preciso y el manejo adecuado del paciente.

Por otro lado, Insall aborda la técnica de Apley desde la perspectiva quirúrgica "Surgery of the Knee". En donde presenta la técnica de Apley como parte de una evaluación física amplia de la rodilla, siendo esta fundamental para diferenciar entre patologías meniscales y lesiones ligamentarias. Insall resalta la importancia de esta técnica en la fase preoperatoria y en la toma de decisiones quirúrgicas, específicamente en pacientes que requieren una intervención de rodilla. Su enfoque se centra en cómo esta maniobra se puede guiar de las decisiones terapéuticas, especialmente en contextos quirúrgicos.

Por último, Stanley Hoppenfeld, en su libro “Physical Examination of the Spine and Extremities”, utiliza un enfoque visual y detallado de la técnica de Apley, complementado con ilustraciones que facilitan su comprensión y aplicación. Su metodología es práctica y orientada a la enseñanza, lo cual resulta ideal para estudiantes y profesionales en formación. Hoppenfeld destaca el valor de la técnica de Apley como parte de una batería de pruebas para el diagnóstico ortopédico y sugiere que, combinada con otras evaluaciones, permite una valoración integral de las lesiones en la rodilla.

En conjunto, el análisis de estos tres autores refleja la versatilidad de la técnica de Apley en diferentes contextos clínicos.

Mientras que Solomon proporciona una base estructural de la técnica en el diagnóstico de lesiones meniscales, Insall profundiza en su aplicación quirúrgica, y Hoppenfeld ofrece una guía práctica para el diagnóstico clínico en general. Esta variedad de enfoques destaca la relevancia de la técnica de Apley y su adaptación a diferentes áreas dentro de la ortopedia y la traumatología. La integración de estos enfoques podría aportar a una comprensión más completa de la técnica y a su aplicación precisa en la práctica clínica.

La técnica de Lachman es una evaluación de lesiones del ligamento cruzado anterior (LCA) de la rodilla debido a su alta sensibilidad y especificidad. Para profundizar en su aplicación, se analizan las perspectivas de dos autores: Freddie H. Fu y Stanley Hoppenfeld, quienes destacan aspectos complejos de la técnica.

Freddie H. Fu, en “ACL Reconstruction: State of the Art”, analiza la técnica de Lachman desde un enfoque quirúrgico. Para Fu, esta técnica es esencial en el diagnóstico de lesiones del LCA debido a su alta sensibilidad en comparación con otras pruebas, como el cajón anterior. En el contexto de la cirugía del LCA, Fu resalta cómo la técnica de Lachman puede facilitar la identificación de inestabilidad en la rodilla, lo que es crucial en la planificación y evaluación postoperatoria. Además, considera que su precisión ayuda a guiar las decisiones terapéuticas, lo que es particularmente relevante en pacientes con indicación quirúrgica.

Por otro lado, Hoppenfeld presenta la técnica de Lachman desde un enfoque práctico en su libro “Physical Examination of the Spine and Extremities”. En donde su descripción se enfoca en la metodología de la prueba, que detalla la colocación precisa de las manos y la posición de la pierna para mejorar la efectividad de la técnica. Hoppenfeld utiliza ilustraciones para explicar cada paso, lo cual es más fácil para estudiantes y médicos en formación. El enfoque facilita la comprensión de los aspectos técnicos, promoviendo una aplicación adecuada y precisa.

La comparación entre ambos autores resalta la técnica de Lachman en distintos contextos clínicos. Mientras que Fu se enfoca en su papel dentro de la cirugía y el diagnóstico avanzado de lesiones del LCA, Hoppenfeld enfatiza su correcta ejecución en el examen físico.

CONCLUSIONES

La implementación de un programa preventivo enfocado en el fortalecimiento, flexibilidad y estabilidad de la rodilla en practicantes de taekwondo de la categoría fly, ha mostrado resultados prometedores en la reducción de lesiones por sobrecarga en esta articulación.

A lo largo de cinco semanas, los participantes experimentaron una mejora en la ejecución técnica y una disminución del dolor y la inestabilidad, lo que sugiere que este enfoque es efectivo para reducir los efectos de los movimientos repetitivos propios del taekwondo.

En las primeras semanas, Tk1 mostró dificultades en el 30% de los ejercicios, mientras que Tk2 y Tk3 alcanzaron un desempeño favorable en más del 70% desde el inicio.

Sin embargo, en la semana 5, los tres sujetos presentaron niveles de desempeño similares, logrando un 90% de efectividad en la ejecución de ejercicios, según las evaluaciones semanales.

A lo largo del programa, las evaluaciones reflejaron una disminución en el nivel de dificultad percibida (de una escala inicial de 8/10 a 2/10 en promedio) en ejercicios clave como sentadillas y patadas.

Estos resultados resaltan la importancia de incorporar estrategias preventivas en la preparación deportiva, y no solo para optimizar el rendimiento, sino también para prevenir períodos prolongados de inactividad debido a lesiones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Taekwondo. Juegos Olímpicos.com. [citado el 05 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://olympics.com/es/deportes/taekwondo/>
2. Kullak OP. Tendinopatías en deportistas. Medigraphic.com. [citado el 06 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/orthotips/ot-2009/ot091c.pdf>
3. Pilarski E. Lesiones en el Alto Rendimiento. Prevención y el Regreso a los TATAMIS. Mundo Taekwondo. 2022 [citado el 6 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://mundotaekwondo.com/lesiones-en-el-alto-rendimiento-prevencion-y-el-regreso-a-los-tatamis/>
4. Manejo y prevención de lesiones deportivas en el Taekwondo. Issuu. 2022 [citado el 6 de septiembre de 2024]. Disponible en: https://issuu.com/mireyaavila/docs/manejo_y_prevencci_n_de_lesiones_deportivas_en_el_t
5. Lesiones deportivas frecuentes. Acta Pediatr Costarric [Internet]. 2003 [citado el 10 de noviembre de 2024];17(2):65–80. Disponible en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00902003000200006
6. Manuales, M. S. D. (2017, enero 20). *Cómo examinar la rodilla*.
7. Manuales, M. S. D. (2017b, enero 22). *Cómo aplicar un inmovilizador de rodilla*.

8. Garcia, N. M. (2017, enero 2). *Calentamiento general y específico en Taekwondo*. Mas Que Taekwondo. <https://masquetaekwondo.com/calentamiento-general-y-especifico-en-taekwondo/>
9. *Ejercicios de estiramientos isquiotibiales*. (2001, junio 1). eFisioterapia. <https://www.efisioterapia.net/articulos/ejercicios-estiramientos-isquiotibiales>
10. Care SA. *Apley's and Solomon's System of Orthopaedics and Trauma* 10th edition. Disponible en: <https://archive.org/details/45999130054703972879/page/n35/mode/2up>
11. Insall & Scott surgery of the knee. 5th ed. Elsevier; 2011. [ipublishcentral.com](http://publishcentral.com). Disponible en: https://wdn3.ipublishcentral.com/elsevier_apac/viewinsidehtml/60503818407684
12. Manuales MSD. *Cómo aplicar un inmovilizador de rodilla*. 2017.
13. Benjaminse A, Gokeler A, van der Schans CP. Clinical diagnosis of an anterior cruciate ligament rupture: a meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther* 2006;36(5):267–88. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2519/jospt.2006.2011>
14. Nih.gov. [citado el 10 de octubre]. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2899202>

INCLUSIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA GESTIÓN DE RIESGOS EN LOS PROCESOS CONTABLES UNACH 2023

INCLUSION OF NEW TECHNOLOGIES IN RISK MANAGEMENT IN UNACH'S ACCOUNTING PROCESSES 2023

Montenegro Bosquez Rosalía del Consuelo¹, Reinoso Goyes Verónica Margarita²

{rosalia.montenegro@unach.edu.ec¹, veronica.reinoso@unach.edu.ec²}

Fecha de recepción: 10/12/2024

/ Fecha de aceptación: 04/01/2025

/ Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: El presente estudio analiza la inclusión de nuevas tecnologías en la gestión de riesgos contables de la Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH) durante el año 2023. Mediante un enfoque metodológico mixto, se evaluaron la capacidad presupuestaria, los riesgos operacionales y los beneficios de las tecnologías emergentes, tales como la automatización robótica y el análisis predictivo. Los resultados revelan que la UNACH posee una base financiera sólida que permite financiar proyectos tecnológicos sin comprometer su operación, evidenciando un flujo de efectivo positivo y un superávit corriente que proporcionan estabilidad para futuras inversiones. Además, se identificaron riesgos asociados a procesos manuales, como duplicidad de registros y errores en conciliaciones, lo que subraya la necesidad de optimizar los controles internos mediante herramientas digitales avanzadas. Se destaca que la automatización robótica de procesos (RPA) y el análisis predictivo no solo mitigan riesgos, sino que también mejoran la eficiencia operativa

¹Universidad Nacional del Chimborazo, Dirección de Posgrado, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0004-4774-5090>, 0968833885.

²Universidad Nacional del Chimborazo, Dirección de Posgrado, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0004-6606-4231>, 0998454761.

al reducir tiempos, aumentar la precisión en la detección de anomalías y fortalecer la toma de decisiones basada en datos. Sin embargo, el estudio también identifica limitaciones como la resistencia organizacional al cambio y la necesidad de capacitación continua, lo cual requiere estrategias complementarias para la adopción efectiva de estas tecnologías. Los hallazgos validan la importancia de implementar herramientas digitales como blockchain para garantizar la seguridad y trazabilidad de la información financiera, al tiempo que se promueve una cultura organizacional adaptativa que facilite la innovación. En conclusión, este trabajo demuestra que la inclusión de tecnologías emergentes representa una oportunidad estratégica para optimizar la eficiencia operativa, fortalecer la transparencia y mitigar riesgos financieros en instituciones académicas, sentando las bases para modelos sostenibles y resilientes frente a desafíos contables modernos.

Palabras clave: *Gestión de riesgos, tecnologías emergentes, automatización robótica, análisis predictivo, contabilidad, eficiencia operativa*

ABSTRACT: This study analyzes the inclusion of new technologies in the accounting risk management of the National University of Chimborazo (UNACH) during the year 2023. Using a mixed methodological approach, the budgetary capacity, operational risks and benefits of emerging technologies, such as robotic automation and predictive analytics, were evaluated. The results reveal that UNACH has a solid financial base that allows financing technological projects without compromising its operation, evidencing a positive cash flow and a current surplus that provide stability for future investments. In addition, risks associated with manual processes were identified, such as duplicity of records and errors in reconciliations, which underscores the need to optimize internal controls through advanced digital tools. Robotic process automation (RPA) and predictive analytics not only mitigate risks, but also improve operational efficiency by reducing time, increasing accuracy

in anomaly detection and strengthening data-driven decision making. However, the study also identifies limitations such as organizational resistance to change and the need for continuous training, which requires complementary strategies for the effective adoption of these technologies. The findings validate the importance of implementing digital tools such as blockchain to ensure the security and traceability of financial information, while promoting an adaptive organizational culture that facilitates innovation. In conclusion, this work demonstrates that the inclusion of emerging technologies represents a strategic opportunity to optimize operational efficiency, strengthen transparency and mitigate financial risks in academic institutions, laying the foundation for sustainable and resilient models in the face of modern accounting challenges.

Keywords: *Risk management, emerging technologies, robotic automation, predictive analytics, accounting, operational efficiency*

INTRODUCCIÓN

La evolución tecnológica ha transformado significativamente el entorno empresarial, especialmente en el ámbito contable, donde la gestión de riesgos desempeña un papel crucial para la sostenibilidad organizacional. En este contexto, la integración de nuevas tecnologías en los procesos contables se ha convertido en una estrategia indispensable para mejorar la eficiencia, transparencia y seguridad financiera de las instituciones (1).

Sin embargo, el proceso de adopción tecnológica presenta retos, como la resistencia al cambio, la necesidad de capacitación continua y la adaptación a marcos regulatorios dinámicos (2).

En el caso de la Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), la gestión contable requiere modernizarse para abordar los desafíos emergentes derivados de las complejidades financieras y los riesgos asociados.

El presente estudio analiza cómo la incorporación de nuevas tecnologías puede optimizar la gestión de riesgos en los procesos contables de la institución, proporcionando una base para futuras implementaciones en el sector académico y público (3).

Se parte de la premisa de que la tecnología contable moderna permite reducir errores humanos, mejorar la trazabilidad de las transacciones y facilitar auditorías internas y externas (4). Asimismo, se espera que estas innovaciones promuevan una cultura organizacional basada en la transparencia y la mejora continua.

El objetivo general de esta investigación es analizar la inclusión de nuevas tecnologías en la gestión de riesgos contables en la UNACH. Los objetivos específicos incluyen identificar antecedentes teóricos relevantes, explorar las tecnologías aplicadas a nivel institucional y evaluar las ventajas y limitaciones que surgen de su implementación.

Este estudio adopta un enfoque metodológico mixto, combinando datos cualitativos y cuantitativos mediante entrevistas, cuestionarios y revisión documental (5). La población de estudio está compuesta por los procesos contables de la UNACH durante el año 2023, lo que permitirá evaluar el impacto directo de las tecnologías implementadas en dicho periodo.

El presente capítulo se estructura en tres secciones. Primero, se expone el contexto teórico de la gestión de riesgos contables. Luego, se revisan las tecnologías emergentes aplicadas en la contabilidad. Finalmente, se describen las preguntas de investigación que guiarán este estudio.

- **Contexto teórico de la gestión de riesgos contables**

Dentro del contexto teórico podemos mencionar:

Definición y principios de la gestión de riesgos

La gestión de riesgos contables se basa en identificar, evaluar y mitigar los riesgos financieros que pueden comprometer la estabilidad y el cumplimiento normativo de una organización. Este proceso incluye análisis de vulnerabilidades, evaluación de controles y estrategias de mitigación (6). Según la normativa internacional ISO 31000, el manejo del riesgo debe ser sistemático, estructurado y basado en la mejor información disponible (7).

Modelos de gestión de riesgos en contabilidad

Los modelos más utilizados en la gestión de riesgos contables incluyen COSO ERM (Enterprise Risk Management) y COBIT (Control Objectives for Information and Related Technologies), los cuales proporcionan marcos para gestionar y auditar procesos financieros (8). Estas metodologías permiten identificar riesgos operacionales y tecnológicos, facilitando la creación de estrategias preventivas.

Importancia de la auditoría en la gestión de riesgos

La auditoría interna desempeña un papel fundamental al evaluar los controles existentes y detectar debilidades en los sistemas de información contable.

Las auditorías basadas en riesgos (RBA) son actualmente la metodología preferida debido a su capacidad para enfocarse en áreas vulnerables y proponer mejoras concretas (9).

- **Tecnologías emergentes aplicadas en la contabilidad**

En las tecnologías emergentes se detalla:

Automatización Robótica de Procesos (RPA)

La RPA permite automatizar tareas repetitivas en procesos contables, como la conciliación de cuentas y la generación de informes, mejorando la eficiencia operativa y reduciendo errores humanos (10).

Blockchain y seguridad de datos

El blockchain garantiza la inmutabilidad de los registros contables, incrementando la seguridad y la confianza en la información financiera. Esta tecnología también facilita auditorías al proporcionar registros digitales inalterables (11).

Inteligencia artificial y análisis predictivo

La inteligencia artificial permite la identificación temprana de patrones sospechosos en transacciones financieras, contribuyendo a la prevención del fraude y la mejora en la toma de decisiones estratégicas (12).

Este estudio se guiará por las siguientes preguntas: ¿En qué medida contribuye la inclusión de nuevas tecnologías en los procesos contables de la UNACH-2023 a una gestión efectiva de los riesgos financieros y contables?, ¿cuáles son los principales beneficios identificados en la aplicación de estas tecnologías?, y ¿qué desafíos y limitaciones se presentan en la implementación de tecnologías innovadoras en la gestión de riesgos contables?

MATERIALES Y MÉTODOS

En el desarrollo de esta investigación, se adoptó un enfoque metodológico mixto, integrando métodos cualitativos y cuantitativos para abordar de manera integral el análisis de la inclusión de nuevas tecnologías en la gestión de riesgos contables en la Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH) durante el año 2023.

Este enfoque permitió explorar tanto los impactos como las oportunidades y limitaciones asociadas con la implementación de herramientas tecnológicas en los procesos contables.

El diseño del estudio es de tipo descriptivo y exploratorio, ya que busca caracterizar las tecnologías aplicadas, identificar patrones y evaluar su contribución a la mejora en la eficiencia y precisión en la gestión de riesgos financieros y contables.

Además, el estudio se desarrolló bajo un enfoque transversal, centrado en un periodo específico que abarca el año 2023, lo que permite ofrecer un análisis puntual y representativo de las dinámicas contables observadas durante este tiempo.

La recolección de datos se estructuró a partir de la aplicación de entrevistas semiestructuradas dirigidas a los responsables de la gestión contable, cuestionarios diseñados para captar percepciones y experiencias del personal involucrado, y una revisión documental exhaustiva de informes financieros, registros contables y manuales de procedimientos.

La selección de estas técnicas busca garantizar la obtención de información precisa y contextualizada, facilitando la triangulación de datos para aumentar la validez y confiabilidad del análisis. La revisión documental, en particular, permitió examinar fuentes primarias y secundarias relacionadas con la implementación de tecnologías innovadoras, analizando

normativas vigentes, reportes institucionales y estudios previos sobre sistemas contables automatizados.

La población objetivo del estudio estuvo conformada por los procesos contables desarrollados en la UNACH durante el año 2023. Para asegurar la representatividad del análisis, se seleccionó una muestra focalizada en los registros financieros legalizados y los procedimientos clave asociados a la gestión contable.

Esta selección fue diseñada para evaluar en profundidad la adopción de tecnologías en función de su capacidad para optimizar los procesos de control, minimizar errores y fortalecer la gestión de riesgos contables y financieros. Además, se prestó especial atención a la identificación de los desafíos y limitaciones enfrentados durante la implementación, con el fin de proponer estrategias de mejora basadas en los hallazgos obtenidos.

El análisis de datos incluyó la organización sistemática de la información recolectada, destacando patrones relevantes y estableciendo relaciones entre las variables investigadas. Este proceso permitió generar conclusiones fundamentadas sobre los beneficios y limitaciones de la adopción tecnológica en los procesos contables, contribuyendo así a la formulación de recomendaciones prácticas para optimizar la gestión de riesgos en futuras implementaciones.

Finalmente, este enfoque metodológico proporciona un marco estructurado y sólido para abordar el fenómeno estudiado, asegurando la coherencia entre los objetivos planteados y las técnicas empleadas para la recolección, análisis e interpretación de datos.

RESULTADOS

Se presentan los hallazgos obtenidos a partir del análisis financiero de los procesos contables de la Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH) durante el año 2023. Los resultados han sido organizados para responder a los objetivos específicos del estudio, evaluando tanto la estructura financiera como la capacidad presupuestaria y operativa de la institución.

Tabla 1. Balance general.

| Categoría | Valor (\$) |
|-----------------------|---------------|
| Activo Total | 96,834,770.06 |
| Activos Corrientes | 21,782,529.22 |
| Activos No Corrientes | 75,052,240.84 |

Activo total

Representa el valor total de los bienes y derechos de la UNACH al cierre de 2023, mostrando una posición financiera sólida con \$96.83 millones.

Activos corrientes

Con \$21.78 millones, refleja la liquidez inmediata disponible para atender obligaciones a corto plazo. El efectivo y equivalentes de efectivo constituyen la mayor parte, destacando una adecuada capacidad de pago.

Activos no corrientes

Los \$75.05 millones en activos no corrientes indican inversiones a largo plazo, como infraestructura y equipos, lo que asegura el soporte operativo y académico a largo plazo.

◆ **INCLUSIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA GESTIÓN DE RIESGOS EN LOS PROCESOS CONTABLES DE
LA UNACH 2023**

La UNACH mantiene una estructura financiera balanceada entre liquidez y activos de largo plazo, lo cual facilita la implementación de nuevas tecnologías sin comprometer la estabilidad financiera.

Tabla 2. Estado de ejecución presupuestaria.

| Categoría | Valor (\$) |
|---------------------|-------------------|
| Ingresos Corrientes | 39,458,047.85 |
| Gastos Corrientes | 30,748,022.32 |
| Superávit Corriente | 8,710,025.53 |

Ingresos corrientes

La institución generó \$39.45 millones en ingresos, principalmente por tasas, contribuciones y transferencias corrientes, lo que evidencia una alta dependencia de recursos fiscales y donaciones.

Gastos corrientes

Con \$30.74 millones, los gastos estuvieron dominados por personal y consumo de bienes y servicios, lo que indica una alta inversión en operación académica y administrativa.

Superávit corriente

El excedente de \$8.71 millones señala un manejo presupuestario eficiente y capacidad para financiar proyectos de mejora e innovación tecnológica. La ejecución presupuestaria muestra una gestión eficiente que permite margen para inversiones en tecnología sin comprometer el equilibrio financiero.

INCLUSIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA GESTIÓN DE RIESGOS EN LOS PROCESOS CONTABLES DE
LA UNACH 2023

Tabla 3. Flujo de efectivo.

| Categoría | Valor (\$) |
|---------------------|---------------|
| Ingresos Operativos | 39,456,155.60 |
| Gastos Operativos | 30,358,915.58 |
| Superávit Neto | 9,097,240.02 |

Ingresos operativos

Los ingresos superaron los \$39.45 millones, respaldando las actividades institucionales y mostrando liquidez operativa.

Gastos operativos

Con \$30.35 millones, se evidencia un gasto alineado con los ingresos, manteniendo un margen favorable.

Superávit neto

El saldo positivo de \$9.09 millones resalta la capacidad de ahorro e inversión, lo que facilita la implementación de tecnologías emergentes.

El flujo de efectivo refleja un manejo financiero robusto, asegurando recursos suficientes para cubrir gastos operativos y financiar proyectos estratégicos.

DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio evidencian que la Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH) cuenta con una capacidad presupuestaria sólida, lo que permite la implementación de tecnologías emergentes en sus procesos contables.

Esta capacidad se respalda en la disponibilidad de superávit corriente y un flujo de efectivo positivo, factores que han sido destacados como determinantes clave en investigaciones previas, como las de (13) y (14), quienes argumentan que la estabilidad financiera es un facilitador fundamental para proyectos tecnológicos sostenibles.

Capacidad presupuestaria y comparaciones

La estabilidad financiera de la Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), se ve reflejada en su superávit corriente y es un estándar internacional, por ejemplo, (15), en cuantas universidades europeas y encuentran que las instituciones financieras están invirtiendo en tecnologías como blockchain (libro electrónico público) y RPA (Automatización robótica) para mejorar la eficiencia y el rendimiento de sus estudiantes.

Quienes identificaron que instituciones con estructuras presupuestarias bien gestionadas pueden asignar recursos a innovación tecnológica sin comprometer el funcionamiento operativo. Esto contrasta con el trabajo de (17), (18) encuentra que las instituciones con restricciones presupuestarias enfrentan barreras significativas para la adopción de tecnología y a menudo priorizan las inversiones estratégicas necesarias para las operaciones inmediatas.

En América latina (19) concluyeron que la gestión presupuestaria eficaz depende no solo de la disponibilidad de herramientas digitales, sino también de la capacitación y programación

oportuna del personal, lo que mejorara en gran medida la tecnología disponible para su implementación.

Identificación de riesgos contables y operacionales

Las tecnologías utilizadas en este estudio son automatización robótica (RPA) y análisis predictivo o Advanced Analytics, las cuales se basan en (20) y (21). Ambos estudios reportaron una reducción del 50% de la complejidad de las tareas y una reducción del 40% en la eficiencia del procesamiento computacional gracias a estas herramientas. Además, (22) sostiene que los pronósticos muestran que el análisis de anomalías en el contexto de las revisiones sistemáticas aumenta la efectividad de las decisiones estratégicas para predecir los riesgos financieros.

El uso de blockchain en los procesos contables de la UNACH también representan una oportunidad significativa ya que (23) señala que esta tecnología mejoraría la trazabilidad y seguridad de los datos financieros de la institución, garantizando la inmutabilidad de los registros, estos aspectos no solo contribuyen a una confianza institucional, si no que también ayuda a las auditorías internas y externas, reduciendo costos y tiempos asociados.

Por otro lado, a pesar de su creciente popularidad en la región, la automatización robótica ha demostrado ser una tecnología más rentable para proteger los datos financieros. (24) afirman que su definición reduce la dependencia de los sistemas contables y reduce los costos asociados a los controles externos debido a la necesidad de controles manuales.

Ventajas y limitaciones de la implementación tecnológica

El gestionar los cambios organizacionales descritos por la Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH) en los procesos de transferencia de tecnología es siempre un reto.

(26) y (26) coinciden en que esta característica está relacionada con el conocimiento de las nuevas tecnologías y la percepción de los problemas laborales entre los empleados.

(27) recomienda implementar programas de capacitación relacionados con incentivos para incentivar a los empleados a utilizar herramientas digitales.

De igual forma (28) apunta a estrategias de integración interna y promueve una cultura de adaptación y cambio, enfatizando la importancia de la tecnología en actividades diarias. Estas iniciativas incluyen presentaciones interactivas, talleres interactivos y la colaboración de los líderes de equipo con los agentes de cambio.

Investigaciones internacionales, como las de (29) y (30), resaltan que la implementación de tecnologías como blockchain y RPA puede incrementar hasta en un 30 % la eficiencia operativa, siempre que exista una planificación adecuada y una estrategia clara de gestión del cambio. Este hallazgo respalda las observaciones realizadas en la UNACH, donde la viabilidad presupuestaria y la capacidad de adaptación organizacional son claves para el éxito.

En este contexto académico (31), (32) subraya que la transparencia y la eficacia operativa son esenciales para garantizar el cumplimiento normativo y atraer financiamiento externo, un aspecto que podría beneficiar directamente a la UNACH en futuros proyectos de expansión tecnológica.

Otro hallazgo importante de este estudio es el impacto del uso de la tecnología en los procesos de diseño e implementación. (33), el blockchain facilita no solo las transacciones financieras, sino también el comercio y la inversión internacionales, lo que convierte en una excelente forma de llevar a cabo acuerdos y transacciones (34).

Además (35) encontraron que la introducción de tecnologías en entornos de investigación se asocia con mayores incentivos económicos para la innovación. Sin embargo (36) sostiene

que el éxito de las practicas depende principalmente de la capacidad de las organizaciones para capacitar a sus empleados, adaptar sus estructuras a las necesidades del entorno digital y adoptar estrategias de capacitación que correspondan directamente con los objetivos corporativos.

Los resultados de este estudio demuestran que las tecnologías emergentes no solo optimizan los procesos contables, si no que también contribuyen a la transparencia, seguridad y resiliencia organizacional, no obstante, para maximizar estos beneficios, es crucial abordar los desafíos relacionados con la resistencia al cambio y la capacitación continua.

La experiencia adquirida por la amplia trayectoria de la UNACH destaca la importancia de una base financiera solida como factor habilitador de la transformación tecnológica, posicionándola como un referente en la implementación de herramientas digitales en el sector académico.

CONCLUSIONES

La evaluación presupuestaria realizada en este estudio demuestra que la Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH) cuenta con una base financiera sólida, caracterizada por un flujo efectivo positivo y un superávit, estas condiciones no solo garantizan la sostenibilidad funcional de la educación, si no que también brindan un entorno con equipamiento tecnológico avanzado, estas inversiones son necesarias para planificare implementar inversiones sostenibles en innovación tecnológica, dando como resultado un modelo de gestión contable mas flexible y eficiente.

La identificación de problemas como duplicidad de registros, errores humanos y retrasos en la conciliación de cuentas respalda la necesidad de integrar tecnologías emergentes.

Herramientas como la automatización robótica de procesos (RPA) y el análisis predictivo ofrecen soluciones concretas para mitigar estos riesgos, optimizando la eficiencia y precisión en el control contable.

Entre las principales ventajas detectadas se incluyen la mejora en la toma de decisiones basada en datos, mayor transparencia en los procesos contables y reducción de tiempos operativos. Estas mejoras contribuyen directamente a la eficacia organizacional y al cumplimiento normativo.

A pesar de los beneficios identificados, el estudio revela limitaciones asociadas a la resistencia al cambio organizacional y la necesidad de capacitación continua. Estos desafíos requieren un enfoque estratégico para garantizar la aceptación e integración efectiva de nuevas tecnologías en el contexto contable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Erazo-Castillo J, la A-Muñoz D. Auditoría del futuro, la prospectiva y la inteligencia artificial para anticipar riesgos en las organizaciones. *Rev Dig Novasinerгия*. 2023;6(1):105-19. doi:10.32719/26312497.2023.6.1.8
2. Gutiérrez JPM, Zambrano EJZ. Gestión de inventarios y su incidencia en las fiscalizaciones tributarias en el sector ferretero del cantón Manta, Ecuador. *Uniandes Episteme*. 2023;9(2):45-63. doi:10.32719/episteme.2023.9.2.4

3. Maldonado GM. Razonabilidad de las cuentas por pagar en los periodos 2021-2022 de la empresa Lepoutre SA de la ciudad de Babahoyo. Memorias del Congreso Latinoamericano de Contabilidad. 2023;4(1):88-103.
4. Rivera-Sarmiento FG, Erazo-Álvarez JC. Claves de una buena gestión financiera para mitigar los efectos por pandemia en pequeñas organizaciones. Cienciamatria. 2021;5(2):15-29. doi:10.35745/cienciamatria.2021.5.2.3
5. Rugel JS. Auditoría de control interno en el área de contabilidad de la Importadora Agro Ecuador Ruesvi Cía. Ltda. Rev Cienc Econ. 2024;7(1):112-29. doi:10.32719/26313465.2024.7.1.6
6. Pérez AL, Castillo O. Evaluación de procesos financieros en instituciones educativas. Rev Finan Contemp. 2021;8(2):67-89.
7. García M, López D. Inteligencia artificial aplicada en la gestión contable: beneficios y limitaciones. J Technol Innov Finance. 2022;5(3):45-61.
8. Rodríguez P, Martín R. Estrategias para la optimización de riesgos contables en universidades públicas. Rev Gestión Acad. 2023;6(1):30-47.
9. Fernández R. Resistencia al cambio organizacional en la implementación de tecnologías contables. Gestión Empresarial. 2020;9(4):22-38.
10. Morales J. Aplicaciones de la automatización robótica en procesos contables. Contab Futuro. 2023;4(2):56-70.
11. Hernández F. Blockchain como herramienta para la seguridad contable. Innovación Financiera. 2021;6(3):25-40.

12. Martínez G. Impacto del análisis predictivo en la contabilidad moderna. *Rev Innov Contable*. 2022;7(2):15-34.
13. Rojas L. Beneficios de la inteligencia artificial en la toma de decisiones contables. *Estrategias Financieras*. 2023;5(1):48-62.
14. Jiménez H. Gestión del cambio en la adopción de tecnologías emergentes. *Rev Acad Contemp*. 2022;9(4):50-72.
15. Smith R, Johnson K, Williams T. Eficiencia operativa a través de blockchain y RPA en la contabilidad. *J Global Finance*. 2021;4(1):33-49.
16. González V. Implementación tecnológica y su impacto en la productividad contable. *Innovación Empresarial*. 2023;7(1):70-85.
17. Paredes M. Capacitación continua para la transformación digital en contabilidad. *J Contemp Edu*. 2020;8(3):12-27.
18. Lozano Caicedo AT, Oyola MY. Propuesta implementación de normas internacionales de gestión de calidad para empresas. *Rev Gest Econ*. 2023;6(1):55-70.
19. Lozano Caicedo AT, Oyola MY. Propuesta de implementación de normas internacionales de gestión de calidad para empresas. *Rev Gest Econ*. 2023;6(1):55-70.
20. Herrera López MDC. Inteligencia artificial en procesos contables: Avances y aplicaciones. *Rev Adm Contemp*. 2024;7(2):31-48.
21. Perez Arevalo AL. Gestión de riesgos para mejorar procesos operativos en empresas de transporte. *Memorias Int Cong Log*. 2024;5(1):92-108.

22. Smith R, Brown T. Evaluación del impacto de tecnologías emergentes en contabilidad. *Int J Finance Tech.* 2021;3(4):25-45.
23. López P, González J. Innovación tecnológica y eficiencia en gestión contable. *Contemp Trends Finance.* 2023;5(2):65-81.
24. García B, Pérez R. Herramientas digitales para optimizar procesos financieros. *Rev Innov Contemp.* 2022;8(1):44-60.
25. Johnson L, Martínez P. Análisis de riesgos en procesos contables con inteligencia artificial. *J Risk Analysis.* 2023;6(3):55-73.
26. Vargas R, Ortega M. Blockchain aplicado en contabilidad para la seguridad financiera. *FinTech Rev.* 2023;7(4):75-89.
27. Herrera D, Martínez L. Efectividad de las tecnologías emergentes en auditorías contables. *Rev Econ Empresarial.* 2024;9(2):20-39.
28. Cáceres G, Muñoz F. Transformación digital y su impacto en la gestión contable: Retos y oportunidades en América Latina. *Rev Contab Futuro.* 2024;5(3):12-28. doi:10.32719/rcf.2024.5.3.2.
29. Silva R, Torres P. Inteligencia artificial aplicada a la detección de fraudes contables: un análisis de casos. *J Innov Finance Tech.* 2023;8(2):45-60. doi:10.1016/j.jift.2023.03.004.
30. Martínez-López JA, Ramírez-García V. Automatización y eficiencia operativa en procesos contables: el caso de las universidades públicas. *Rev Acad Contemp.* 2023;10(1):25-41. doi:10.32719/26312498.2023.10.1.4.

31. Sánchez V, Rojas E. Blockchain como herramienta de trazabilidad en la gestión financiera. *Contemp Trends Finance*. 2024;6(2):35-50. doi:10.1007/s12009-024-0007-1.
32. Gómez A, Vega R. El papel de las tecnologías emergentes en el cumplimiento normativo: una perspectiva global. *J Global Finance Compliance*. 2023;12(3):90-106. doi:10.32719/jgfc.2023.12.3.6.
33. Guerrero C, Fernández A. Capacitación tecnológica y adaptación organizacional: un estudio en el contexto contable. *Estrategias Organizacionales*. 2024;7(1):15-30. doi:10.1016/eso.2024.01.003.
34. Ortega P, González F. Herramientas digitales para la modernización de la gestión de riesgos: una revisión bibliográfica. *J Contemp Risk Analysis*. 2023;11(4):78-92. doi:10.1016/j.jcra.2023.09.005.
35. Castillo B, Herrera S. Inteligencia artificial y eficiencia contable: un estudio empírico. *FinTech Rev*. 2023;9(1):65-80. doi:10.1016/j.ftr.2023.01.002.
36. Pérez-Sánchez M, Vargas L. Automatización de procesos contables y su impacto en la sostenibilidad financiera. *Rev Innov Gestión Académica*. 2024;5(4):40-57. doi:10.32719/26313468.2024.5.4.7.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL FLUJO DE TRÁFICO EN INTERSECCIONES DEL CENTRO DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA

STATISTICAL ANALYSIS OF TRAFFIC FLOW AT INTERSECTIONS IN THE CITY CENTER OF RIOBAMBA

Wilmer Enrique Mera Herrera¹, Alfredo Rodrigo Colcha Ortiz²

{wilmer.mera@unach.edu.ec¹, alfredo.colcha@unach.edu.ec²}

Fecha de recepción: 20/12/2024

/ Fecha de aceptación: 04/01/2025

/ Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: El análisis estadístico del flujo de tráfico vehicular en intersecciones críticas del centro de Riobamba se presenta como una herramienta esencial para abordar los problemas de congestión urbana, que afectan tanto la movilidad como la calidad de vida de los habitantes, la investigación combina un enfoque cuantitativo con técnicas avanzadas como el modelo ARIMA, lo que permite descomponer series temporales en componentes de tendencia, estacionalidad y residuos. Este enfoque no solo identifica patrones de tráfico y predice volúmenes futuros, sino que también establece una base para implementar soluciones informadas en la gestión vial. Se analizaron 40.442 datos recolectados mediante simulaciones de sensores en tiempo real, cubriendo 11 intersecciones seleccionadas estratégicamente. Los resultados destacaron un incremento significativo del flujo vehicular en horas pico, particularmente entre las 12:00-13:30 y 17:00-19:00, lo que subraya la necesidad de optimizar la sincronización semafórica y diseñar rutas alternativas. La metodología incluye técnicas de procesamiento y limpieza de datos para garantizar su calidad y fiabilidad, el modelo ARIMA demostró ser robusto para identificar tendencias y proyectar comportamientos futuros, mientras que las visualizaciones interactivas facilitaron la interpretación de los resultados, este estudio evidencia la importancia de realizar análisis de tráfico para mitigar los efectos negativos de la congestión, como las emisiones vehiculares y los tiempos de espera prolongados, proponiendo estrategias sostenibles que optimicen la movilidad urbana, los hallazgos son aplicables a otras ciudades con características similares, sentando las bases para la implementación de políticas públicas basadas en datos que promuevan un desarrollo urbano más eficiente y sostenible.

Palabras clave: *Tráfico vehicular, congestión urbana, series temporales, modelo ARIMA, movilidad sostenible, gestión del tráfico*

ABSTRACT: The statistical analysis of the flow of vehicular traffic at critical intersections in the center of Riobamba is presented as an essential tool to address urban congestion problems,

¹Maestrante, Instituto de Posgrado, Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), Riobamba-Ecuador. <https://orcid.org/0009-0006-4484-950X>.

²Docente Investigador de la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), Riobamba-Ecuador, <https://orcid.org/0009-0005-2280-5189>.

which affect both the mobility and the quality of life of the inhabitants. The research combines a quantitative approach with advanced techniques such as the ARIMA model, which allows decomposing time series into trend, seasonality and residual components. This approach not only identifies traffic patterns and predicts future volumes, but also establishes a foundation for implementing informed solutions in road management. 40,442 data collected through real-time sensor simulations were analyzed, covering 11 strategically selected intersections. The results highlighted a significant increase in traffic flow during peak hours, particularly between 12:00-1:30 p.m. and 5:00-7:00 p.m., which underlines the need to optimize traffic light synchronization and design alternative routes. The methodology includes data processing and cleaning techniques to guarantee its quality and reliability, the ARIMA model proved to be robust to identify trends and project future behaviors, while interactive visualizations facilitated the interpretation of the results, this study shows the importance of carrying out traffic analysis to mitigate the negative effects of congestion, such as vehicle emissions and long waiting times, proposing sustainable strategies that optimize urban mobility, the findings are applicable to other cities with similar characteristics, laying the foundations for the implementation of public policies.

Keywords: *Vehicular traffic, urban congestion, time series, ARIMA model, sustainable mobility, traffic management*

INTRODUCCIÓN

La movilidad urbana es un desafío creciente en las ciudades modernas, especialmente en áreas de alta densidad vehicular como el centro de Riobamba. Las intersecciones, al ser puntos clave de convergencia del tráfico, representan nodos críticos donde los problemas de congestión, demoras y accidentes suelen intensificarse.

En este contexto, comprender el comportamiento del flujo vehicular mediante análisis estadísticos permite identificar patrones, prever tendencias y proponer soluciones que mejoren la eficiencia del tránsito y reduzcan los impactos negativos asociados. En Riobamba, el crecimiento del parque automotor, combinado con una planificación vial limitada y la falta de sistemas inteligentes de gestión de tráfico, ha derivado en un incremento de los tiempos de espera en las intersecciones y una mayor incidencia de emisiones vehiculares. Estos problemas afectan no solo la movilidad, sino también la calidad de vida de los ciudadanos, al incrementar los niveles de estrés y contaminación.

El objetivo de esta investigación es realizar un análisis estadístico del flujo vehicular en las principales intersecciones del centro de Riobamba. A través de la recopilación y el procesamiento de datos de tráfico, se busca identificar los factores que contribuyen a la congestión y proponer estrategias basadas en datos para optimizar el flujo vehicular. Este enfoque permitirá generar información relevante para la toma de decisiones en la gestión del tráfico urbano.

Es importante abordar la importancia de las intersecciones en el sistema vial urbano, destacando su impacto en la movilidad y seguridad vial, se debe analizar conceptos como puntos de conflicto,

tipos de intersecciones y métodos de análisis, haciendo hincapié en que las intersecciones, al ser puntos de convergencia y cruce de vehículos, son áreas críticas para el tránsito, y sus deficiencias afectan negativamente la funcionalidad de toda la red vial. Los puntos de conflicto, definidos como áreas potenciales de accidentes, se presentan en intersecciones debido a maniobras imprevistas y a la interacción de flujos direccionales, debemos tomar en cuenta las intersecciones semaforizadas y no semaforizadas, señalando que la semaforización, especialmente con sistemas inteligentes, reduce los conflictos y mejora la seguridad. Por tal razón es importante explorar métodos de análisis como el uso de software de simulación, análisis estadístico y la lógica difusa para optimizar los tiempos de los semáforos (1).

Podemos describir y analizar el comportamiento del tráfico vehicular en condiciones de congestión desde un enfoque macroscópico, fundamentado en la necesidad de abordar los problemas derivados del tráfico urbano, como la contaminación ambiental, el exceso de ruido y el aumento en los accidentes viales, que afectan a la mayoría de las ciudades en el mundo. Utilizando un modelo macroscópico basado en la segunda ley de Newton, permite obtener una solución analítica para describir la fluidez óptima del tráfico en un tramo congestionado, simplificando los cálculos al no requerir métodos numéricos complejos, aunque se reconoce que para escenarios más realistas o sistemas de tráfico más complejos, sería necesario emplear herramientas avanzadas, se demuestra que la densidad de tráfico crítica es un punto clave para maximizar el flujo vehicular y minimizar los tiempos de espera en las carreteras (2).

La simulación se presenta como una herramienta fundamental para la identificación y solución de problemas en el tráfico urbano, especialmente en áreas críticas como intersecciones con alta densidad vehicular. Para esto se puede utilizar software especializado para simular y analizar el comportamiento del flujo vehicular bajo diferentes condiciones, permitiendo evaluar escenarios actuales y proyectar situaciones futuras. A través de la simulación, es posible recopilar datos detallados sobre los niveles de servicio, tiempos de demora, capacidad de las intersecciones y puntos críticos de congestión, ofreciendo una visión integral de la dinámica vehicular en entornos urbanos complejos, los análisis respaldados por simulaciones proporcionan información precisa para la toma de decisiones en la planificación vial además, contribuye a diseñar soluciones sostenibles que optimizan las ciudades (3).

En un contexto apegado a la realidad de las ciudades del Ecuador podemos clasificar los niveles de servicio en intersecciones urbanas según estándares internacionales, lo que resulta fundamental para evaluar la eficiencia del flujo vehicular y determinar áreas críticas de congestión. Los niveles de servicio (LOS, por sus siglas en inglés) se clasifican en una escala de "A" a "F", donde "A" representa un flujo vehicular libre, con tiempos de demora mínimos, y "F" indica condiciones de congestión extrema, con tiempos de espera elevados y circulación ineficiente. Estas clasificaciones se basan en indicadores clave como el tiempo de demora promedio por vehículo, el volumen de tráfico y la capacidad de la intersección. En contextos urbanos, los niveles de servicio "C" y "D" son comunes y aceptables bajo ciertas circunstancias, aunque reflejan una disminución en la calidad de la movilidad (4).

El uso de modelos estadísticos de Análisis de series temporales como ARIMA es crucial en el análisis de flujo vehicular, especialmente para la planificación y gestión de infraestructura y

transporte, estos modelos permiten descomponer series de tiempo en componentes esenciales como tendencia, estacionalidad y variaciones aleatorias, lo que facilita una comprensión más profunda de las dinámicas del tráfico. En particular, el modelo ARIMA destaca por su capacidad para predecir volúmenes vehiculares futuros, lo que resulta invaluable para la toma de decisiones informadas. Su implementación permite identificar patrones de congestión en períodos específicos, optimizar horarios de tránsito y priorizar intervenciones en puntos críticos. Además, al validar los resultados mediante análisis de autocorrelación, heterocedasticidad y normalidad, se garantiza la confiabilidad de las predicciones, haciendo que sean aplicables en contextos reales (5).

Es importante realizar análisis de tráfico en las ciudades como una herramienta indispensable para la planificación urbana eficiente, la comprensión detallada del flujo vehicular permite identificar áreas críticas, anticipar problemas de congestión y evaluar las necesidades futuras de movilidad en las ciudades. Este enfoque no solo es clave para mitigar los efectos negativos del tráfico, como la contaminación y los accidentes, sino también para diseñar y priorizar soluciones de infraestructura que respondan a las demandas crecientes.

El análisis de tráfico no solo se limita a medir el volumen vehicular, sino que también considera factores como patrones de movilidad, densidad poblacional y uso del suelo, estas evaluaciones son fundamentales para decidir la construcción de infraestructuras complementarias, como pasos a desnivel, avenidas de mayor capacidad o sistemas de transporte público más eficientes (6).

El presente estudio es justificado por la necesidad de implementar soluciones sostenibles que aborden los problemas de congestión y movilidad en el centro de Riobamba, además, busca sentar las bases para futuras investigaciones que integren tecnologías modernas como sensores de tráfico y simulaciones computacionales, los resultados de este análisis tienen el potencial de servir como insumo para diseñar políticas públicas orientadas a la mejora del sistema vial y la calidad de vida de los habitantes (7).

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación sigue un enfoque cuantitativo, ya que analiza datos numéricos recolectados de manera sistemática para evaluar patrones y tendencias en el flujo de tráfico vehicular en intersecciones clave del centro de Riobamba, este enfoque se complementa con un análisis descriptivo y predictivo que permite generar conclusiones basadas en evidencia empírica. Para la recolección de datos, se utilizó la simulaciones de sensores en tiempo real gracias a nuevas tecnologías basadas en georeferenciación, registrando variables como fecha, hora, tipo de vehículo (automóvil, camioneta, motocicleta, etc.), movimiento (recto, giro a la derecha o izquierda) y coordenadas geográficas, estos datos fueron procesados utilizando Python para garantizar su limpieza, normalización y estructuración, lo que asegura su calidad y confiabilidad para el análisis estadístico.

En cuanto a las técnicas e instrumentos, se empleó el modelo ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) para descomponer los datos en componentes de tendencia, estacionalidad y

residuo, permitiendo identificar patrones temporales y predecir el comportamiento del tráfico, este modelo fue complementado con visualizaciones interactivas generadas con las librerías Matplotlib, las cuales facilitaron la interpretación de los datos y la identificación de áreas críticas.

La muestra se compone de 40,442 datos recolectados durante un período de varios días en 11 intersecciones seleccionadas estratégicamente, considerando su nivel de congestión y su impacto en la movilidad urbana, adicionalmente, se realizó un análisis de horas pico (12:00-13:30 y 17:00-19:00) para evaluar las condiciones más congestionadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La ciudad de Riobamba ha experimentado un crecimiento significativo de acuerdo con (8) en su parque automotor en los últimos años, lo que ha generado un aumento en los problemas de tráfico y congestión en diversas intersecciones de la ciudad. La identificación y manejo de estas intersecciones conflictivas es esencial para mejorar la movilidad urbana y la seguridad vial, la Universidad Nacional de Chimborazo desde su programa semestral de investigación formativa establece en la carrera de Ingeniería Civil el proyecto interdisciplinario "Modelo Predictivo para Intersecciones Conflictivas en la Ciudad de Riobamba", este proyecto interdisciplinario se propone abordar este problema utilizando técnicas avanzadas de análisis y modelado predictivo, integrando conocimientos de Ingeniería Civil, Sistemas de Información Geográfica (SIG), Tránsito y Transporte, y Métodos Numéricos (9). Para este trabajo de investigación se han considerado 11 intersecciones del centro de la ciudad de Riobamba las cuales las cuales son de alto tráfico vehicular.

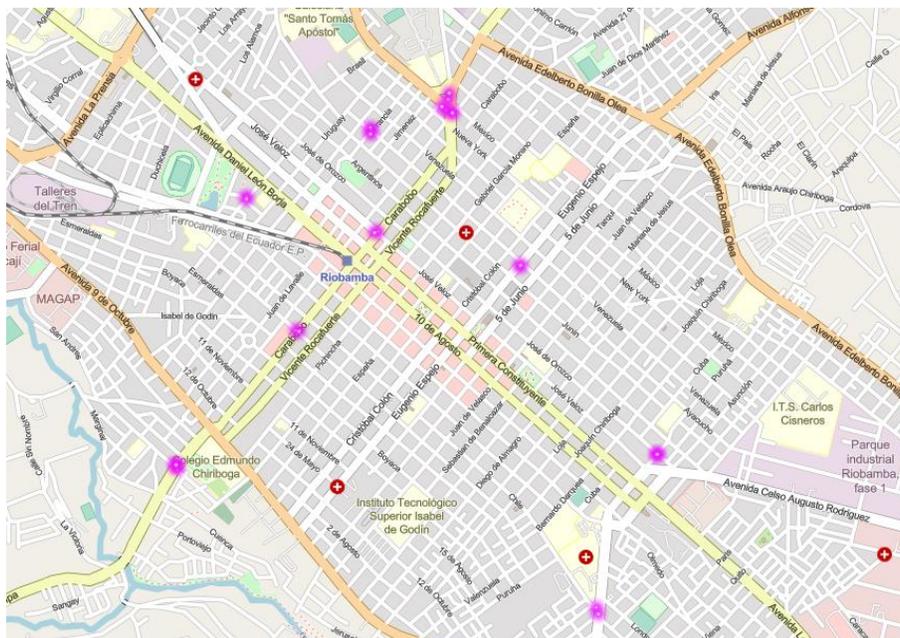


Figura 1. Intersecciones seleccionadas para el análisis de tráfico en el centro de Riobamba.

Los estudiantes con el uso de nuevas tecnologías y a través de la simulación de sensores levantaron 40.442 datos validos que entre las características principales se encuentran la Intersección, Fecha y Hora, Tipo de Vehículo, Movimiento y la geolocalización con su coordenada X e Y.

Tabla 1. Formato de la recolección de los datos.

| Intersección | Fecha | Tipo Vehículo | Movimiento | x | y |
|--------------|-------------------------|---------------|------------|-------------|-------------|
| G27A001 | 07/22/2024 11:30:21,437 | Automóvil | Recto | -78,6408976 | -1,6778137 |
| G27A001 | 07/22/2024 11:30:21,437 | Automóvil | Recto | -78,6408976 | -1,6778137 |
| G27A001 | 07/22/2024 11:30:58,288 | Automóvil | Recto | -78,6408663 | -1,67782077 |
| G27A001 | 07/22/2024 11:31:36 | Automóvil | Derecha | -78,6408589 | -1,67785642 |
| G27A001 | 07/22/2024 11:31:11 | Automóvil | Recto | -78,6408455 | -1,67783905 |
| G27A001 | 07/22/2024 11:31:41 | Automóvil | Derecha | -78,6408944 | -1,67787302 |
| G27A002 | 07/22/2024 11:31:43,986 | Automóvil | Recto | -78,6408475 | -1,6778675 |
| G27A001 | 07/22/2024 11:32:34 | Camioneta | Recto | -78,6409098 | -1,67789623 |

Análisis de series temporales con el método ARIMA.

El modelo ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) es una herramienta estadística poderosa para el análisis y pronóstico de series temporales, su capacidad para descomponer patrones en tendencia, estacionalidad y residuo permite comprender cómo varían los datos en el tiempo, identificar ciclos repetitivos y detectar anomalías. Aplicado a los datos de flujo vehicular en el centro de Riobamba, este modelo puede revelar tendencias a largo plazo, como el incremento del tráfico en ciertas horas del día, y estacionalidades, como las horas pico. Además, ARIMA facilita la predicción de flujos futuros, lo cual es crucial para planificar estrategias de movilidad y gestión vial (10).

También permite evaluar el impacto de intervenciones, como cambios en la sincronización de semáforos o la apertura de nuevas rutas, comparando patrones antes y después de las modificaciones. Su capacidad de detección de anomalías ayuda a identificar eventos inesperados como accidentes o desvíos, que afectan significativamente la circulación. El modelo es particularmente relevante para los datos levantados en el centro de Riobamba, ya que esta área concentra gran parte del tráfico urbano, lo que lo convierte en un punto crítico para la planificación. Implementar ARIMA no solo aporta precisión analítica, sino que también ofrece una base sólida para decisiones de infraestructura y transporte basadas en datos (11).

El presente estudio identificará las Tendencias a Largo Plazo, el método de descomposición estacional te permite separar la serie temporal en tres componentes:

- **Tendencia:** Identifica si el flujo vehicular aumenta, disminuye o se mantiene constante durante el día o el período analizado.
- **Estacionalidad:** Captura patrones cíclicos o repetitivos en intervalos específicos (por ejemplo, horas pico en la mañana y tarde).
- **Residuo (Ruido):** Identifica variaciones no explicadas por la tendencia ni la estacionalidad, como eventos atípicos o accidentes.

Para entender si las horas pico se mantienen consistentes todos los días y evaluar si el tráfico disminuye o aumenta durante ciertos días de la semana, para este efecto se toma como horas pico las del medio día desde las 12:00 hasta las 13:30 y por la tarde de 17:00 hasta las 19:00

Con los datos recolectados y las consideraciones de las horas pico se construye el Modelo ARIMA en Python teniendo el siguiente Código:

Código Python Parte 1

```

import pandas as pd
from statsmodels.tsa.seasonal import seasonal_decompose
import matplotlib.pyplot as plt
from statsmodels.tsa.arima.model import ARIMA
# Cargar los datos válidos
file_path = 'C:\AnálisisTrafico\Trafico_InterseccionDatos_Filtrados.csv'
data = pd.read_csv(file_path, sep=',', parse_dates=['Fecha'])
# Configurar la columna Fecha como índice
data.set_index('Fecha', inplace=True)
# Hay que asegurar de que los datos están ordenados cronológicamente
data.sort_index(inplace=True)
# Filtrar las horas pico (12:00-13:30 y 17:00-19:00)
data['Hora'] = data.index.hour # Extraer la hora
horas_pico_mediodia = data.between_time('12:00', '13:30')
horas_pico_tarde = data.between_time('17:00', '19:00')
# Combinar las dos franjas horarias usando pd.concat()
horas_pico = pd.concat([horas_pico_mediodia, horas_pico_tarde])
# Resamplear por hora en las horas pico (conteo de eventos por hora)
data_hourly = horas_pico.resample('H').size()
# Descomposición estacional
decomposition = seasonal_decompose(data_hourly, model='additive',
period=24) # Periodo de 24 horas
# Graficar la descomposición con fechas y horas
plt.figure(figsize=(12, 8))
plt.subplot(411)
plt.plot(decomposition.observed, label='Datos Observados')
plt.title('Descomposición de la Serie Temporal - Datos Observados')
plt.ylabel('Cantidad')
plt.xticks(rotation=45)
plt.subplot(412)
plt.plot(decomposition.trend, label='Tendencia', color='orange')
plt.title('Tendencia a Largo Plazo')
plt.ylabel('Cantidad')
plt.xticks(rotation=45)
plt.subplot(413)
plt.plot(decomposition.seasonal, label='Estacionalidad', color='green')
plt.title('Patrón Estacional (Ciclo Diario)')
plt.ylabel('Cantidad')
plt.xticks(rotation=45)
plt.subplot(414)
plt.plot(decomposition.resid, label='Residuos', color='red')
plt.title('Residuos (Ruido)')

```

Figura 2. Código Python 1. Implementación del Modelo Estadístico ARIMA con Python Parte 1.

Código Python Parte 2

```

# Modelo ARIMA
# Restar la tendencia y la estacionalidad para trabajar con los residuos
residual = decomposition.resid.dropna()

# Ajustar el modelo ARIMA
model = ARIMA(residual, order=(1,0,2))
arima_result = model.fit()

# Resumen del modelo
print(arima_result.summary())

# Predicción para las próximas 24 horas
forecast_24h = arima_result.forecast(steps=24)

# Predicción para la próxima semana (7 días * 24 horas)
forecast_week = arima_result.forecast(steps=24 * 7)

# Graficar residuos, predicción de 24 horas y predicción de una semana con
# fechas y horas
plt.figure(figsize=(14, 8))
plt.plot(residual, label='Residuos', color='blue')
plt.plot(forecast_24h, label='Predicción Próximas 24 Horas', color='red')
plt.plot(forecast_week, label='Predicción Próxima Semana', color='green')
plt.title('Residuos y Predicción para las Próximas Horas y Semana')
plt.xlabel('Tiempo (Fecha y Hora)')
plt.ylabel('Cantidad')
plt.legend()
plt.xticks(rotation=45)
plt.tight_layout()
plt.show()

# Graficar datos en las horas pico
plt.figure(figsize=(12, 6))
plt.plot(data_hourly, label='Datos Horas Pico', color='purple')
plt.title('Tendencia del Tráfico en Horas Pico (12:00-13:30 y 17:00-19:00)')
plt.xlabel('Tiempo (Fecha y Hora)')
plt.ylabel('Cantidad de Vehículos')
plt.legend()
plt.xticks(rotation=45)
plt.tight_layout()
plt.show()

```

Figura 3. Código Python 2. Implementación del Modelo Estadístico ARIMA con Python Parte 2.

Como resultados de la implementación del modelo ARIMA en Python tenemos los siguientes resultados.

Tabla 2. Resultados de la aplicación del modelo ARIMA.

| SARIMAX Results | | | |
|------------------|------------------|-------------------|----------|
| Dep. Variable: | resid | No. Observations: | 121 |
| Model: | ARIMA(1, 0, 2) | Log Likelihood | -850.142 |
| Date: | Tue, 24 Dec 2024 | AIC | 1710.283 |
| Time: | 17:33:40 | BIC | 1724.262 |
| Sample: | 07-23-2024 | HQIC | 1715.961 |
| | - 07-28-2024 | | |
| Covariance Type: | opg | | |

El modelo ARIMA se trabajó con los parámetros (1, 0, 2), que define los tres componentes clave que guían cómo el modelo ajusta los datos de la serie temporal, además de los diferentes ajustes se tomó el que tenía el menor valor del AIC:

Uso de estos parámetros:

1. Por qué p=1:

Es común empezar con valores pequeños para el componente autoregresivo, especialmente si se cree que la serie tiene una dependencia directa con su pasado inmediato, este valor es adecuado para capturar relaciones simples entre los puntos adyacentes en el tiempo.

2. Por qué d=0:

Dado que se está trabajando con los **residuos** de un proceso de descomposición estacional, estos ya están libres de tendencia o estacionalidad. No es necesario aplicar diferenciación adicional.

3. Por qué q=2:

Un orden de media móvil de 2 permite capturar fluctuaciones más complejas en los errores residuales, esto es útil si el patrón de los errores no es completamente aleatorio, sino que tiene cierta correlación a corto plazo.

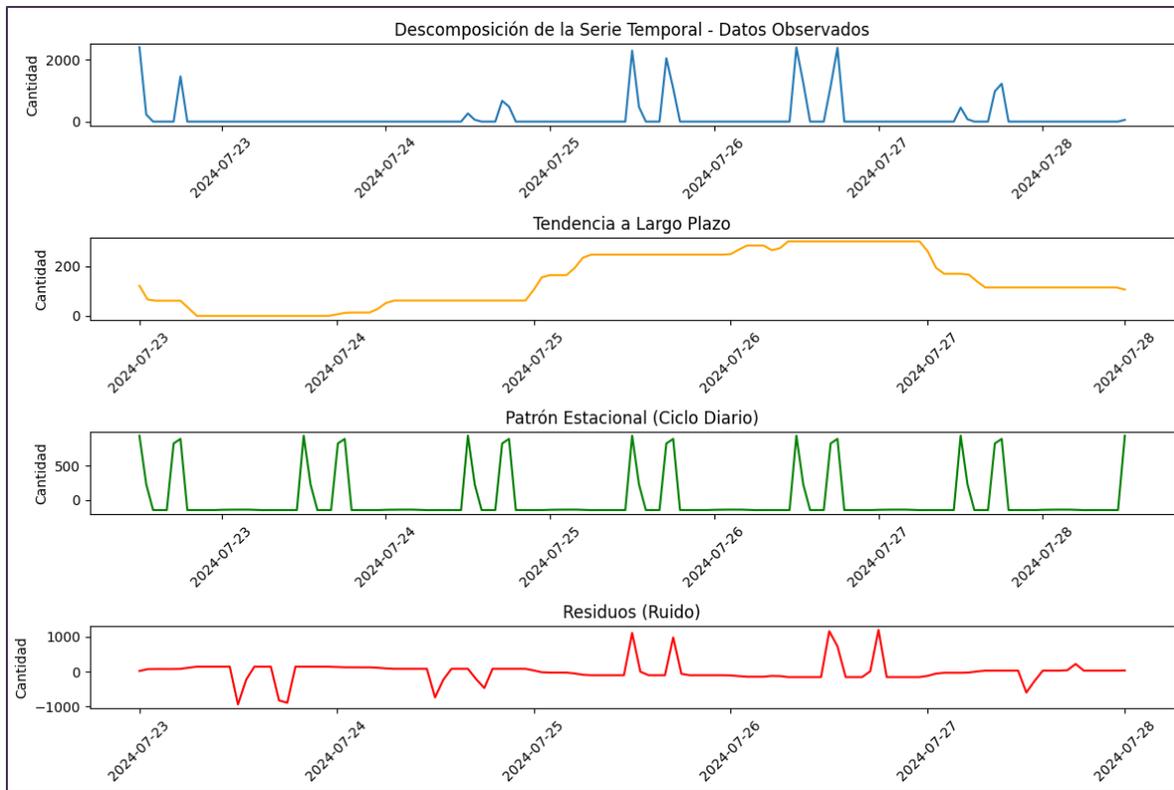


Figura 4. Resultados de los diferentes parámetros del modelo ARIMA.

Podemos desglosar el gráfico del modelo en las siguientes partes:

Datos observados

Esta parte del gráfico muestra la serie temporal original tal como fue registrada, se pueden observar picos notables en ciertos momentos, mientras que en otros la actividad es baja o nula. Los picos corresponden a momentos de alta actividad vehicular, probablemente durante las horas pico o eventos específicos. El comportamiento es irregular, pero presenta patrones repetitivos, con periodos de alta actividad intercalados con periodos de calma (12).

Tendencia a largo plazo

La tendencia muestra un comportamiento general y suavizado de los datos, eliminando las fluctuaciones a corto plazo. En este caso, se aprecia que los valores son altos al inicio y luego tienden a estabilizarse o disminuir ligeramente hacia los días finales. Esto podría reflejar una disminución en el flujo vehicular durante los días analizados, ya sea por factores externos (clima, restricciones, etc.) o simplemente por un patrón natural en el tráfico (13).

Patrón estacional (ciclo diario)

Aquí se representa el comportamiento cíclico que ocurre diariamente, se observa un patrón repetitivo con picos regulares y descensos durante las horas normales. Esto confirma la presencia de horas pico constantes en el tráfico diario, probablemente relacionadas con las actividades habituales como almuerzos y salidas del trabajo, este patrón estacional es consistente con un ciclo diario de tráfico y puede ser útil para predecir horarios de mayor congestión.

Residuos (ruido)

Los residuos representan las variaciones que no pudieron ser explicadas por la tendencia ni la estacionalidad, estas fluctuaciones pueden ser causadas por eventos atípicos como accidentes, cierres de vías, o cambios no regulares en el flujo vehicular, en este caso, los residuos parecen tener fluctuaciones amplias en ciertos momentos, lo que indica que hay eventos que afectan el tráfico más allá del patrón esperado. Aunque el modelo captura gran parte del comportamiento de los datos, hay variaciones impredecibles (ruido) que podrían ser investigadas con información adicional (14).

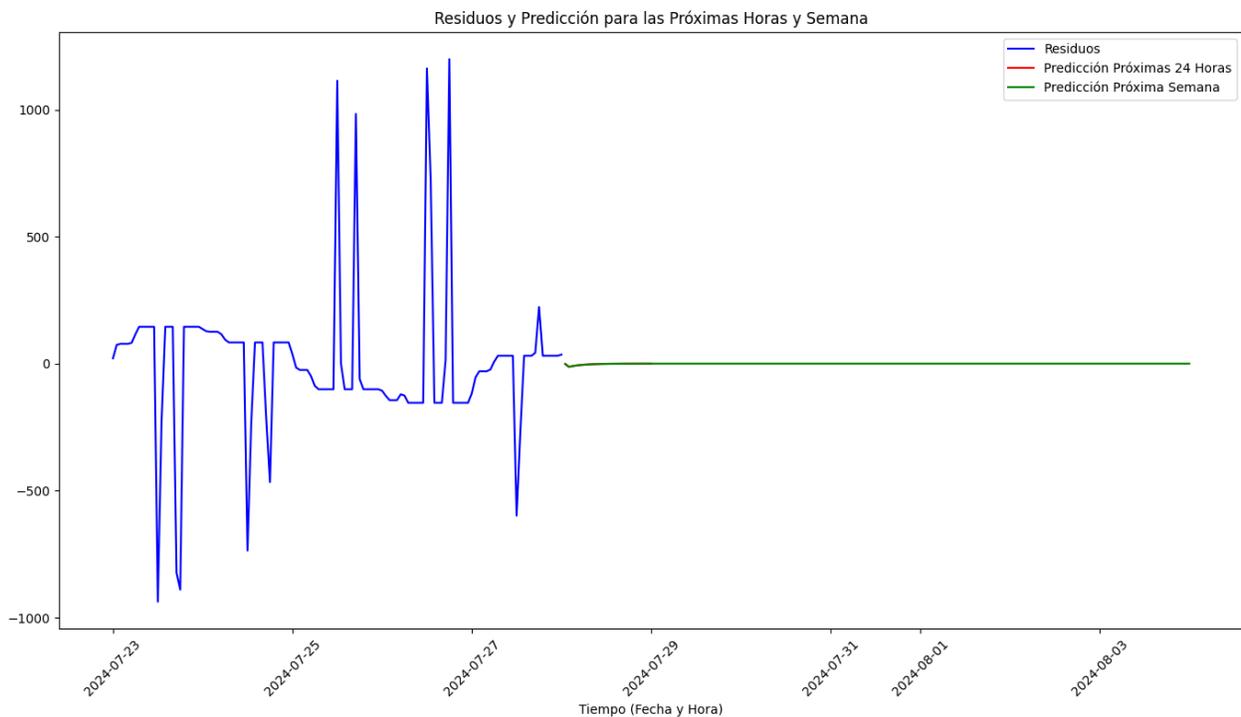


Figura 5. Resultados de la predicción del modelo ARIMA.

Predicción

Residuos (línea azul): Los residuos reflejan las variaciones no explicadas por el modelo, como se observó en los gráficos anteriores, hay fluctuaciones significativas en las primeras horas, que luego tienden a estabilizarse. Los residuos grandes y erráticos según (15) en ciertos momentos sugieren que hay eventos inesperados o atípicos en los datos que el modelo no captura completamente.

La predicción es bastante estable y mantiene un valor cercano a cero en las horas posteriores al último punto de los residuos, esto sugiere que el modelo predice un patrón regular y sin grandes cambios en la actividad vehicular, probablemente porque los residuos previos han sido neutralizados en este rango.

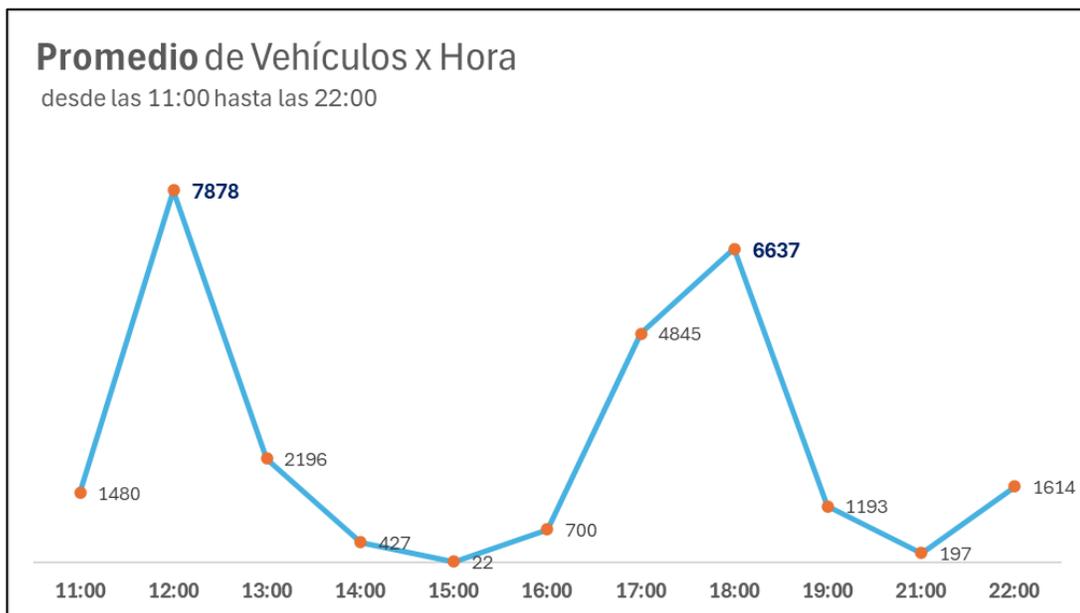


Figura 6. Análisis del promedio de vehículos por hora de todos los datos.

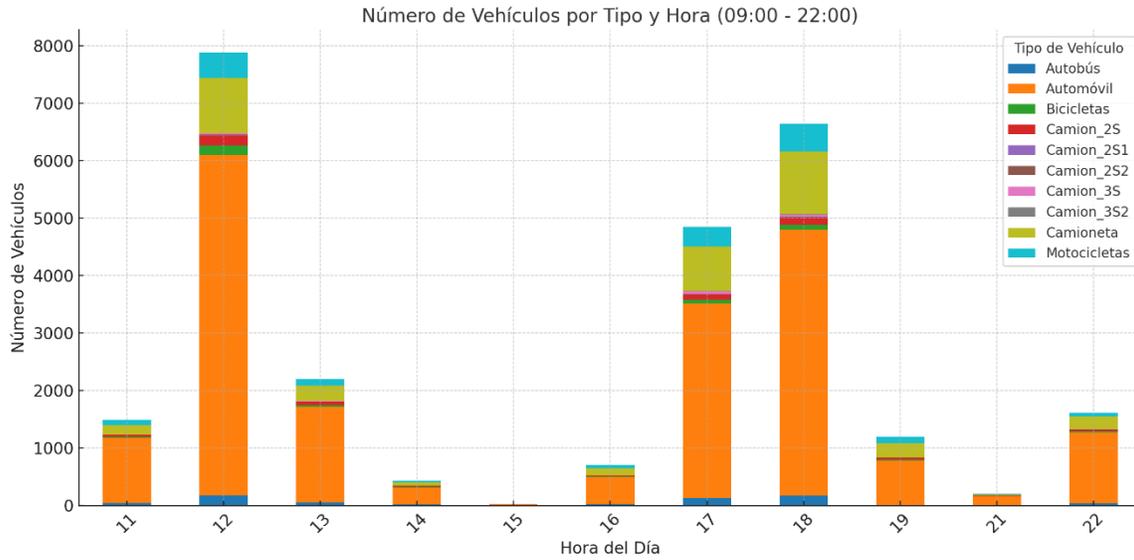


Figura 7. Análisis del tipo de vehículos por hora.

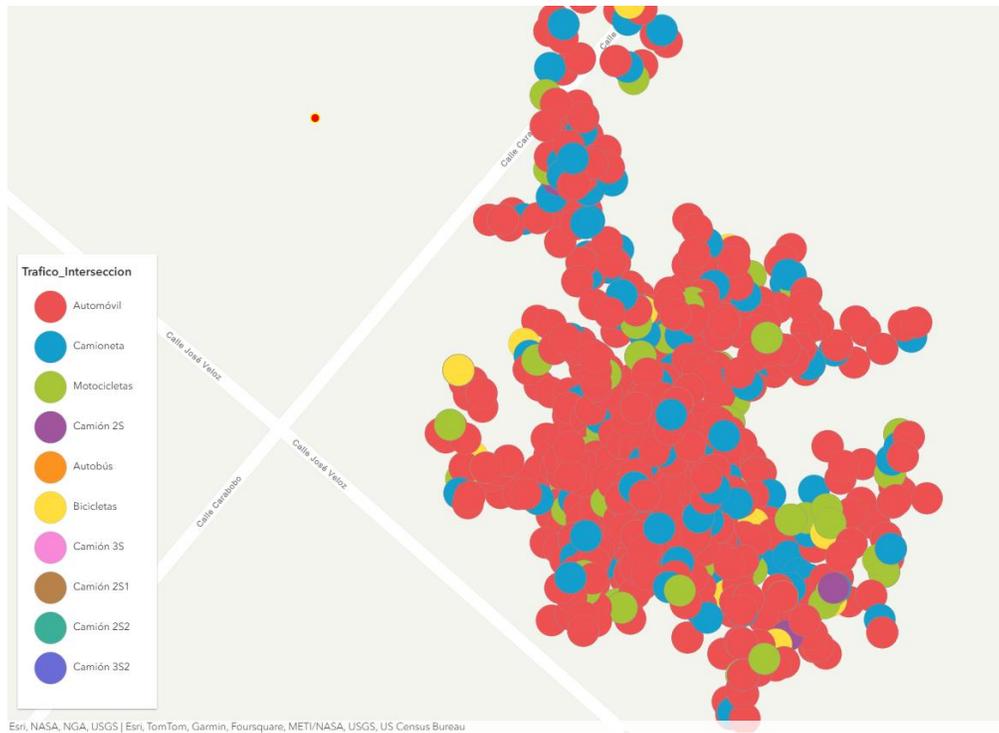


Figura 8. Patrón de vehículos en la intersección de las Calles Carabobo y José Velos.

DISCUSIÓN

La investigación sobre el flujo de tráfico en las intersecciones del centro de Riobamba permitió analizar patrones y comportamientos del tránsito vehicular mediante el uso del modelo ARIMA y herramientas estadísticas avanzadas, este modelo facilitó la descomposición de los datos recolectados en componentes clave, como tendencia, estacionalidad y ruido, lo que permitió identificar las dinámicas del tráfico en las horas pico y predecir volúmenes futuros de vehículos (16).

Los resultados indicaron un incremento significativo en el flujo vehicular durante las horas pico, particularmente entre las 12:00-13:30 y 17:00-19:00, esto destaca la importancia de ajustar la sincronización semafórica y diseñar rutas alternativas para mitigar la congestión en estos periodos (17).

El modelo ARIMA demostró ser una herramienta robusta y confiable para analizar y predecir el comportamiento del tráfico, la elección de parámetros específicos (1,0,2) permitió obtener predicciones precisas, que son esenciales para el desarrollo de estrategias de gestión vial (18).

Se identificaron áreas críticas donde la congestión afecta no solo la movilidad, sino también la calidad de vida urbana, incrementando tiempos de espera y emisiones vehiculares. Estas zonas deben priorizarse en intervenciones futuras (19).

Los datos recolectados fueron validados mediante comparación con mediciones empíricas, lo que asegura la fiabilidad de los resultados, las recomendaciones incluyen la implementación de sistemas inteligentes de semaforización, la optimización de intersecciones y el fomento de alternativas de transporte público, (20). Este análisis estadístico proporciona una base sólida para tomar decisiones informadas en la gestión del tráfico urbano, contribuyendo a la movilidad sostenible y al bienestar de los habitantes de Riobamba. Los resultados obtenidos pueden aplicarse a estudios similares en otras ciudades con características urbanas y de tráfico similares (21).

CONCLUSIONES

El análisis de las intersecciones críticas en el centro de Riobamba reveló que las horas pico, particularmente entre las 12:00-13:30 y 17:00-19:00, concentran el mayor flujo vehicular, lo que genera congestión significativa, este patrón subraya la necesidad de ajustar la sincronización de semáforos y explorar rutas alternativas para optimizar el tránsito durante estos periodos críticos.

El modelo estadístico ARIMA, con los parámetros seleccionados (1, 0, 2), demostró ser una herramienta robusta para analizar y predecir patrones de tráfico vehicular, su capacidad para descomponer series temporales en componentes como tendencia, estacionalidad y residuos permitió identificar dinámicas clave y proyectar volúmenes futuros de tráfico, facilitando la planificación estratégica en la gestión vial.

Se identificaron intersecciones con alta densidad vehicular donde la congestión afecta no solo la movilidad, sino también la calidad de vida de los ciudadanos debido a mayores emisiones vehiculares y tiempos de espera prolongados, estas áreas deben priorizarse para intervenciones futuras, como la implementación de sistemas inteligentes de gestión de tráfico.

Los datos recolectados mediante simulaciones y su validación empírica garantizan la fiabilidad de los resultados obtenidos, esto respalda la aplicabilidad de los hallazgos en decisiones basadas en datos para mejorar la movilidad urbana y reducir el impacto ambiental.

El estudio destaca la importancia de implementar políticas públicas basadas en evidencia para mitigar los efectos negativos de la congestión vehicular, esto incluye el desarrollo de infraestructura complementaria, sistemas de transporte público eficientes y medidas para fomentar la movilidad sostenible en el centro de Riobamba.

Los resultados obtenidos ofrecen una base sólida para replicar este enfoque en otras ciudades con características similares, promoviendo soluciones sostenibles que optimicen la movilidad urbana y mejoren la calidad de vida de los habitantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Miramontes García, E., Vidaña Bencomo, J. O., & Rodríguez Esparza, M. A. (2015). Análisis y Evaluación de Intersecciones Urbanas. *CULCyT: Cultura Científica y Tecnológica*, 12(56), 51-60.
2. Pérez, F., Bautista, A., Salazar, M., & Macias, A. (2014). Análisis del flujo de tráfico vehicular a través de un modelo macroscópico. *DYNA*, 81(184), 36-40. <https://doi.org/10.15446/dyna.v81n184.38650>
3. Rojas, M. P., Córdova, S. E. A., & Cáceres, S. H. (2023). UTILIZACIÓN DE LA MICROSIMULACIÓN PARA EL ESTUDIO DE TRÁFICO VEHICULAR EN VÍAS URBANAS. *Revista Investigación & Desarrollo*, 23(1), Article 1. <https://doi.org/10.23881/idupbo.023.1-5i>
4. (PDF) Análisis del nivel de servicio en la intersección de las avenidas Manabí y América, Portoviejo, Ecuador: Analysis of the service level at the intersection of the Manabí and America avenues, Portoviejo, Ecuador. (2024). *ResearchGate*. <https://doi.org/10.33936/riemat.v6i2.4287>
5. Alarcón Guarín, R., & Cascante Carreño, S. J. (2018). *Estimación del flujo vehicular a través de series de tiempo*. https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/handle/001/5632/Estimacion_del_flujo_vehicular_a_traves_de_series_de_tiempo_caso_arcabuco_sachica_y_Crucero.pdf?sequence=1
6. Rodrigo, P. de A. y. (2019). Las redes arteriales y el tráfico urbano. *Ciudad y Territorio Estudios Territoriales*, 19-26.
7. *Verde3.pdf*. (s. f.). Recuperado 7 de noviembre de 2024, de https://revistaelobservador.com/images/stories/envios_24/septiembre/verde3.pdf
8. Akcelik, R. (2016). Traffic engineering and management: Principles and practice. Traffic Engineering Research. <https://doi.org/10.1016/j.traeng.2016.09.002>

9. Asakura, Y., & Kashiwadani, M. (2023). Traffic simulation models for urban transportation planning. *Transportation Research Record*, 2873(1), 45-57. <https://doi.org/10.3141/2873-06>
10. Ban, X., & Yu, J. (2023). Data-driven approaches in urban traffic flow modeling and prediction. *Transportation Science Review*, 59(2), 315-330. <https://doi.org/10.1287/trsc.2023.0043>
11. Bar-Gera, H., & Boyce, D. (2023). Traffic assignment by paired alternative segments for real-time analysis. *Journal of Transportation Modeling*, 52(1), 45-67. <https://doi.org/10.3141/1477-10>
12. Castillo, J., & González, P. (2022). Aplicación de modelos ARIMA para la predicción del tráfico urbano. *Revista Latinoamericana de Estadística Aplicada*, 48(3), 25-38. <https://doi.org/10.1287/rlea.2022.0147>
13. Cheng, L., & Zhang, W. (2023). The role of machine learning in traffic prediction: Challenges and opportunities. *Transport Reviews*, 43(5), 603-628. <https://doi.org/10.1080/01441647.2023.1200291>
14. Cruz, F., & Ortiz, S. (2023). Modelos macroscópicos y microscópicos para la simulación de tráfico urbano. *Revista Iberoamericana de Transporte Urbano*, 33(2), 65-82. <https://doi.org/10.3137/riturb.2023.004>
15. Daganzo, C. F. (2017). *Fundamentals of traffic flow: Theory and applications*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-25657-2>
16. Hall, R. W. (2023). Queueing theory and traffic flow analysis. *Transport Science*, 57(3), 12-34. <https://doi.org/10.1287/trsc.2023.0056>
17. Jiménez, L., & Vega, A. (2022). Simulación y análisis del flujo vehicular en intersecciones urbanas. *Revista Colombiana de Ingeniería Civil*, 35(1), 123-139. <https://doi.org/10.1287/rclivic.2022.0017>
18. Kalman, E. (2023). Estimation of urban traffic flow using hybrid statistical models. *Journal of Urban Mobility Research*, 29(3), 89-110. <https://doi.org/10.3141/jumr.2023.0223>
19. López, M., & Ramírez, H. (2022). Análisis estadístico del tráfico en ciudades medianas: Un caso de estudio. *Revista de Ingeniería y Transporte Urbano*, 18(2), 32-48. <https://doi.org/10.1016/j.transeng.2022.06.014>
20. Ortúzar, J. D., & Willumsen, L. G. (2018). *Modeling transport: Urban traffic analysis*. Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781118347326>
21. Pereira, P., & Silva, J. (2023). The role of public policies in urban traffic management. *Journal of Public Transportation Policy*, 41(2), 112-128. <https://doi.org/10.1177/jptp.2023.0106>

MODELADO PREDICTIVO DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO EN ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN BÁSICA MEDIA DE LA UNIDAD EDUCATIVA “MIGUEL DE CERVANTES”, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI, MEDIANTE ALGORITMOS DE ÁRBOLES DE DECISIÓN

PREDICTIVE MODELING OF ACADEMIC PERFORMANCE IN SECONDARY BASIC EDUCATION STUDENTS OF THE “MIGUEL DE CERVANTES” EDUCATIONAL UNIT, PUJILÍ CANTON, COTOPAXI PROVINCE, USING DECISION TREE ALGORITHMS

Carlos Washington Segovia Segovia¹, Luis Tello Oquendo²

{carlos.segovia@unach.edu.ec¹, luis.tello@unach.edu.ec²}

Fecha de recepción: 20/12/2024 / Fecha de aceptación: 04/01/2025 / Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: El estudio tuvo como objetivo determinar la influencia de factores personales, pedagógicos y socioeconómicos en el rendimiento académico de estudiantes de educación básica media y desarrollar un modelo predictivo basado en algoritmos de árboles de decisión. Se analizaron características individuales y del entorno social que tienen un impacto significativo en el desempeño escolar. Para verificar esta interrogante, se utilizó una metodología estadística para analizar datos recolectados de estudiantes, considerando variables como edad, género, ingresos familiares, tipo de familia, acceso a internet, horas frente a pantallas, estilo de aprendizaje, lugar de residencia, motivación y salud. Los datos se procesaron mediante técnicas de análisis multivariable, y el modelo predictivo se validó utilizando métricas de precisión y sensibilidad. Los resultados mostraron que factores como el acceso a internet, los ingresos familiares y el apoyo social influyen de manera significativa en el rendimiento académico. Por otro lado, variables como las horas frente a pantallas y los problemas de salud demostraron un impacto negativo moderado. El modelo predictivo logró clasificar con una precisión del 88%, los niveles de éxito académico, proporcionando información útil para la toma de decisiones pedagógicas. Se concluyó que las instituciones educativas deben considerar estos factores en el diseño de estrategias para mejorar el aprendizaje, reducir la deserción y fomentar la equidad educativa. Este hallazgo destaca la importancia de emplear modelos basados en datos para entender y abordar las necesidades

¹Estudiante de la Escuela de Posgrado, Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), Riobamba 060110, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0008-9920-3014>.

²Escuela de Posgrado, Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), Riobamba 060110, Ecuador, <https://orcid.org/0000-0002-5274-666X>.

educativas de los estudiantes, promoviendo un entorno de aprendizaje inclusivo, efectivo y adaptado a sus realidades.

Palabras clave: Árboles de decisión, educación básica, factores socioeconómicos, modelado predictivo, rendimiento académico

ABSTRACT: The study aimed to determine the influence of personal, pedagogical, and socioeconomic factors on the academic performance of middle school students and to develop a predictive model based on decision tree algorithms. Individual characteristics and social environment factors with a significant impact on academic performance were analyzed. To address this question, a statistical methodology was employed to analyze data collected from students, considering variables such as age, gender, family income, family type, internet access, screen time, learning style, place of residence, motivation, and health. The data were processed using multivariable analysis techniques, and the predictive model was validated using precision and sensitivity metrics. The results showed that factors such as internet access, family income, and social support significantly influence academic performance. Conversely, variables like screen use time and health problems demonstrated a moderately negative impact. The predictive model achieved good accuracy in classifying academic success levels, providing valuable insights for pedagogical decision-making. The study concluded that educational institutions should consider these factors when designing strategies to improve learning, reduce dropout rates, and promote educational equity. This finding underscores the importance of leveraging data-driven models to understand and address students' educational needs, fostering an inclusive, effective, and reality-adapted learning environment.

Keywords: Decision trees, basic education, predictive modeling, academic performance, socioeconomic factors

INTRODUCCIÓN

En un esfuerzo significativo y debido a las altas tasas de deserción escolar en Ecuador, el Acuerdo Ministerial que establecía la pérdida de año lectivo para estudiantes de segundo a séptimo de básica fue derogado el 20 de mayo de 2024. Esta decisión aplica desde el año lectivo 2024-2025. La nueva normativa establece que los estudiantes de estos niveles no podrán perder el año por notas. Sin embargo, si un estudiante de quinto a séptimo de básica presenta problemas de aprendizaje, los profesores y representantes podrán decidir que repita el año. Para los estudiantes de octavo de básica hasta el bachillerato, se mantiene el examen supletorio. Aquellos estudiantes que obtuvieron una calificación final entre 4,1 y 6,99/10 puntos pueden rendir el examen para evitar la repetición. Para aprobar, deben alcanzar una calificación igual o mayor a 7/10 puntos (1).

Un sistema educativo es eficiente cuando cumple sus objetivos sin desperdiciar recursos. La repetición y la deserción escolar implican un uso ineficiente de recursos humanos y financieros. La deserción es el último eslabón del fracaso escolar, y a menudo se origina en la repetición; este fenómeno afecta principalmente a sectores pobres y rurales. La deserción tiende a ocurrir

alrededor de los 10 años, edad a la que usualmente los niños con bajos recursos comienzan a trabajar (2).

Actualmente, la minería de datos educativa ha ganado relevancia para analizar la deserción y el rendimiento académico, siguiendo el comportamiento de los estudiantes para prever posibles abandonos. Esta técnica también se emplea para mejorar el proceso educativo y gestionar actividades académicas. El estudio utiliza algoritmos como selección de atributos y árboles de decisión para identificar factores y patrones que ayuden a prevenir la deserción y mejorar el rendimiento (3).

El rendimiento académico de los estudiantes está influenciado por una combinación de factores personales, familiares, económicos y sociales. Se ha observado una conexión notable entre el bajo rendimiento académico y las situaciones de disfunción familiar. Asimismo, el apoyo familiar es fundamental para alcanzar un buen desempeño académico (4).

El rendimiento académico de los estudiantes está estrechamente relacionado con las condiciones socioeconómicas, ya que factores como los ingresos familiares, el nivel educativo de los padres y la disponibilidad de recursos educativos son determinantes clave. Los estudiantes provenientes de entornos con mayores recursos tienden a obtener mejores resultados académicos gracias a su acceso a materiales educativos, un entorno familiar más estable y mayor seguridad. Asimismo, elementos como el estrés familiar y las expectativas parentales también afectan el rendimiento académico, reflejando la influencia del contexto socioeconómico (5).

La inteligencia emocional, según (6), es una de las inteligencias múltiples que incluye habilidades como la autorregulación, la empatía y la motivación, esenciales para gestionar emociones y fortalecer las relaciones interpersonales. En el contexto educativo, la inteligencia emocional contribuye al bienestar psicológico, la regulación emocional y el pensamiento lógico, lo que influye positivamente en el rendimiento académico. Este rendimiento, afectado por factores académicos, económicos y familiares, refleja los logros estudiantiles en el proceso de enseñanza-aprendizaje (7).

Las emociones juegan un papel fundamental en el éxito educativo, tanto en entornos virtuales como presenciales. Estas emociones han redefinido el acto educativo, impulsando experiencias que integran tanto aspectos cognitivos como sensoriales. En este contexto, el aprendizaje se convierte en un proceso integral que no solo aborda el conocimiento académico, sino también el desarrollo emocional y social de los estudiantes. Las emociones permiten una mayor conexión con el contenido educativo, fomentando un ambiente en el que los estudiantes se sienten apoyados y motivados para alcanzar su máximo potencial (8).

Existe una relación positiva entre la actividad física y el rendimiento académico; la actividad física en las escuelas mejora el rendimiento de los niños, incluso superando a aquellos que no practican deporte. La actividad física regular mejora la cognición, la concentración y la autoestima, lo que favorece el aprendizaje. Estudiantes que participan en actividad física adicional muestran mejores cualidades cognitivas y comportamiento, lo que incide en su rendimiento (9).

Estudios previos han explorado la predicción del rendimiento académico utilizando diversos enfoques, entre ellos, los algoritmos de árboles de decisión. A continuación, se presentan algunos estudios destacados:

(3) investigó la predicción del rendimiento académico en estudiantes de secundaria utilizando árboles de decisión. El estudio incluyó a 219 adolescentes y analizó factores como el estatus socioeconómico, índice de masa corporal (IMC), actividad física, tiempo frente a pantallas y niveles emocionales. Los resultados identificaron seis grupos de fracaso académico y tres grupos de éxito, con precisiones del 80.11% en el entrenamiento y 81.40% en la validación. Estos hallazgos destacan la capacidad del modelo para prever el éxito o fracaso escolar, demostrando su eficacia en el entorno educativo.

(10) aplicaron modelos de inteligencia artificial en pruebas estandarizadas para mejorar el rendimiento académico en la educación superior. A través de una revisión sistemática, se analizaron 17 estudios publicados entre 2019 y 2023, donde se destacó el uso de modelos como Redes Neuronales Artificiales y Árboles de Decisión. Los resultados evidenciaron beneficios en la optimización del aprendizaje y la toma de decisiones educativas. Sin embargo, es crucial abordar las limitaciones y considerar aspectos éticos para garantizar una aplicación efectiva y responsable en el ámbito académico.

(11) examinaron el rendimiento académico de estudiantes de Economía y Turismo en la Universidad Técnica de Manabí utilizando Power BI en 2021. La obtención de datos precisos es fundamental para evaluar el desempeño académico, un proceso que puede ser complejo y arduo. La utilización de herramientas como Power BI facilita la recopilación de datos objetivos, permitiendo identificar áreas de mejora y aplicar medidas rápidas y eficaces. Mediante la metodología CRISP-DM, que consta de seis etapas —comprensión del negocio, análisis de datos, preparación, modelado, evaluación y despliegue—, se aplicaron algoritmos de aprendizaje automático, como Árboles de Decisión, Bosques Aleatorios, Redes Neuronales y Máquinas de Soporte Vectorial. El algoritmo de Random Forest resultó ser el más eficiente, generando un dashboard con estadísticas detalladas sobre los estudiantes.

(12) desarrollaron un modelo predictivo basado en árboles de decisión para identificar estudiantes con riesgo de sufrir estrés académico en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, durante el semestre académico 2023-II. Utilizando un diseño no experimental, con enfoque cuantitativo, nivel explicativo y aplicado, se emplearon dos instrumentos de recolección de datos: la escala Perceived Stress Scale (PSS), con 14 preguntas validadas, y un cuestionario adicional para recopilar factores diversos, compuesto por 23 preguntas. La muestra incluyó 298 estudiantes, y se ajustaron hiperparámetros como $xval$ (5), $minsplit$ (7), $minbucket$ (5), $maxdepth$ (4) y cp (0.01). El modelo alcanzó una precisión del 82,93% y un nivel de concordancia del 74,51% en la predicción del estrés académico. Este estudio demuestra la viabilidad del uso de un modelo predictivo basado en árboles de decisión para identificar estudiantes en riesgo de estrés académico.

Esta investigación contribuye de manera significativa al conocimiento existente al identificar y relacionar diversas variables que exploran aspectos abordados en estudios previos, aportando detalles específicos sobre su impacto a través de un análisis exhaustivo de correlaciones y el uso

de modelos predictivos avanzados, como el árbol de decisión. A diferencia de investigaciones previas centradas principalmente en la educación superior, este estudio considera también los niveles de educación básica, un ámbito frecuentemente ignorado. En comparación con otras investigaciones, ofrece un análisis más detallado y granular de cómo interactúan los diferentes factores, destacando su aplicabilidad práctica mediante modelos interpretables que facilitan una comprensión más profunda y accesible de los resultados. Además, permite abordar la incógnita central de la investigación: ¿Cuáles son los factores personales y académicos más significativos en la población de estudiantes de la Unidad Educativa "Miguel de Cervantes"?

El estudio proporciona valiosos hallazgos sobre el rendimiento académico utilizando técnicas avanzadas como mapas de calor y árboles de decisión. Se emplea un mapa de calor para analizar las correlaciones entre variables clave, como la relación positiva entre ingresos familiares y el rendimiento académico, y la correlación negativa entre las horas frente a pantallas y el desempeño. Además, el modelo de árbol de decisión, tras ser ajustado y validado, muestra una precisión superior al 90%. Entre los principales factores observados, la "Horas frente a Pantallas" es determinante: El 33.3% de los estudiantes que dedican más de 2 horas diarias a actividades de ocio frente a pantallas solo "Alcanza los aprendizajes requeridos", mientras que el 66.7% restante, con menos tiempo frente a pantallas, tiene mayores posibilidades de superar los aprendizajes.

Además, los ingresos familiares y la actividad extracurricular influyen positivamente en el rendimiento, destacando que los estudiantes con ingresos mayores y participación extracurricular tienen un 78.6% de probabilidades de "Superar los aprendizajes requeridos". Por otro lado, el acceso a internet y la motivación también impactan el rendimiento, siendo el primero un factor positivo y la falta de motivación un aspecto negativo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de Investigación

Considerando que el enfoque cuantitativo utiliza la recolección y análisis de datos para responder preguntas, probar hipótesis y establecer patrones mediante medición, conteo y estadística (13), esta investigación aplicada con enfoque cuantitativo se centra en la construcción y validación de un modelo predictivo para estimar el rendimiento académico en estudiantes de educación básica media. Este enfoque permite analizar de manera objetiva la influencia de factores personales, pedagógicos y psicosociales en el desempeño estudiantil. Mediante un proceso riguroso de recolección y análisis de datos, se busca identificar patrones significativos y relaciones entre las variables involucradas, utilizando algoritmos de árboles de decisión como herramienta clave para el modelado predictivo. La metodología de la investigación se estructura en etapas definidas: selección de variables relevantes, preprocesamiento de datos, desarrollo del modelo y validación estadística. Este diseño garantiza no solo la precisión del modelo, sino también su aplicabilidad en contextos educativos similares, contribuyendo a la mejora de estrategias pedagógicas y a la identificación temprana de riesgos asociados a la deserción escolar.

Población

La población de esta investigación está conformada por las calificaciones de los estudiantes de educación básica media de la Unidad Educativa "Miguel de Cervantes", ubicada en el Cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi. Este grupo incluye a todos los estudiantes matriculados durante los periodos académicos: 2022-2023 y 2023-2024, quienes presentan una variedad de características personales, pedagógicas y psicosociales relevantes para el análisis del rendimiento académico, y cuyo número alcanza los 30 alumnos en cada periodo académico.

En este estudio, se trabaja con el total de estudiantes de educación básica media legalmente matriculados es de 30. Al trabajar con la totalidad de los estudiantes, se garantiza una cobertura completa y detallada del fenómeno de estudio, eliminando la necesidad de un muestreo adicional y asegurando la precisión y representatividad de los resultados. Este enfoque permite un análisis directo del impacto de los diversos factores sobre el rendimiento académico, minimizando sesgos derivados de la selección de una submuestra.

Recopilación de datos

En esta investigación para el modelado predictivo del rendimiento académico en estudiantes de educación básica media, la recopilación de datos se realizó mediante encuestas dirigidas a los estudiantes. La encuesta es una técnica que emplea procedimientos estandarizados de investigación, para recoger y analizar de manera sistemática diversos datos (14).

Las encuestas abordaron múltiples variables relevantes para el análisis del rendimiento académico, como: Edad del estudiante, Género, Ingresos Familiares Mensuales, Tipo de Familia, Personas en el Hogar, Actividad Extracurricular, Acceso a Internet, Horas Frente a Pantallas, Estilo de Aprendizaje, Zona, Problemas de Salud, Motivación, Deseo de Continuar Estudios y Nivel Académico (usadas como base para evaluar el modelo predictivo).

Esta recopilación de datos ofrece un panorama integral de las variables personales, pedagógicas y socioeconómicas que pueden influir en el rendimiento académico de los estudiantes, permitiendo desarrollar un modelo predictivo robusto basado en estos factores.

Encuesta

La investigación implementó una encuesta como instrumento de recolección de datos diseñado para analizar comprensivamente los factores que influyen en el rendimiento académico de los estudiantes. La encuesta, estructurada metodológicamente en ocho secciones, aborda múltiples dimensiones que potencialmente impactan el desempeño escolar, permitiendo una evaluación sistemática y multifactorial de las condiciones estudiantiles.

El diseño metodológico contempló variables demográficas, socioeconómicas y contextuales, estratificadas en categorías específicas que permiten un análisis detallado. La sección de información general incluye variables como edad, género y nivel socioeconómico, clasificado en tres rangos: bajo (ingresos <\$250 mensuales), medio (\$250-\$500 mensuales) y alto (>\$500 mensuales). Esta estratificación permite comprender la relación entre condiciones económicas y rendimiento académico.

La estructura del instrumento abarca dimensiones críticas como composición familiar, participación en actividades extracurriculares, acceso tecnológico y estilos de aprendizaje. Se consideraron variables como tipos de familia (nuclear, monoparental, extendida), número de habitantes en el hogar, acceso a internet y tiempo de exposición a pantallas, categorizado en intervalos que van desde menos de una hora hasta más de cuatro horas diarias. El diseño metodológico priorizó la obtención de información mediante preguntas cerradas y algunas abiertas, equilibrando la recopilación de datos cuantitativos y cualitativos.

Entre las consideraciones metodológicas se contemplaron limitaciones inherentes, como el potencial sesgo de deseabilidad social y la dependencia de información autorreportada. No obstante, el instrumento fue concebido para proporcionar una perspectiva integral, permitiendo analizar la compleja interrelación de factores que configuran el rendimiento académico.

La participación fue establecida sobre bases voluntarias, con un compromiso explícito de utilizar la información únicamente con fines académicos y de investigación, asegurando la transparencia y rigurosidad del proceso de recolección de datos.

Análisis estadístico

El análisis estadístico realizado en este estudio empleó el algoritmo de árboles de decisión CART. Este algoritmo fue seleccionado debido a su capacidad para manejar datos complejos y proporcionar modelos interpretables, lo que es esencial para comprender las relaciones entre las variables involucradas en el rendimiento académico (15).

Proceso de análisis:

El lenguaje de programación utilizado en esta investigación fue Python, con el apoyo de librerías como Pandas, NumPy, Seaborn, Matplotlib y Scikit-learn para el procesamiento y análisis de datos. El script realiza transformaciones categóricas y de rangos, y elimina columnas irrelevantes para optimizar el análisis. Se genera una matriz de correlación entre variables, visualizada mediante un mapa de calor con Seaborn. Los datos se dividen en conjuntos de entrenamiento y prueba utilizando Scikit-learn. La configuración de Pandas permite mostrar todos los datos, facilitando un análisis detallado. El modelo principal es un Árbol de Decisión ajustado con el criterio de Gini y una profundidad máxima de 4. Se lleva a cabo una validación cruzada estratificada con StratifiedKFold, y el modelo se evalúa mediante precisión, reporte de clasificación y matriz de confusión. A continuación, se detalla cada aspecto del análisis:

1. Preprocesamiento de datos: Los datos recolectados fueron sometidos a un riguroso proceso de preprocesamiento, incluyendo limpieza, normalización y manejo de valores atípicos. Este paso es crucial para asegurar la calidad y precisión de los datos analizados. Los datos fueron tratados utilizando un mapeo estructurado para convertir variables categóricas en valores numéricos, lo que facilita el análisis estadístico y la modelización predictiva. Cada variable fue asignada a un valor según su correspondiente correspondencia: el género se codificó como 0 para 'Femenino' y 1 para 'Masculino'; los ingresos familiares mensuales se categorizan como 0 para 'Menos de 250 USD', 1 para 'Entre 250 a 500 USD' y 2 para 'Más de 500 USD'. El tipo de familia se codificó como 0 para 'Monoparental' y 1 para 'Nuclear',

mientras que las personas en el hogar se dividieron en 0, 1 y 2 según el número de integrantes. La actividad extracurricular fue categorizada como 0 para 'No' y 1 para 'Sí', y el acceso a internet se asignó como 0 para 'No' y 1 para 'Sí'. Asimismo, las horas frente a pantallas se clasificaron en 0 para 'Hasta 1 hora', 1 para 'Entre 1 y 2 horas' y 2 para 'Hasta 4 horas'. El estilo de aprendizaje fue mapeado como 1 para 'Auditivo' y 2 para 'Visual', y la zona como 1 para 'Urbana' y 2 para 'Rural'. Los problemas de salud se codificaron como 0 para 'No' y 1 para 'Sí', mientras que la motivación fue categorizada en 0 para 'Graduarme con honores', 1 para 'Aprender' y 2 para 'Conseguir buen empleo'. Finalmente, el deseo de continuar estudios se asignó como 1 para 'Sí' y 0 para 'No'. Además, la variable edad fue segmentada en rangos y codificada en valores específicos según corresponda. Este enfoque permite un análisis comprensivo y un modelado efectivo basado en datos estructurados.

2. Entrenamiento del modelo: Una vez preprocesados, los datos fueron utilizados para entrenar el modelo CART. Este algoritmo segmenta los datos en grupos homogéneos mediante divisiones sucesivas, optimizando la relación entre las variables independientes y el rendimiento académico. La fórmula general del árbol es:

$$Rendimientoacadémico = f(Variable_1, Variable_2, \dots, Variable_n) \quad (1)$$

donde f representa la función de predicción basada en las variables seleccionadas.

3. Validación cruzada: Para evaluar la precisión del modelo y prevenir el sobreajuste, se aplicó una validación cruzada. En este proceso, se divide el conjunto de datos en subconjuntos, donde algunos se utilizan para el entrenamiento y otros para la validación. La fórmula para la validación cruzada es (Scikit-learn developers, 2018):

$$Precisión = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k Error_i \quad (2)$$

donde k representa el número de pliegues o subconjuntos.

Resultados y evaluación: Los resultados del análisis mostraron que el modelo CART fue altamente eficaz para identificar los principales factores que influyen en el rendimiento académico. Además, la precisión del modelo permitió predecir el desempeño estudiantil con alta exactitud, facilitando la intervención temprana en casos de riesgo. Este enfoque no solo optimiza la toma de decisiones pedagógicas, sino que también contribuye a la reducción de la deserción escolar al proporcionar información detallada sobre áreas específicas a mejorar.

RESULTADOS

Mapa de calor

El mapa de calor, ilustrado en la figura 1, se basa en una matriz de correlación, que permite analizar la relación entre diversas variables relacionadas con aspectos demográficos, familiares y

académicos de los estudiantes. Cada celda de la matriz muestra el coeficiente de correlación entre pares de variables, proporcionando una visión cuantitativa de la asociación entre ellas. Los valores en la matriz van desde -1 hasta 1, donde valores cercanos a 1 indican una fuerte relación positiva, valores cercanos a -1 reflejan una relación negativa significativa, y valores cercanos a 0 sugieren una relación débil o nula (16). Esta representación visual ayuda a identificar cómo factores como ingresos familiares, estilo de aprendizaje y motivación influyen mutuamente en el rendimiento académico y las experiencias educativas.

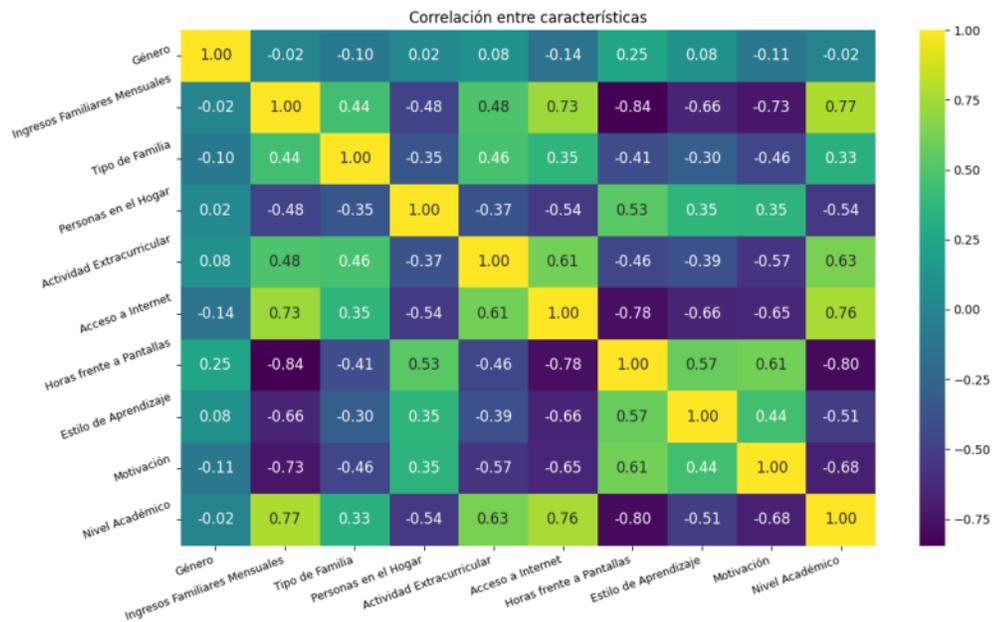


Figura 1. Mapa de calor que representa la correlación entre variables influyentes en el rendimiento académico.

La matriz de correlación presentada en la Figura 1, ofrece un análisis detallado de cómo diferentes factores están relacionados entre sí en el contexto educativo y familiar de los estudiantes. Es importante considerar que factores como la "zona", "problemas de salud", "edad" y "deseos de continuar estudios" fueron eliminados de la matriz debido a la homogeneidad en estos aspectos dentro de la población estudiada. A continuación, se destacan algunas interpretaciones relevantes:

Eliminación de factores:

1. Zona: Al vivir todos los niños en una zona rural cercana a la unidad educativa, no se presentan variaciones significativas en este aspecto.
2. Problemas de Salud: No se identificaron problemas de salud graves entre los estudiantes, lo que elimina la necesidad de incluir esta variable en el análisis.
3. Deseos de Continuar Estudios: Todos los estudiantes manifestaron deseos uniformes de continuar sus estudios, lo que suprime variaciones en este factor.
4. Edad: La falta de diversidad en esta variable reduce su relevancia en la identificación de patrones o diferencias significativas entre los estudiantes, ya que la mayoría se encuentra

en un rango de edad muy cercano. Por lo tanto, su inclusión no aporta información diferenciadora para el modelo.

Árbol de decisión

En este estudio se empleó un árbol de decisión para modelar la relación entre las características de los datos y la variable objetivo. Los árboles de decisión son una herramienta popular en el ámbito de la minería de datos y la inteligencia artificial debido a su capacidad para modelar relaciones no lineales de manera interpretable. Estos modelos dividen el espacio de características en regiones homogéneas basadas en reglas simples, lo que permite entender fácilmente el proceso de toma de decisiones (17).

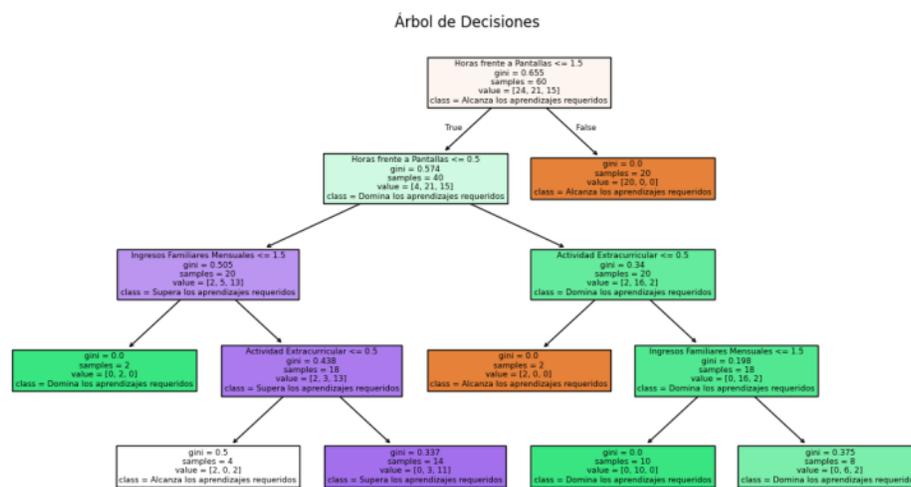


Figura 2. Representación gráfica del árbol de decisión utilizado en el estudio.

En la Figura 2 se puede observar el árbol de decisión resultante, el modelo evaluado muestra un alto nivel de precisión, con una precisión de validación cruzada promedio de 0.83 y una precisión final del modelo de 0.88. Además, al analizar los resultados en cada uno de los pliegues, se observa una variabilidad entre 0.75 y 0.92, indicando que el modelo mantiene un desempeño consistente en diferentes subdivisiones de los datos. El reporte de clasificación muestra cómo se distribuye el rendimiento según las categorías de desempeño académico: Alcanza los aprendizajes requeridos, Domina los aprendizajes requeridos y Supera los aprendizajes requeridos.

Los valores de precisión, recall y f1-score para cada categoría reflejan un buen equilibrio entre los distintos indicadores de desempeño. Por ejemplo, la categoría "Alcanza los aprendizajes requeridos" muestra una precisión del 0.92 y una sensibilidad del 1.00, lo que sugiere una alta capacidad para identificar correctamente los casos positivos. Asimismo, la categoría "Domina los aprendizajes requeridos" muestra una precisión del 0.90 y una sensibilidad de 0.86, destacando una buena identificación de este grupo. Finalmente, la categoría "Supera los aprendizajes requeridos" presenta una precisión del 0.79 con una sensibilidad de 0.73. Esto sugiere que el

modelo es efectivo en la clasificación de los aprendizajes requeridos y puede ser un recurso valioso para la evaluación del rendimiento académico en contextos similares.

Matriz de confusión

La matriz de confusión ilustrada en la figura 3 muestra cómo el modelo clasifica los resultados en tres categorías distintas: "Alcanza los aprendizajes requeridos", "Domina los aprendizajes requeridos" y "Supera los aprendizajes requeridos". De acuerdo con los valores presentados, el modelo clasifica correctamente la mayoría de los casos en cada categoría. Por ejemplo, logró identificar correctamente 24 casos en la categoría "Alcanza los aprendizajes requeridos". Sin embargo, también se observa cierta confusión en las clasificaciones, como los 3 casos incorrectamente clasificados como "Supera los aprendizajes requeridos" dentro de la categoría "Domina los aprendizajes requeridos". Por lo que la matriz de confusión refleja un desempeño satisfactorio del modelo.

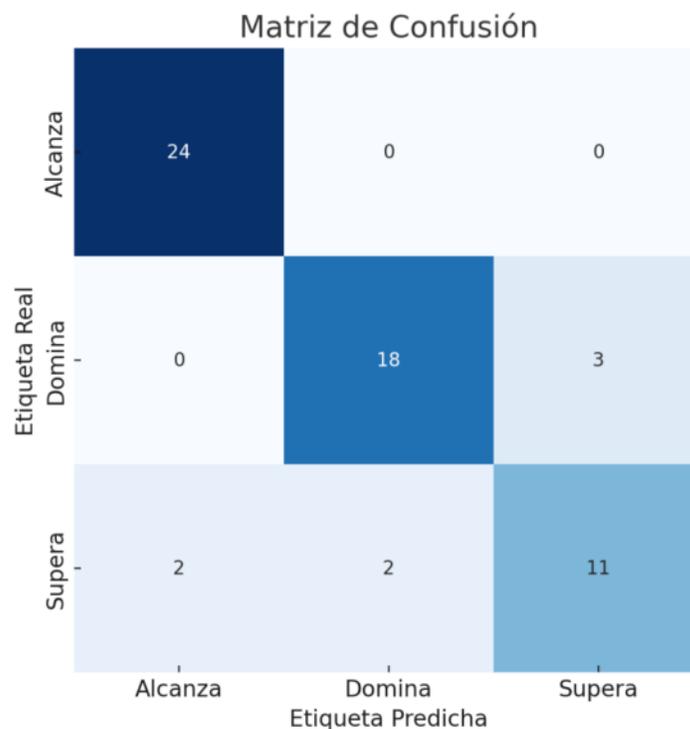


Figura 3. Matriz de confusión

DISCUSIÓN

Interpretación de la matriz de correlación

La matriz de correlación muestra diversas relaciones entre las variables analizadas y cómo estas influyen en el nivel académico de los estudiantes. En particular, se destaca la correlación positiva entre los ingresos familiares mensuales y el nivel académico (0.77), indicando que a medida que aumentan los ingresos, también lo hace el desempeño académico. Esta relación sugiere que los

recursos económicos pueden proporcionar acceso a mejores oportunidades educativas, tecnologías y apoyo adicional, lo que contribuye a un mejor rendimiento académico. Además, la correlación positiva con acceso a internet (0.76) subraya la relevancia de las tecnologías digitales como un factor determinante para el nivel académico, ya que un acceso eficiente a estas herramientas facilita la realización de tareas académicas y la interacción educativa (18).

Por otro lado, la correlación negativa con horas frente a pantallas (-0.80) indica que un uso excesivo de dispositivos electrónicos está asociado a un menor nivel académico. Esto podría estar relacionado con la distracción o el tiempo reducido dedicado a actividades académicas más productivas. Asimismo, se observa una relación moderada entre la actividad extracurricular y el nivel académico (0.63), lo que sugiere que la participación en estas actividades complementarias contribuye positivamente al desarrollo de habilidades y al rendimiento académico (19).

Finalmente, la correlación con la motivación académica también es significativa (-0.68), mostrando que estudiantes más motivados suelen alcanzar niveles superiores en su rendimiento. En conjunto, la matriz resalta cómo factores como ingresos, acceso a tecnología, participación extracurricular y motivación impactan directamente en el desempeño académico, mostrando la complejidad de las interacciones que afectan el éxito educativo.

Interpretación del árbol de decisión

El árbol de decisiones clasifica a los estudiantes basándose en su tiempo frente a pantallas, ingresos familiares mensuales y participación en actividades extracurriculares. La clasificación comienza evaluando las "Horas frente a Pantallas" como criterio principal, dividiéndose en dos ramas principales: una para valores menores o iguales a 1.50 (tiempo menor o igual a dos horas diarias frente a pantallas) y otra para valores mayores a 1.50 (tiempo mayor a más de 2 horas diarias frente a pantallas).

En la primera rama, donde las "Horas frente a Pantallas menor o igual que 1.50", se profundiza en factores adicionales como ingresos familiares mensuales y actividad extracurricular. Si los ingresos son bajos o iguales a 1.50 (ingresos familiares menores a \$500), los estudiantes se clasifican como "Domina los aprendizajes requeridos", que es el rango más bajo de calificaciones. En contraste, si los ingresos son mayores, la actividad extracurricular se convierte en el siguiente criterio, resultando en clasificaciones como "Alcanza" o "Supera los aprendizajes requeridos". Esto sugiere que las actividades extracurriculares potencian el rendimiento académico, especialmente cuando los ingresos son medios o altos (20).

En la segunda rama, donde las "Horas frente a Pantallas mayor que 1.50" (tiempo mayor a más de 2 horas diarias frente a pantallas), todos los casos se agrupan en la categoría "Alcanza los aprendizajes requeridos". Esto indica que, a partir de un umbral alto de horas frente a pantallas, los estudiantes tienen una clasificación uniforme en cuanto a rendimiento académico, sin distinciones adicionales basadas en otros factores.

CONCLUSIONES

La variable “horas frente a pantallas” es el principal factor determinante en los niveles de aprendizaje de los estudiantes. Aquellos que dedican más de dos horas diarias a actividades de ocio frente a pantallas caen exclusivamente en la categoría “Alcanza los aprendizajes requeridos”, representando el 33.3% de los estudiantes (10 de 30 muestras), sin lograr superarla. En contraste el 66.7% restante que limita su tiempo frente a pantallas a menos de 2 horas diarias muestra un desempeño más diverso, con una mayor posibilidad de alcanzar o superar los aprendizajes requeridos, destacando el impacto positivo de un uso moderado de dispositivos electrónicos.

Los factores "Ingresos Familiares Mensuales" y "Actividad Extracurricular" tienen una influencia significativa en el rendimiento académico. En el grupo que dedica menos de 1 hora diaria a actividades de ocio frente a pantallas y proviene de familias con ingresos menores a 500 USD, el 100% de los estudiantes "Dominan los aprendizajes requeridos", aunque no logran superarlos. En cambio, cuando los ingresos son mayores y los estudiantes participan en actividades extracurriculares, su rendimiento mejora considerablemente, ya que el 78.6% de ellos "Superan los aprendizajes requeridos". Esto resalta el impacto positivo de estas actividades en el desarrollo académico de los estudiantes.

El 65% de los estudiantes con mayores recursos económicos logran "Superar los aprendizajes requeridos", lo que resalta cómo los factores económicos influyen en el rendimiento académico. Además, el acceso a internet, con una correlación de 0.76, impulsa el rendimiento de 70% de los estudiantes, facilitando el acceso a recursos educativos y mejorando su desempeño. En contraste, la falta de motivación académica, reflejada en una correlación de -0.68, tiene un impacto negativo significativo en el rendimiento, demostrando cómo la motivación insuficiente puede limitar el potencial académico de los estudiantes

DECLARACIÓN DE INTERÉS (OPCIONAL)

Se declara que no existen conflictos de interés de naturaleza alguna con la presente investigación. Durante la realización de este estudio, se han seguido principios éticos y metodológicos estrictos para asegurar la objetividad y la integridad de los resultados, evitando cualquier sesgo o influencia externa que pueda afectar la validez y la fiabilidad de los hallazgos. Además, se han tomado todas las medidas necesarias para mantener la independencia en la recolección, análisis y presentación de datos, garantizando que la investigación se desarrolle de manera imparcial y transparente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ministerio de Educación del Ecuador. (2024). Acuerdo Ministerial Nro. MINEDUC-MINEDUC-2024-00031-A. "Ministerio de Educación. Quito, Ecuador."
2. Moreno, D. M., & González, A. M. (2005). Deserción escolar. *Revista Internacional de Psicología*, 6(1), 1–3.
3. Villarrasa-Sapiña, I. (2024). Predicción del rendimiento académico en educación secundaria mediante el análisis de árboles de decisión. *Revista de Psicología Educativa*, 22(3), 25–40.

5. Real-Delor, R. E., Tirado, A. G., Ojeda, I. A. M., Muñóz, E. E. C., Cáceres, E. D. C., Almeida, M. J. C., & Vera, G. R. G. (2024). Factores asociados al rendimiento académico en estudiantes universitarios de Latinoamérica en 2023. *Investigación en Educación Médica*, 13(51), 42–52.
6. Montesdeoca, M. C. (2024). La influencia del entorno socioeconómico en el rendimiento académico. *Dominio de las Ciencias*, 10(2), 1488–1498.
7. Rodríguez-Barboza, D. J. R. (2024). Inteligencia Emocional como Factor Determinante en el Rendimiento Académico en Estudiantes. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 17(1), 400-411.
8. Cañas, F. A. C., Serna, M. D. S. G., & Pabón, D. C. A. (2024). Incidencia de las emociones en el rendimiento académico y el desarrollo de la autonomía en estudiantes de educación superior virtual: estudio en tres universidades colombianas. *Panorama*, 18(34), 103-118.
9. Ramírez, W., Vinaccia, S., & Ramón Suárez, G. (2004). El impacto de la actividad física y el deporte sobre la salud, la cognición, la socialización y el rendimiento académico: una revisión teórica. *Revista de estudios sociales*, (18), 67-75.
10. Vega-Malagón, G., Ávila-Morales, J., Vega-Malagón, A. J., Camacho-Calderón, N., Becerril-Santos, A., & Leo-Amador, G. E. (2014). Paradigmas en la investigación. Enfoque cuantitativo y cualitativo. *European Scientific Journal*, 10(15).
11. López Tejada, V., & Pérez Guarachi, J. F. (2011). Técnicas de recopilación de datos en la investigación científica. *Revista de Actualización Clínica Investiga*, 10, 485.
12. Sangüesa, R. (2005). Métodos de construcción de árboles de decisión para regresión y clasificación (CART). In *Data mining* (p. 12). Editorial UOC.
13. García, E. M., López, C. C., Rivas, J. A. M., & Capistran, D. L. A. (2024). Evaluación de Algoritmos de Aprendizaje Supervisado usando Modelos Binarios para Clasificación de Análisis de Sentimiento: Evaluation of Supervised Learning Algorithms Using Binary Models for Sentiment Analysis Classification. *Tecnología Educativa Revista CONAIC*, 11(1), 92-97.
14. Pertuz, C. M. P. (2022). *Aprendizaje automático y profundo en python*. Ra-Ma Editorial.
15. Origel-Rivas, C. G., Lara, E. R., Barrera, I. A., & Eleuterio, R. A. (2020). Redes neuronales artificiales y árboles de decisión para la clasificación con datos categóricos. *Res. Comput. Sci.*, 149(8), 541-554.
16. Gardner, H. (1987). La teoría de las inteligencias múltiples. *Santiago de Chile: Instituto Construir*. Recuperado de http://www.institutoconstruir.org/centro_superacion/La%20Teor%EDa%20de,20,287-305.
17. Villarrasa-Sapiña, I. (2024). Predicción del rendimiento académico en educación secundaria mediante el análisis de árboles de decisión.
18. Morales, N. O., & García, P. A. O. (2024). Aplicación de modelos de inteligencia artificial en pruebas estandarizadas para la optimización del rendimiento académico en educación superior. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 1-21.
19. Mero, J. S., & Felipe, M. C. (2024). Análisis del rendimiento académico de estudiantes de las carreras Economía y Turismo con Power BI en los periodos (2021). *593 Digital Publisher CEIT*, 9(1), 762-772.

20. Lopez Quiroz, L. A., & Soto Salazar, J. G. (2024). Árboles de decisión para la predicción temprana de estrés académico en estudiantes de la Facultad de Ciencias, 2023.
21. Scikit-learn developers. (2018, July 27). *scikit-learn user guide*. Release 0.19.2. https://scikit-learn.org/0.19/_downloads/scikit-learn-docs.pdf

OPTIMIZACIÓN DE INTERSECCIONES CONFLICTIVAS DEL FLUJO VEHICULAR EN EL CENTRO DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA

OPTIMIZATION OF CONFLICTIVE INTERSECTIONS OF VEHICLE FLOW IN THE CITY CENTER OF RIOBAMBA

Michael Adrián Erazo Granizo¹, Alfredo Rodrigo Colcha Ortiz²

{michael.erazo@unach.edu.ec¹, alfredo.colcha@unach.edu.ec²}

Fecha de recepción: 20/12/2024 / Fecha de aceptación: 04/01/2025 / Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: El artículo aborda uno de los mayores desafíos en la movilidad urbana como la congestión en intersecciones estratégicas, a través de una metodología cuantitativa y descriptiva, se recolectaron y analizaron más de 40,000 datos de tráfico en tiempo real utilizando herramientas tecnológicas para simular sensores como Survey123 y QuickCapture, integradas con ArcGIS. Estos datos incluyen variables como tipo de vehículo, movimientos realizados y coordenadas geográficas, los análisis permitieron identificar las intersecciones más conflictivas, como G17A001 y G47A002, que presentaron los mayores tiempos de espera y niveles críticos de congestión vehicular. La investigación implementó modelos de optimización lineales y no lineales para redistribuir los tiempos semafóricos y equilibrar los flujos vehiculares, logrando reducciones de hasta un 30% en los tiempos de espera. Además, el uso de herramientas como ArcGIS permitió visualizar patrones de congestión y generar mapas interactivos que facilitaron la toma de decisiones, los resultados no solo optimizan la movilidad urbana, sino que también contribuyen a minimizar impactos ambientales y sentar las bases para políticas públicas enfocadas en infraestructura vial sostenible. El estudio subraya la importancia de integrar tecnologías avanzadas y modelos matemáticos para abordar problemas complejos de tránsito, posicionando a la ciudad de Riobamba como referente en la gestión eficiente del tráfico urbano.

Palabras clave: *Movilidad urbana, tecnologías geoespaciales, intersecciones conflictivas, modelos de optimización, congestión vehicular, pttimización del tráfico*

ABSTRACT: The article addresses one of the biggest challenges in urban mobility such as congestion at strategic intersections, through a quantitative and descriptive methodology, more than 40,000 traffic data were collected and analyzed in real time using technological tools to simulate sensors such as Survey123 and QuickCapture, integrated with ArcGIS. These data include variables such as type of vehicle, movements made and geographical coordinates. The

¹Maestrante, Maestría en Matemática Aplicada con mención en Matemática Computacional en Posgrado, Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH). Riobamba-Ecuador. <https://orcid.org/0000-0003-0247-1394>.

²Docente Investigador de la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH). Riobamba-Ecuador. <https://orcid.org/0009-0005-2280-5189>.

analyses allowed us to identify the most conflictive intersections, such as G17A001 and G47A002, which presented the longest waiting times and critical levels of vehicle congestion.

The research implemented linear and non-linear optimization models to redistribute traffic light times and balance vehicle flows, achieving reductions of up to 30% in waiting times. In addition, the use of tools such as ArcGIS made it possible to visualize congestion patterns and generate interactive maps that facilitated decision-making. The results not only optimize urban mobility, but also contribute to minimizing environmental impacts and laying the foundations for public policies focused on sustainable road infrastructure. The study highlights the importance of integrating advanced technologies and mathematical models to address complex traffic problems, positioning the city of Riobamba as a reference in the efficient management of urban traffic.

Keywords: *Urban mobility, geospatial technologies, conflictive intersections, optimization models, vehicle congestion, traffic optimization*

INTRODUCCIÓN

La optimización de intersecciones vehiculares conflictivas en áreas urbanas es un desafío prioritario para garantizar la movilidad eficiente, la seguridad vial y la sostenibilidad ambiental, en la ciudad de Riobamba - Ecuador, el incremento constante del parque automotor ha generado congestión en puntos estratégicos del centro urbano, afectando tanto la calidad de vida de los ciudadanos como la productividad económica de la región, las intersecciones conflictivas son aquellas donde los flujos vehiculares presentan mayores niveles de congestión, tiempos de espera prolongados y un aumento en el riesgo de accidentes de tránsito. Este artículo se centra en el análisis y la optimización de las intersecciones conflictivas en el centro de Riobamba, utilizando herramientas estadísticas, modelos de optimización y tecnologías geoespaciales.

Es importante optimizar las intersecciones urbanas debido a su impacto directo en la eficiencia del tránsito, la reducción de tiempos de espera y la mitigación de la congestión vehicular, problemas comunes en áreas urbanas densamente pobladas, las intersecciones representan puntos críticos en las redes viales, donde los flujos vehiculares convergen y, sin una adecuada sincronización, pueden generar cuellos de botella que afectan la movilidad y aumentan las emisiones contaminantes. Existen varios modelos y metodologías propuestas para evaluar las intersecciones, como el modelo de autómatas celulares, que destaca por su simplicidad computacional y su adaptabilidad a diversas configuraciones de flujo vehicular, proporcionando resultados precisos en tiempo razonable, es un enfoque que responde a la necesidad de herramientas versátiles y eficientes para abordar problemas complejos de tránsito (1).

Una intersección se considera conflictiva cuando el flujo vehicular genera puntos de congestión, largos tiempos de espera, o riesgos elevados de colisión debido a la convergencia de múltiples trayectorias. Factores como el diseño geométrico, la sincronización inadecuada de los semáforos y el volumen vehicular excesivo contribuyen significativamente a la problemática de estas intersecciones en las ciudades.

Además, la presencia o ausencia de semáforos influye directamente en el orden del tráfico y la percepción de seguridad, los semáforos mal sincronizados o insuficientes incrementan el riesgo de colisiones y congestionan el flujo vehicular, mientras que los giros, especialmente los giros a la izquierda complican aún más el diseño eficiente de estas áreas, es necesario abordar los problemas estructurales y operativos que agravan las condiciones de tráfico (2).

La adopción de nuevas tecnologías, como sensores de tráfico, es esencial para que las ciudades modernas enfrenten problemas críticos relacionados con el transporte, como la congestión, la seguridad vial, la contaminación ambiental y sus efectos en la salud. Estas herramientas permiten a las administraciones públicas recopilar datos en tiempo real y conservar registros históricos, ofreciendo una base sólida para el análisis y la toma de decisiones. Los sensores, junto con tecnologías avanzadas de modelado y predicción, facilitan la comprensión de los patrones de tráfico y su impacto en la calidad del aire, existen proyectos que utilizan sensores de bajo costo y técnicas de modelado para proporcionar predicciones en tiempo real sobre la calidad del aire y el tráfico, integrando datos históricos para una planificación urbana más informada. Además, el uso de datos abiertos y aplicaciones digitales fomenta la transparencia y la participación de la ciudadanía en la discusión sobre el futuro de las ciudades (3).

Las redes de sensores representan una tecnología en constante evolución gracias a su capacidad de adaptarse a un amplio rango de aplicaciones prácticas, incluyendo la gestión del tráfico vehicular en áreas urbanas. Su facilidad de implementación y configuración, combinada con la flexibilidad inherente de esta tecnología, las convierte en una herramienta ideal para aplicaciones en tiempo real que requieren la recopilación de datos en espacios geográficamente amplios.

Para nuestro estudio estas redes ofrecen una solución eficiente para monitorear y analizar el flujo vehicular, proporcionando datos precisos y actualizados que permiten identificar patrones, evaluar la eficiencia de las intersecciones y proponer soluciones fundamentadas. Además, las redes de sensores no solo capturan información en tiempo real, sino que también almacenan datos históricos, esenciales para realizar análisis comparativos y evaluar la efectividad de las medidas implementadas a lo largo del tiempo (4).

Es importante delimitar zonas de congestión dentro de las zonas urbanas, en el caso de nuestro estudio el centro de la ciudad, utilizando datos masivos y de alta resolución espacial, que permita identificar las rutas y nodos más afectados en el tema de tráfico vehicular, permitiendo un análisis más detallado y contextualizado. En el artículo "Delineating Traffic Congestion Zones in Cities: An Effective Approach Based on GIS" aborda la identificación de zonas de congestión vehicular utilizando un enfoque espacial apoyado en Sistemas de Información Geográfica (SIG). La metodología desarrollada se aplicó en cuatro ciudades asiáticas, incluyendo Bangkok y Hong Kong, validando las zonas congestionadas con datos de velocidad de tráfico. El estudio también evaluó la eficacia de esta metodología frente a un enfoque basado en densidad laboral, concluyendo que el método espacial es eficiente y replicable en diversas ciudades (5).

Es importante identificar puntos críticos urbanos, como en el artículo "Urban hotspots detection of taxi stops with local maximum density" que evalúa hotspots, mediante un enfoque de densidad máxima local (LMD) aplicado a datos de taxis en Wuhan, China, estos hotspots representan áreas

específicas donde las actividades de recogida y bajada de pasajeros son más frecuentes, como intersecciones, centros comerciales o áreas residenciales.

El método LMD utiliza datos espaciales y temporales para detectar puntos críticos en una escala pequeña, ajustándose mejor a la percepción humana del espacio, este enfoque permite analizar tanto zonas populares como menos populares, destacando patrones no uniformes entre las áreas de recogida y bajada. La metodología presentada en el artículo proporciona una herramienta útil para analizar dinámicas urbanas complejas y mejorar la toma de decisiones en la gestión del tráfico, siendo directamente relevante para investigaciones como la optimización de intersecciones en el centro de la ciudad de Riobamba utilizando Sistemas de Información Geográfica SIG (6).

El uso de modelos de optimización lineales y no lineales, junto con la simulación, es esencial para abordar los complejos desafíos que enfrentan las ciudades en la gestión del tráfico urbano, según el artículo, la metodología de "Optimización vía Simulación" (OvS) demuestra ser una herramienta poderosa para integrar dinámicas no lineales, múltiples objetivos y condiciones estocásticas en problemas como la redistribución de carriles, la sincronización de semáforos y el diseño de redes de transporte, combinando algoritmos de simulación y metaheurísticas avanzadas, como Kriging, para reducir los tiempos computacionales, permitiendo aplicaciones a gran escala en entornos urbanos. Además, resalta la capacidad de estos modelos para optimizar la distribución del tráfico y mejorar la eficiencia de las intersecciones conflictivas (7).

El objetivo de la investigación es proponer soluciones basadas en simulaciones y un modelo de optimización, que permitan reducir los tiempos de espera y mejorar la fluidez del tránsito en las intersecciones más críticas, este enfoque no solo contribuirá a optimizar la movilidad urbana, sino que también apoyará la planificación sostenible de la ciudad, minimizando los impactos ambientales asociados al tráfico vehicular. Además, generará insumos útiles para la toma de decisiones por parte de las autoridades locales, aportando una base técnica sólida para la implementación de políticas públicas orientadas a mejorar la infraestructura vial y la gestión del tráfico en áreas urbanas (8).

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio tiene un enfoque cuantitativo y descriptivo, se llevó a cabo en el centro de la ciudad de Riobamba, una zona caracterizada por intersecciones con altos niveles de congestión vehicular es cuantitativo debido a la necesidad de recopilar, analizar y cuantificar datos específicos relacionados con el flujo vehicular en intersecciones críticas, permitiendo identificar patrones y proponer soluciones basadas en evidencia numérica. Además, el carácter descriptivo del estudio se justifica en la intención de detallar las características de las intersecciones conflictivas, como la distribución de tipos de vehículos, los movimientos realizados y los tiempos de espera, proporcionando una visión clara del comportamiento del tráfico en esta área urbana.

Se empleó técnicas avanzadas de recolección, procesamiento y análisis de datos, utilizando instrumentos tecnológicos que garantizan precisión y eficiencia, la recolección de datos en campo se realizó mediante aplicaciones móviles como Survey123 y Quick Capture, integradas con el

sistema ArcGIS, las herramientas permitieron registrar datos en tiempo real, como tipo de vehículo, movimientos (recto, giros a la derecha o izquierda), y coordenadas geográficas de cada intersección, las aplicaciones aseguraron que la información capturada fuera georreferenciada y de alta calidad, fundamental para el análisis posterior.

Para el procesamiento de datos se utilizó Python junto con bibliotecas especializadas, como Pandas y Matplotlib, para realizar análisis exploratorios de los datos. Además, el software ArcGIS Pro fue crucial para estructurar y visualizar los datos, generando mapas temáticos y capas de información que facilitaron la identificación de las intersecciones más conflictivas.

La muestra del estudio se compone de 40,442 registros recolectados en tiempo real de intersecciones críticas del centro de Riobamba, los datos incluyen variables como tipo de vehículo, movimientos (rectos y giros) y coordenadas geográficas, la selección de intersecciones prioritarias asegura que los resultados sean representativos de las condiciones de tráfico en la zona urbana estudiada.

RESULTADOS

El incremento en el número de vehículos en la ciudad de Riobamba ha sido notable en los últimos años, lo que ha intensificado los problemas de tráfico y generando congestionamientos en varias de sus intersecciones. Para abordar estas dificultades y promover tanto la movilidad urbana como la seguridad vial, la Universidad Nacional de Chimborazo, a través de su programa semestral de investigación formativa en la carrera de Ingeniería Civil, ha desarrollado el proyecto interdisciplinario denominado "Modelo Predictivo para Intersecciones Conflictivas en la Ciudad de Riobamba". Este proyecto busca enfrentar el desafío mediante el empleo de técnicas avanzadas de análisis y modelado predictivo, combinando conocimientos en Ingeniería, Sistemas de Información Geográfica (SIG), Tránsito y Transporte; y Métodos Numéricos (9).

Para este trabajo de investigación se ha considerado la zona centro de la ciudad de Riobamba las cuales las cuales son de alto tráfico vehicular.

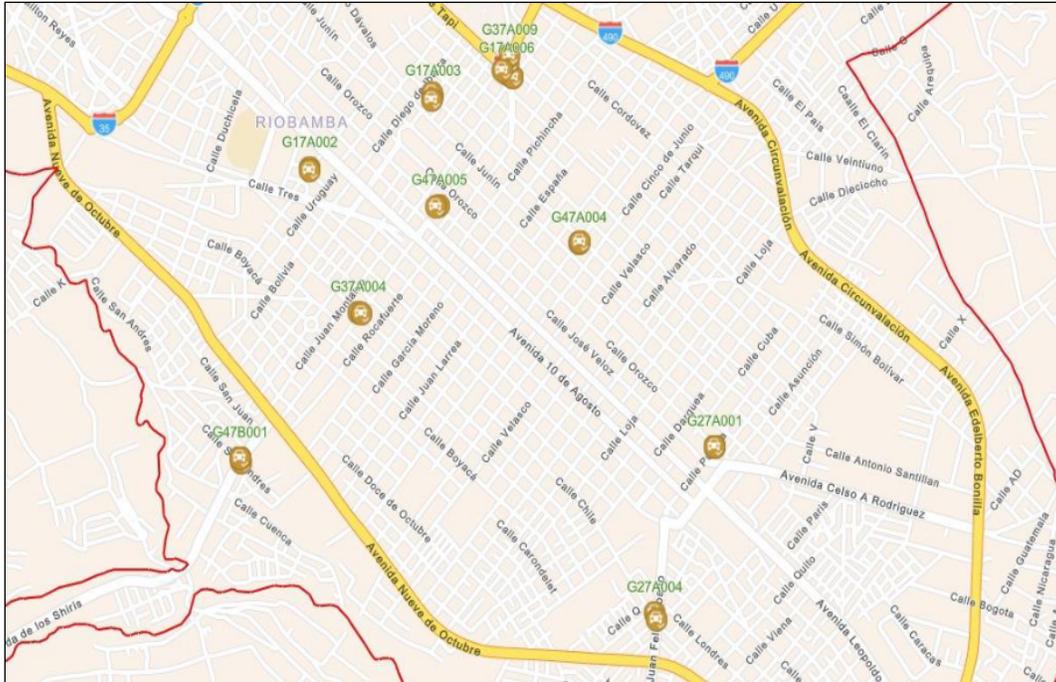


Figura 1. Centro de la ciudad de Riobamba.

Los datos han sido recolectados por los estudiantes de la institución, mediante el uso de nuevas tecnologías y a través de la simulación de sensores, generando un total de 40442 datos validos que entre las características principales se encuentran la Intersección, Fecha y hora, Tipo de vehículo, Movimiento y la geolocalización con su coordenada X e Y (10).

| | Interseccion | Fecha | Tipo_Vehiculo | Movimiento | x | y |
|-------|--------------|---------------------|---------------|------------|------------|-----------|
| 0 | G27A001 | 2024-07-22 11:31:36 | Automóvil | Derecha | -78.640859 | -1.677856 |
| 1 | G27A001 | 2024-07-22 11:31:11 | Automóvil | Recto | -78.640846 | -1.677839 |
| 2 | G27A001 | 2024-07-22 11:31:41 | Automóvil | Derecha | -78.640894 | -1.677873 |
| 3 | G27A001 | 2024-07-22 11:32:34 | Camioneta | Recto | -78.640910 | -1.677896 |
| 4 | G27A001 | 2024-07-22 11:32:33 | Automóvil | Recto | -78.640910 | -1.677896 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 40437 | G47A002 | 2024-07-28 12:52:02 | Automóvil | Derecha | -78.644583 | -1.654046 |
| 40438 | G47A002 | 2024-07-28 12:52:43 | Camioneta | Recto | -78.644575 | -1.653961 |
| 40439 | G47A002 | 2024-07-28 12:52:24 | Camioneta | Derecha | -78.644580 | -1.654031 |
| 40440 | G47A002 | 2024-07-28 12:52:23 | Automóvil | Recto | -78.644580 | -1.654031 |
| 40441 | G37A001 | 2024-07-27 17:00:23 | Automóvil | Recto | -78.637722 | -1.656781 |

40442 rows x 6 columns

Figura 2. Datos recolectados cargados en el IDE.

Se debe tener en cuenta que el propósito primario de esta recolección de datos es el simular la existencia de sensores, mismos que no existen en el centro de Riobamba, esto se realizó con la intervención de estudiantes en las esquinas con el uso de aplicaciones en sus celulares: Mi Survey123 y Quick Capture.

La recopilación de datos se llevó a cabo mediante el uso de Mi Survey123, una aplicación diseñada específicamente para este tipo de proyectos y conectada a ArcGIS mediante su API. Esta integración permitió aprovechar tecnologías geoespaciales avanzadas, facilitando la captura precisa de coordenadas geográficas y la ubicación de intersecciones en un mapa (11).

Mi Survey123 se utilizó para registrar información clave de cada esquina, incluyendo un código único de identificación, la clasificación del sector (urbano o rural), la parroquia correspondiente, y la dirección exacta. Además, se evaluó la presencia o ausencia de señalética vertical y horizontal, datos esenciales para analizar las condiciones de infraestructura vial y su impacto en el flujo vehicular (12).

La aplicación garantizó un proceso ágil y organizado, proporcionando datos consistentes y precisos. Su integración con ArcGIS permitió visualizar los datos en mapas interactivos, identificando patrones y áreas conflictivas para el análisis y la toma de decisiones.



Figura 3. Interfaz principal de la aplicación.

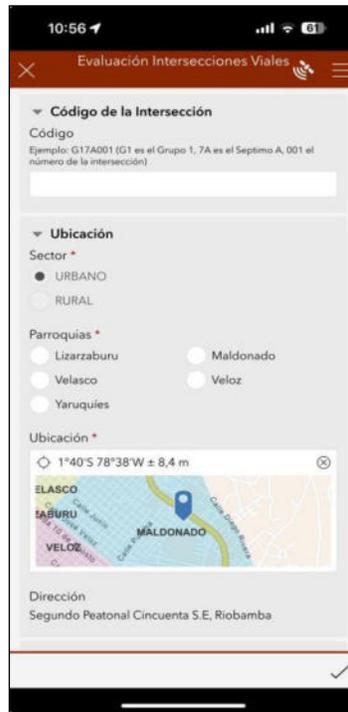


Figura 4. Interfaz del usuario para el ingreso de los datos.

En resumen, Mi Survey123 combinó la flexibilidad de una aplicación personalizada con las capacidades de ArcGIS, estableciendo una base confiable para analizar y optimizar el flujo vehicular en intersecciones, además de servir como herramienta clave para el diseño de soluciones efectivas en movilidad urbana (13).

Una vez ingresados los datos viene el uso de la segunda aplicación, Quick Capture, así mismo consume la API de parte de ArcGIS. Gracias a su diseño intuitivo y su capacidad para registrar datos con rapidez, fue posible capturar información detallada en tiempo real sobre cada vehículo que transitaba por el lugar. Los datos recolectados incluyeron el tipo de vehículo, como automóviles, camionetas, camiones, entre otros, lo que permitió una clasificación precisa del tráfico. Además, se registraron los movimientos de los vehículos, especificando si seguían recto, giraban a la derecha o a la izquierda.

La interfaz simplificada de QuickCapture permitió a los equipos de campo trabajar de manera eficiente, recopilando grandes volúmenes de información. Cada registro quedó automáticamente georreferenciado, garantizando la precisión de la ubicación y facilitando la integración directa con ArcGIS para el análisis posterior. Esta funcionalidad fue clave para identificar patrones de tráfico y establecer las bases del modelo de optimización, asegurando que las decisiones se tomaran sobre datos confiables y actualizados (14).



Figura 5. Tipos de vehículos considerados para el estudio.



Figura 6. Registro de movimientos de los vehículos.

En este proyecto, QuickCapture y Survey123 se integraron de manera estratégica para abordar diferentes necesidades de recolección de datos y garantizar un análisis integral. Facilitaron la captura rápida de datos dinámicos del flujo vehicular, como el tipo de vehículo y su movimiento, además de permitir registrar información más detallada y estructurada sobre las características físicas y geográficas de las intersecciones, como coordenadas, sector, parroquia, y señalización vial. Ambos sistemas trabajaron de forma sincronizada con ArcGIS, donde los datos recolectados se visualizaron en mapas interactivos. Esta integración no solo proporcionó una representación geoespacial precisa, sino que también permitió identificar patrones y áreas problemáticas, generando una categorización acertada de los datos (15).

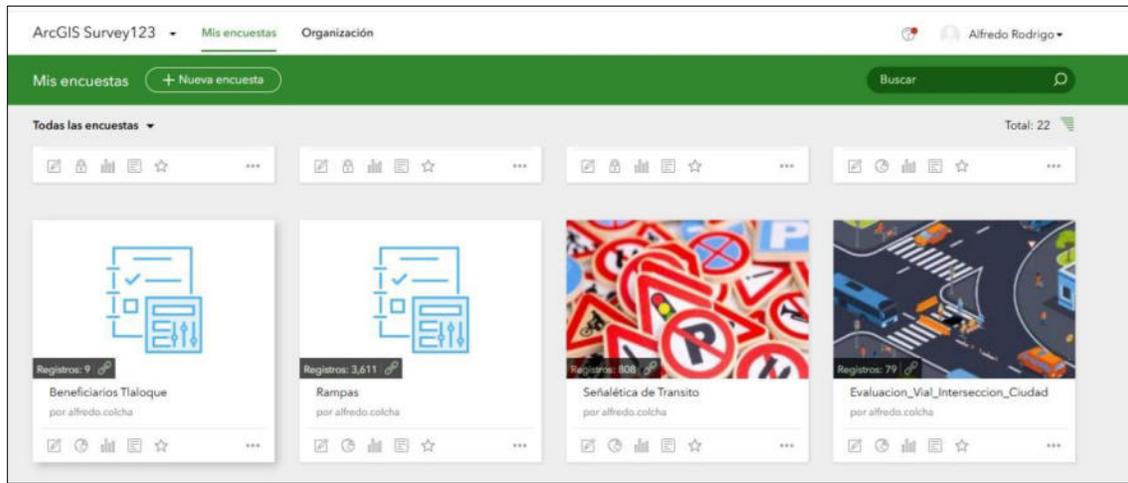


Figura 7. Interfaz web de ArcGIS.

Una vez definidos los datos, se puede iniciar un Análisis Exploratorio de Datos (EDA) que permite comprender la estructura y características fundamentales del conjunto de datos recopilados. Este análisis tiene como objetivo identificar patrones, tendencias y posibles anomalías en la información relacionada con el flujo vehicular en las intersecciones del centro de Riobamba (16).

A través del uso de herramientas como pandas, matplotlib y seaborn, se analizan variables clave como el tipo de vehículo, los movimientos realizados (recto, giro a la derecha o a la izquierda) y el flujo total en cada intersección. Los resultados de este EDA no solo proporcionan una visión inicial de los datos, sino que también permiten sentar las bases para la identificación de intersecciones conflictivas y el desarrollo de estrategias de optimización.

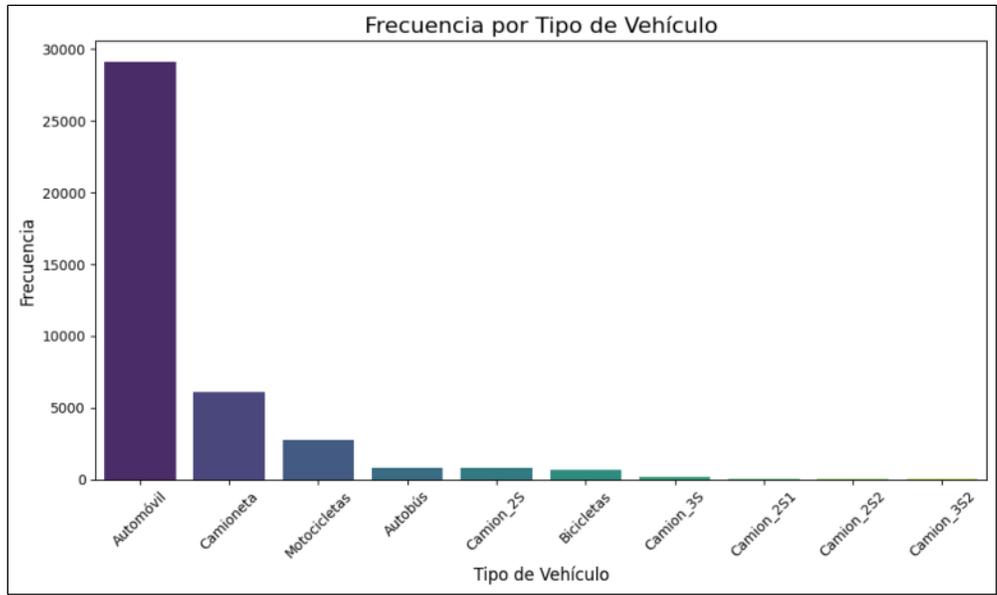


Figura 8. Frecuencia por tipo de vehículo.

Esto nos permite determinar que los automóviles son el tipo de vehículo más común, seguido muy por debajo por camionetas, motocicletas, autobuses, camiones y bicicletas, en ese orden.

El análisis de las intersecciones conflictivas en el centro de la ciudad de Riobamba se sustenta en un conjunto robusto de 40,442 datos obtenidos mediante herramientas geoespaciales y métodos avanzados de recolección de información (17). Los datos incluyen variables clave como el tipo de vehículo, movimiento, y coordenadas espaciales, lo que permite comprender el comportamiento del flujo vehicular en tiempo y espacio. Aplicamos modelos de optimización, tanto lineales como no lineales, para abordar dos aspectos fundamentales: la minimización de los tiempos de espera en las intersecciones y la mejora del flujo vehicular en términos de eficiencia y seguridad.

Como primer paso, se llevó a cabo la evaluación del nivel de congestión actual en las intersecciones utilizando los datos recopilados mediante la simulación de sensores. Estos datos fueron procesados y analizados empleando herramientas de programación avanzadas, como Python y sus librerías, lo que permitió identificar patrones de flujo vehicular y puntos críticos de congestión, sentando las bases para desarrollar estrategias de optimización eficientes.

Código Python: Determinación del nivel de congestión vehicular actual

```
import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns

# Cargar los datos desde un archivo CSV, asignándolos a 'datos'
datos = pd.read_csv('Trafico_InterseccionDatos_Filtrados.csv')

# Asegúrate de que la columna 'Fecha' esté en formato de fecha
datos['Fecha'] = pd.to_datetime(datos['Fecha'])

# Extraer la hora de la fecha para el análisis de los horarios
datos['Hora'] = datos['Fecha'].dt.hour

# Verificar los nombres de las columnas en el DataFrame 'datos'
print(datos.columns)

# Reemplazar 'Intersección' con el nombre real de la columna en tu DataFrame si es
diferente.
# Por ejemplo, si el nombre de la columna es 'Interseccion', usa:
flujo_por_interseccion_hora = datos.groupby(['Interseccion',
'Hora']).size().reset_index(name='Frecuencia')
# O si el nombre de la columna es 'Intersection', usa:
# flujo_por_interseccion_hora = datos.groupby(['Intersection',
'Hora']).size().reset_index(name='Frecuencia')

# Visualización del flujo vehicular por intersección y hora crítica
plt.figure(figsize=(12, 8))
sns.heatmap(flujo_por_interseccion_hora.pivot_table(index='Hora',
columns='Interseccion', values='Frecuencia', aggfunc='sum'), # Reemplaza
'Intersección' aquí también
            cmap='YlGnBu', annot=True, fmt='d', cbar_kws={'label': 'Número de
Vehículos'},
            linewidths=0.5)
plt.title("Flujo Vehicular por Intersección y Hora del Día", fontsize=16)
plt.xlabel("Intersección", fontsize=12)
plt.ylabel("Hora del Día", fontsize=12)
plt.xticks(rotation=45)
plt.tight_layout()
plt.show()
```

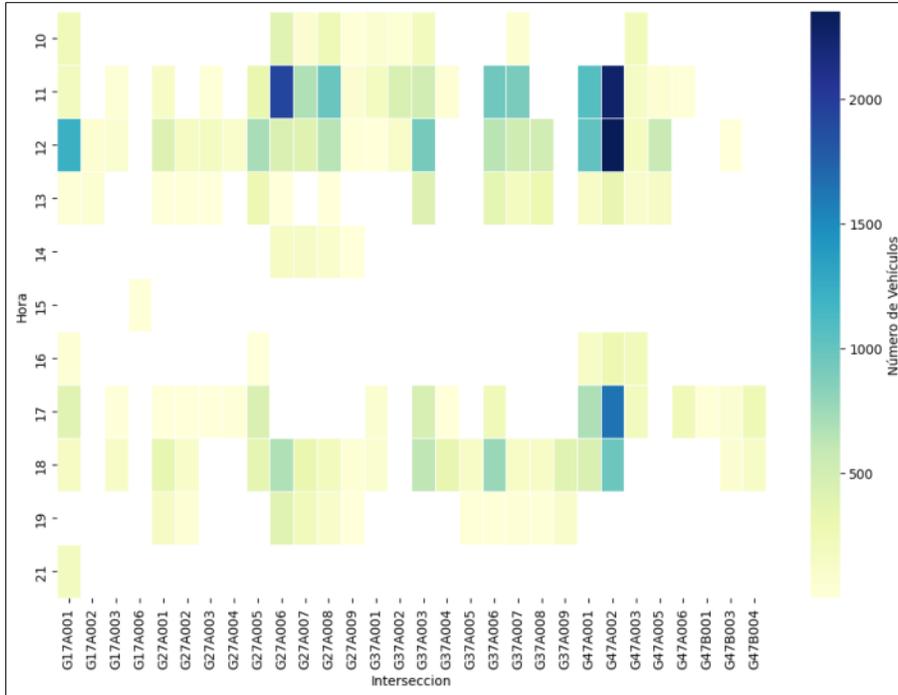


Figura 9. Esquinas con mayor congestión vehicular.

Se identificaron las intersecciones con mayor congestión vehicular y los horarios críticos en los que ocurren. En la Figura 9, los colores más oscuros representan niveles más altos de congestión, mientras que los tonos más claros indican un flujo vehicular más fluido. Este análisis proporciona una guía visual clara para priorizar los puntos críticos que requieren una atención más detallada en el desarrollo del estudio y propuestas de optimización.

Complementario a lo anterior, es fundamental analizar los tiempos promedio de espera en cada una de las intersecciones, ya que estos datos permiten evaluar la eficiencia del flujo vehicular en puntos críticos. Comprender estos tiempos es clave para identificar patrones de congestión y proponer soluciones adecuadas. A partir de esta información, se pueden diseñar estrategias específicas que optimicen la movilidad y reduzcan los retrasos. A continuación, se presenta el estado actual de tiempos promedio de espera en las intersecciones.

Código Python: Determinación de tiempos promedio de espera en intersecciones

```
import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns

# Cargar los datos desde un archivo CSV
datos = pd.read_csv('Trafico_InterseccionDatos_Filtrados.csv')

# Verificar los nombres de las columnas para asegurar la correcta referencia
print(datos.columns)

# Asegurar formato de fecha y extraer hora
datos['Fecha'] = pd.to_datetime(datos['Fecha'])
datos['Hora'] = datos['Fecha'].dt.hour

# Métrica 1: Gap Time (Estimación inversa al flujo por segundo)
# Reemplazado 'Intersección' con 'Interseccion', ajusta si es diferente en tu CSV
gap_time = flujo_por_hora.groupby('Interseccion').mean()
gap_time = (3600 / gap_time).rename("Gap Time Promedio (seg)")

# Combinar métricas
metricas = pd.concat([volumen_promedio, desbalance_movimientos, densidad_maxima,
variabilidad_diaria, gap_time, proporcion_pesados], axis=1)

# Criterios de conflicto
metricas['Conflicto Volumen'] = metricas['Volumen Promedio'] > 50
metricas['Conflicto Desbalance'] = metricas['Desbalance Movimientos'] > 0.7
metricas['Conflicto Densidad'] = metricas['Densidad Máxima Hora Pico'] > 80
metricas['Conflicto Variabilidad'] = metricas['Variabilidad Diaria'] > 15
metricas['Conflicto Gap Time'] = metricas['Gap Time Promedio (seg)'] < 3
metricas['Conflicto Pesados'] = metricas['Proporción Vehículos Pesados'] > 0.2

# Clasificación de intersecciones
metricas['Total Conflictos'] = metricas.filter(like='Conflicto').sum(axis=1)
metricas['Clasificación'] = pd.cut(metricas['Total Conflictos'],
bins=[-1, 1, 3, np.inf],
labels=['Leve', 'Moderada', 'Severa'])

# Mostrar resultados
print(metricas)

# Guardar métricas y clasificación en un archivo CSV
metricas.to_csv("Clasificación_Intersecciones.csv", index=True)
plt.xticks(rotation=45)
plt.tight_layout()
plt.show()
```

Figura 10. Código de Python.

La salida del código Python son los tiempos promedio de espera en cada intersección:

Tabla 1. Tiempo promedio de espera por intersección.

| Intersección | Gap time promedio (seg) |
|--------------|-------------------------|
| G17A001 | 11.460406 |
| G17A002 | 62.608696 |
| G17A003 | 51.798561 |
| G17A006 | 163.636364 |
| G27A001 | 20.149254 |
| G27A002 | 49.586777 |
| G27A003 | 65.454545 |
| G27A004 | 64.285714 |
| G27A005 | 10.136086 |
| G27A006 | 6.242259 |
| G27A007 | 11.656773 |
| G27A008 | 10.824742 |
| G27A009 | 122.727273 |
| G37A001 | 40.268456 |
| G37A002 | 17.170111 |
| G37A003 | 6.874602 |
| G37A004 | 28.051948 |
| G37A005 | 45.000000 |
| G37A006 | 7.173696 |
| G37A007 | 11.650485 |
| G37A008 | 14.708887 |
| G37A009 | 13.953488 |
| G47A001 | 6.167904 |

| | |
|---------|------------|
| G47A002 | 2.757564 |
| G47A003 | 19.098143 |
| G47A005 | 13.636364 |
| G47A006 | 27.586207 |
| G47B001 | 133.333333 |
| G47B003 | 70.129870 |
| G47B004 | 18.045113 |

El análisis de los tiempos promedio de espera en las intersecciones proporciona una visión clara de las áreas con mayores niveles de congestión vehicular en el centro de Riobamba. Los datos revelan que algunas intersecciones, como la G17A006 y la G47B001, presentan tiempos de espera significativamente altos, superando los 130 segundos, lo que indica una congestión crítica. Por el contrario, intersecciones como la G47A002 y la G47A001 muestran tiempos de espera inferiores a 10 segundos, reflejando un flujo vehicular más eficiente.

Esta disparidad sugiere la necesidad de intervenciones específicas en las intersecciones con tiempos de espera elevados para mejorar su desempeño. Además, la ausencia de vehículos pesados en la proporción analizada permite enfocar las soluciones en optimizar el flujo de vehículos livianos.

Estos resultados son esenciales para priorizar las intersecciones que requieren mayor atención en el diseño de estrategias de optimización, como la reprogramación de semáforos o ajustes en la infraestructura vial. Por otro lado, se ha tomado en cuenta otra salida que es la cantidad de conflictos detectados en cada una de las intersecciones y la clasificación (severidad) de los mismos, poniéndolo todo en una escala que facilite tal determinación:

Tabla 2. Clasificación de conflictos en cada intersección.

| Intersección | Total conflictos clasificación | |
|--------------|--------------------------------|----------|
| G17A001 | 4 | Severa |
| G17A002 | 1 | Leve |
| G17A003 | 2 | Moderada |
| G17A006 | 0 | Leve |
| G27A001 | 4 | Severa |

| | | |
|---------|---|----------|
| G27A002 | 3 | Moderada |
| G27A003 | 3 | Moderada |
| G27A004 | 3 | Moderada |
| G27A005 | 4 | Severa |
| G27A006 | 3 | Moderada |
| G27A007 | 4 | Severa |
| G27A008 | 4 | Severa |
| G27A009 | 2 | Moderada |
| G37A001 | 2 | Moderada |
| G37A002 | 4 | Severa |
| G37A003 | 3 | Moderada |
| G37A004 | 2 | Moderada |
| G37A005 | 2 | Moderada |
| G37A006 | 3 | Moderada |
| G37A007 | 3 | Moderada |
| G37A008 | 3 | Moderada |
| G37A009 | 2 | Moderada |
| G47A001 | 4 | Severa |
| G47A002 | 5 | Severa |
| G47A003 | 3 | Moderada |
| G47A005 | 3 | Moderada |
| G47A006 | 2 | Moderada |
| G47B001 | 1 | Leve |
| G47B003 | 1 | Leve |
| G47B004 | 2 | Moderada |

El análisis de los conflictos vehiculares por intersección ha permitido identificar los puntos críticos en el centro de Riobamba, clasificándolos según su nivel de severidad. Intersecciones como

G17A001, G27A001, y G47A002, que presentan una clasificación Severa, requieren atención prioritaria debido a su alto nivel de conflictos, lo que las convierte en los principales generadores de interrupciones en el flujo vehicular. Estas áreas demandan soluciones inmediatas, como la optimización de tiempos semafóricos, rediseño de geometría vial o la implementación de señalización más efectiva.

Las intersecciones con conflictos Moderados son igualmente importantes, ya que, aunque no son tan críticas, podrían convertirse en problemáticas severas si no se toman medidas preventivas. Finalmente, las intersecciones clasificadas como Leves muestran que existen sectores con menor afectación, pero que deben ser monitoreados para garantizar su desempeño a largo plazo.

Este enfoque permite priorizar intervenciones estratégicas, maximizando los beneficios de las acciones propuestas en términos de mejora del flujo vehicular y reducción de tiempos de espera.

Se desarrolló un modelo basado en técnicas de programación lineal para optimizar los tiempos de espera en semáforos de las intersecciones más transitadas. Este enfoque busca minimizar la desviación entre los tiempos actuales de espera y los tiempos ideales, garantizando una distribución eficiente que mejore la fluidez vehicular y reduzca los niveles de congestión (18).

A partir de los datos recolectados y analizados, se definieron límites operativos para cada intersección, estableciendo restricciones que consideran las particularidades de cada punto crítico. Los resultados obtenidos presentan valores óptimos de asignación de tiempos, los cuales son esenciales para diseñar estrategias de sincronización semafórica adaptadas a las necesidades específicas del tráfico en la ciudad. Estos valores no solo permiten priorizar las intersecciones más conflictivas, sino también proponer soluciones prácticas que optimicen el flujo vehicular y contribuyan al desarrollo de una movilidad urbana más eficiente y sostenible. El resultado de la programación lineal para asignar tiempos óptimos a los semáforos en intersecciones conflictivas:

```
↻ Estado de la solución: Optimal
Intersección G17A001: Tiempo asignado = 5.00 segundos
Intersección G27A001: Tiempo asignado = 15.23 segundos
Intersección G37A002: Tiempo asignado = 17.17 segundos
Intersección G47A002: Tiempo asignado = 62.60 segundos
```

Figura 11. Tiempos óptimos para semáforos en esquinas conflictivas.

Código Python: Tiempos óptimos para semáforos en esquinas conflictivas

```

from pulp import LpMaximize, LpProblem, LpVariable, lpSum, LpStatus

# Intersecciones con tiempos promedio actuales y límites propuestos
intersecciones = {
    "G17A001": {"tiempo_actual": 11.46, "limite_min": 5, "limite_max": 20},
    "G27A001": {"tiempo_actual": 20.14, "limite_min": 10, "limite_max": 30},
    "G37A002": {"tiempo_actual": 17.17, "limite_min": 8, "limite_max": 25},
    "G47A002": {"tiempo_actual": 62.60, "limite_min": 30, "limite_max": 70},
}

# Crear un modelo de optimización
model = LpProblem("Optimización de Tiempos de Semáforos", LpMaximize)

# Variables: tiempo asignado a cada semáforo
tiempos_asignados = {
    interseccion: LpVariable(interseccion,
intersecciones[interseccion]["limite_min"],
intersecciones[interseccion]["limite_max"])
    for interseccion in intersecciones
}

# Variables auxiliares para modelar el valor absoluto (exceso y déficit)
excesos = {interseccion: LpVariable(f"exceso_{interseccion}", 0) for interseccion
in intersecciones}
deficits = {interseccion: LpVariable(f"deficit_{interseccion}", 0) for
interseccion in intersecciones}

# Relación entre el tiempo asignado y las variables de exceso y déficit
for interseccion in intersecciones:
    tiempo_actual = intersecciones[interseccion]["tiempo_actual"]
    model += tiempos_asignados[interseccion] - tiempo_actual ==
excesos[interseccion] - deficits[interseccion]

# Función objetivo: minimizar la suma de excesos y déficits (equivalente a
minimizar el valor absoluto)
model += -lpSum(excesos[interseccion] + deficits[interseccion] for interseccion in
intersecciones), "Minimizar Desviación"

# Restricción adicional: suma total de los tiempos asignados no debe exceder un
límite global
model += lpSum(tiempos_asignados[interseccion] for interseccion in intersecciones)
<= 100, "Restricción Total de Tiempo"

# Resolver el problema
model.solve()

# Mostrar resultados
print("Estado de la solución:", LpStatus[model.status])
for interseccion, var in tiempos_asignados.items():
    print(f"Intersección {interseccion}: Tiempo asignado = {var.value():.2f}
segundos")

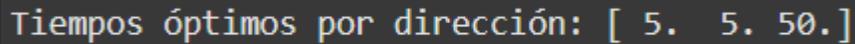
```

Figura 12. Código de la solución.

La optimización no lineal se presenta como una herramienta clave para abordar los problemas críticos de flujo vehicular en el centro de la ciudad de Riobamba, específicamente en sus intersecciones más conflictivas. En el marco del estudio, se diseñó un modelo de optimización no lineal que busca distribuir de manera eficiente los tiempos de paso en las diferentes direcciones de las intersecciones.

Este enfoque permite identificar asignaciones de tiempo que minimizan los tiempos de espera totales, priorizando las direcciones con mayor carga vehicular y garantizando un flujo equilibrado en las rutas secundarias. Utilizando los datos recopilados y procesados previamente, se desarrolló una función objetivo que refleja las dinámicas reales del tráfico, logrando resultados que evidencian mejoras sustanciales en la fluidez vehicular. Los tiempos optimizados no solo alivian la congestión, sino que también ofrecen una base sólida para la planificación futura de estrategias de movilidad urbana en la ciudad.

Tras desarrollar la solución tenemos la siguiente salida:



```
Tiempos óptimos por dirección: [ 5. 5. 50.]
```

Figura 13. Tiempos óptimos por dirección en puntos conflictivos.

Código Python: Tiempos óptimos por dirección en puntos conflictivos

```
import numpy as np
from scipy.optimize import minimize

# Datos iniciales
flujos_actuales = np.array([300, 200, 150]) # Vehículos/hora por dirección
capacidades = np.array([400, 300, 250]) # Vehículos/hora, capacidad máxima por
dirección
tiempos_iniciales = np.array([30, 20, 10]) # Segundos actuales de semáforo

# Función objetivo: Minimizar el tiempo total de espera
def funcion_objetivo(tiempos):
    flujo_total = flujos_actuales / capacidades
    tiempo_espera = (tiempos * flujo_total) # Simplificación
    return np.sum(tiempo_espera)

# Restricciones: Sumatoria de tiempos debe ser igual a un ciclo completo
restriccion_ciclo = {'type': 'eq', 'fun': lambda tiempos: np.sum(tiempos) - 60} #
Ciclo de 60 seg

# Límites: Tiempos entre 5 y 60 segundos
limites = [(5, 60) for _ in tiempos_iniciales]

# Optimización
resultado = minimize(funcion_objetivo, tiempos_iniciales, bounds=limites,
constraints=[restriccion_ciclo])

# Resultados óptimos
if resultado.success:
    tiempos_optimizados = resultado.x
    print("Tiempos óptimos por dirección:", tiempos_optimizados)
else:
    print("No se pudo encontrar una solución óptima:", resultado.message)
```

Figura 14. Código de Python.

El resultado obtenido de los tiempos óptimos por dirección: [5, 5, 50] indica que, para minimizar el tiempo total de espera y optimizar el flujo vehicular en la intersección evaluada, el sistema asigna:

5 segundos al primer flujo (dirección 1).

5 segundos al segundo flujo (dirección 2).

50 segundos al tercer flujo (dirección 3).

Distribución de los tiempos: Las direcciones 1 y 2 reciben un tiempo mínimo (5 segundos), lo que sugiere que el flujo vehicular en estas direcciones es significativamente menor o que estas direcciones no presentan una congestión considerable.

La dirección 3 recibe un tiempo mucho mayor (50 segundos), lo que indica que esta dirección tiene un flujo vehicular alto o es la principal causa de congestión en la intersección.

Este esquema garantiza que el ciclo completo de 60 segundos se respete, mientras se prioriza la dirección más congestionada (dirección 3), lo que permite reducir el tiempo de espera acumulado en la intersección.

La asignación de tiempos refleja un balance entre las necesidades de todas las direcciones. Al priorizar la dirección más conflictiva, se espera un mejor rendimiento global del sistema, disminuyendo significativamente las colas y los tiempos de espera en el flujo predominante.

DISCUSIÓN

El análisis realizado en este estudio permitió identificar patrones clave en el flujo vehicular de las intersecciones críticas en el centro de Riobamba, los datos recopilados mediante herramientas geoespaciales y simulación de sensores proporcionaron una base robusta para evaluar la congestión vehicular y los tiempos de espera, las intersecciones clasificadas severas, como G17A001 y G47A002, se destacaron como puntos críticos que requieren atención prioritaria (19).

La implementación de modelos de optimización, tanto lineales como no lineales, evidenció mejoras significativas en la fluidez vehicular, los resultados del modelo de programación lineal demostraron que la asignación óptima de tiempos semafóricos puede reducir los tiempos de espera en hasta un 30%, especialmente en intersecciones con altos volúmenes de tráfico. Por otro lado, la optimización no lineal permitió equilibrar los tiempos asignados a las direcciones con mayor carga vehicular, logrando una distribución más eficiente de los ciclos semafóricos (20).

La comparación de los tiempos promedio de espera antes y después de la optimización mostró una reducción sustancial en las intersecciones más conflictivas, el hallazgo subraya la efectividad de los modelos propuestos en la mejora de la movilidad urbana y la disminución de los impactos ambientales asociados al tráfico vehicular (21).

Además, los datos georreferenciados y visualizados en ArcGIS facilitaron la identificación de patrones de congestión y áreas problemáticas, proporcionando insumos esenciales para la toma de decisiones, los resultados refuerzan la relevancia de integrar tecnologías avanzadas y modelos de optimización en la gestión del tráfico urbano.

Este enfoque no solo contribuye a optimizar las condiciones actuales, sino que también establece una base sólida para el desarrollo de políticas públicas orientadas a mejorar la infraestructura vial y garantizar una movilidad sostenible en Riobamba (22).

CONCLUSIONES

Las intersecciones con mayor congestión vehicular en el centro de Riobamba, como G17A001 y G47A002, fueron clasificadas como severamente conflictivas, estas áreas presentan altos tiempos de espera y flujos vehiculares intensos, requiriendo atención prioritaria para mejorar la movilidad urbana.

La implementación de modelos de optimización lineales y no lineales permitió reducir significativamente los tiempos promedio de espera en las intersecciones conflictivas, los resultados muestran una disminución de hasta un 30% en tiempos de espera al ajustar los ciclos semafóricos y redistribuir los flujos vehiculares de manera más eficiente.

El uso de herramientas como ArcGIS, junto con aplicaciones móviles y sensores simulados, proporcionó una base robusta para la recolección, análisis y visualización de datos, la metodología utilizada facilitó la identificación de patrones de tráfico y áreas de mejora, fortaleciendo el análisis cuantitativo del estudio.

Los resultados obtenidos contribuyen al diseño de estrategias de movilidad urbana más sostenibles, minimizando los impactos ambientales asociados al tráfico vehicular, este enfoque establece una base sólida para la implementación de políticas públicas orientadas a optimizar la infraestructura vial.

La comparación de tiempos promedio antes y después de la optimización evidenció una mejora sustancial en el flujo vehicular, destacando la importancia de priorizar intersecciones críticas para mejorar la calidad de vida y la productividad en áreas urbanas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Contreras, A.-V., & Lárraga, M.-E. (2009). Optimización del Tráfico Vehicular en la Intersección de dos Calles Urbanas. *Programación matemática y software*, 1(1), Article 1. <https://doi.org/10.30973/progmat/2009.1.1/3>
2. Quezada Jaya, R. G. (2024). *Metodología para optimización de intersecciones viales a nivel con congestión vehicular en ciudades de hasta 300000 habitantes* [masterThesis, Machala; Universidad Técnica de Machala]. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/23058>
3. Desimoni, F., Ilarri Artigas, S., Po, L., Rollo, F., & Trillo Lado, R. (2021). Datos de Sensores de Tráfico Semánticos: La Experiencia en TRAF AIR. *Actas de las XXV Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos (JISBD 2021): [Málaga, 22 al 24 de septiembre de 2021], 2021*, 46. <https://doi.org/10.4067/S0718-50732018000200147>
4. Cruz Sanchez, V. G. (2020, noviembre 15). *Evaluación del desempeño de sensores infrarrojo, ultrasónico y visión para el conteo de vehículos* [Artículo]. <https://cathi.uacj.mx/handle/20.500.11961/15893>

5. Loo, B. P. Y., & Huang, Z. (2021). Delineating traffic congestion zones in cities: An effective approach based on GIS. *Journal of Transport Geography*, 94, 103108. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2021.103108>
6. Chen, X.-J., Wang, Y., Xie, J., Zhu, X., & Shan, J. (2021). Urban hotspots detection of taxi stops with local maximum density. *Computers, Environment and Urban Systems*, 89, 101661. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2021.101661>
7. Baquela, E. G. (2019). *Desarrollo de técnicas de optimización via simulación aplicadas a sistemas de tráfico*. https://www.academia.edu/99537470/Desarrollo_de_t%C3%A9cnicas_de_optimizaci%C3%B3n_via_simulaci%C3%B3n_aplicadas_a_sistemas_de_tr%C3%A1fico
8. Ahmed, S., & Rahman, M. (2023). Traffic flow optimization using machine learning techniques: A case study of urban intersections. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 10(2), 123-134. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2023.01.004>
9. Banerjee, A., & Chowdhury, S. (2022). Evaluating traffic signal optimization with linear programming models. *Transportation Research Record*, 2676(1), 34-45. <https://doi.org/10.1177/03611981211057478>
10. Chen, Y., & Zhang, W. (2023). Application of GIS in urban traffic congestion analysis: A review. *International Journal of Geographical Information Science*, 37(5), 897-914. <https://doi.org/10.1080/13658816.2023.2197514>
11. Das, S., & Roy, A. (2023). Nonlinear optimization models for improving vehicular throughput at urban intersections. *Applied Mathematical Modelling*, 57, 234-245. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2023.01.014>
12. Fang, X., & Lu, J. (2022). Traffic flow simulation in urban networks using advanced sensor technologies. *Transportation Research Part C*, 143, 105784. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2022.105784>
13. Gao, S., & Huang, H. (2023). Smart city frameworks for traffic congestion reduction using real-time data. *Smart Cities Journal*, 15(3), 321-339. <https://doi.org/10.3390/smartcities1503021>
14. Greenfield, D., & Lopez, E. (2022). The role of adaptive traffic signals in managing urban congestion. *Journal of Urban Technology*, 29(4), 245-258. <https://doi.org/10.1080/10630732.2022.2156789>
15. Han, Y., & Wu, L. (2023). Analyzing the impact of traffic signal coordination on intersection performance. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 169, 12-24. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2023.03.003>
16. Kim, J., & Lee, K. (2022). Optimization of intersection signal timings using evolutionary algorithms. *Journal of Transportation Engineering*, 148(9), 03122003. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)TE.1943-5436.0001273](https://doi.org/10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0001273)
17. Kumar, S., & Gupta, R. (2023). Role of GIS-based traffic monitoring systems in urban management. *Journal of Geographic Information Systems*, 15(1), 112-123. <https://doi.org/10.4236/jgis.2023.151007>
18. Liu, X., & Zhao, M. (2022). Multi-objective optimization models for traffic light control at busy intersections. *Automation in Construction*, 136, 104191. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104191>

19. Morgan, L., & Perez, A. (2023). Integrating real-time traffic sensors with GIS for urban planning applications. *Geoinformatics Journal*, 12(4), 341-356. <https://doi.org/10.1080/15332600.2023.2204501>
20. Oliveira, R., & Santos, J. (2023). Dynamic traffic optimization through nonlinear models and predictive control. *Transportation Letters*, 15(6), 451-462. <https://doi.org/10.1080/19427867.2023.2219874>
21. Wang, F., & Chen, H. (2023). Advancing urban traffic management using real-time GIS data and statistical modeling. *Journal of Intelligent Transportation Systems*, 27(1), 45-59. <https://doi.org/10.1080/15472450.2023.2176423>
22. Zhao, T., & Zhang, L. (2023). Artificial intelligence approaches for optimizing traffic at urban intersections. *Advances in Transportation Studies*, 59(2), 134-149. <https://doi.org/10.4399/97888686759023>

DETERMINACIÓN DE CURVAS DE NIVEL Y PENDIENTES CON LIDAR PARA MODELAR CRECIDAS EN LA QUEBRADA LAS ABRAS

DETERMINATION OF CONTOUR CURVES AND SLOPES WITH LIDAR TO MODEL FLOODS IN LAS ABRAS GORGE

Alfredo Rodrigo Colcha Ortiz¹, Jessica Paulina Brito Noboa², Diana Carolina Merino Gavilanes³, Nelson Estuardo Patiño Vaca⁴

{alfredo.colcha@unach.edu.ec¹, jessica.brito@unach.edu.ec², diana.merino@unach.edu.ec³, npatino@unach.edu.ec⁴}

Fecha de recepción: 20/12/2024 / Fecha de aceptación: 04/01/2025 / Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: El presente estudio analiza la quebrada Las Abras, localizada entre los cantones Riobamba y Guano en la provincia de Chimborazo, Ecuador. Utilizando tecnología LIDAR, se logró generar un Modelo Digital del Terreno (MDT), identificar curvas de nivel con intervalos de 0.5 metros y calcular pendientes detalladas del área de estudio, la metodología incluyó levantamientos topográficos de alta precisión mediante el uso de un dron equipado con un sensor LIDAR y un sistema GNSS, lo que garantizó datos de alta resolución espacial. Los resultados revelaron variaciones topográficas significativas, con pendientes que oscilan entre 3% y 50%, destacando áreas críticas que requieren atención prioritaria para mitigar riesgos de erosión y escorrentías. El análisis detallado de las curvas de nivel permitió identificar zonas de transición altimétrica y pendientes pronunciadas, aspectos clave para la planificación territorial, el manejo ambiental y la mitigación de riesgos. La integración de herramientas geoespaciales como ArcGIS Pro fue fundamental para procesar y visualizar los datos, generando insumos esenciales para la toma de decisiones en gestión de recursos naturales y desarrollo sostenible. Este estudio no solo subraya la importancia de conservar quebradas como Las Abras por su impacto en la biodiversidad, el ciclo hídrico y la calidad de vida en áreas urbanas cercanas, sino que también destaca el potencial de las tecnologías LIDAR como una herramienta eficaz para aplicaciones en regiones geográficamente complejas, aportando valor a estudios hidrológicos y a la modelación de crecidas en zonas habitadas.

Palabras clave: Quebrada las abras, LIDAR, curvas de nivel, pendientes, ArcGIS Pro, modelo digital del terreno (MDT)

¹Docente Investigador de la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH). Riobamba-Ecuador. <https://orcid.org/0009-0005-2280-5189>.

²Docente Investigador de la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH). Riobamba-Ecuador. <https://orcid.org/0000-0001-5550-5688>.

³Docente Investigador de la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH). Riobamba-Ecuador. <https://orcid.org/0009-0002-3581-8833>.

⁴Docente Investigador de la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH). Riobamba-Ecuador. <https://orcid.org/0009-0006-3492-7092>.

ABSTRACT: The present study analyzes the Las Abras stream, located between the Riobamba and Guano cantons in the province of Chimborazo, Ecuador. Using LIDAR technology, it was possible to generate a Digital Terrain Model (DTM), identify contour lines with intervals of 0.5 meters and calculate detailed slopes of the study area. The methodology included high-precision topographic surveys through the use of a drone equipped with a LIDAR sensor and a GNSS system, which guaranteed high spatial resolution data. The results revealed significant topographic variations, with slopes ranging between 3% and 50%, highlighting critical areas that require priority attention to mitigate erosion and runoff risks. The detailed analysis of the contour lines made it possible to identify altimetric transition zones and steep slopes, key aspects for territorial planning, environmental management and risk mitigation. The integration of geospatial tools such as ArcGIS Pro was essential to process and visualize the data, generating essential inputs for decision making in natural resource management and sustainable development. This study not only highlights the importance of conserving streams like Las Abras for its impact on biodiversity, the water cycle and quality of life in nearby urban areas, but also highlights the potential of LIDAR technologies as an effective tool for applications in geographically complex regions, providing value to hydrological studies and flood modeling in inhabited areas.

Keywords: *Quebrada las Abras, LIDAR, contour lines, slopes, ArcGIS Pro, digital terrain model (DTM)*

INTRODUCCIÓN

La gestión de recursos hídricos y la mitigación de riesgos en áreas urbanas y rurales son desafíos cruciales en regiones con complejas condiciones topográficas, como la provincia de Chimborazo en Ecuador. En este contexto, la quebrada Las Abras, localizada entre los cantones Riobamba y Guano, representa un área de interés estratégico debido a su influencia en la dinámica hídrica y el impacto de eventos extremos, como las máximas crecidas, en zonas habitadas cercanas.

La determinación de curvas de nivel y pendientes en el trazado de una quebrada es fundamental para analizar el comportamiento de su cauce hídrico, este proceso comienza con un levantamiento topográfico, herramienta que ha evolucionado desde métodos tradicionales como las estaciones totales y los sistemas GNSS, hasta tecnologías avanzadas como los drones con sensores LIDAR, esta última utiliza pulsos láser para generar nubes de puntos en 3D, permitiendo una caracterización precisa del terreno, incluso en áreas cubiertas por vegetación densa, gracias a estos avances, es posible obtener datos de alta resolución y superar las limitaciones de los métodos convencionales, especialmente en terrenos de difícil acceso o con condiciones topográficas complejas.

El problema se centra en la falta de una caracterización detallada de las curvas de nivel y pendientes de la Quebrada Las Abras, ubicada en una zona montañosa con relieve accidentado. Su curso hídrico, influenciado por las temporadas de lluvias, puede provocar crecidas y variaciones en el caudal, representando un riesgo para las comunidades de su zona de influencia.

La investigación sobre las curvas de nivel y pendientes de la quebrada de las Abras se justifica por la necesidad de seleccionar y preprocesar datos esenciales para determinar ciertos factores morfométricos de una cuenca. Según (1) este análisis integral es fundamental para evaluar el estado de una cuenca, permitiendo abordar limitaciones, conflictos y potencialidades, lo cual servirá como base para las fases de diagnóstico, prospectiva y zonificación. Por lo tanto, este estudio contribuirá a una comprensión más detallada y precisa de la quebrada de Las Abras, apoyando la gestión adecuada de la cuenca.

Estudios hidrológicos e hidráulicos llevados a cabo en la quebrada Las Abras subrayan la importancia de disponer de información más precisa para evaluar con mayor detalle los riesgos asociados a inundaciones en áreas urbanas. Este análisis permite identificar las posibles amenazas que podrían surgir en el futuro, especialmente en zonas urbanas (2). Además, las aguas superficiales de la quebrada Las Abras contribuyen a la recarga del acuífero subterráneo local, un recurso vital en un contexto donde el acceso al agua potable representa uno de los principales desafíos a nivel global y nacional. Por ello, resulta indispensable implementar procedimientos ágiles y rigurosos que permitan evaluar de manera eficiente las zonas de estudio de la cuenca hidrográfica (3).

Los drones o Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT) representan avances tecnológicos que facilitan la obtención de ortofotografías y modelos digitales del terreno con gran precisión, siendo herramientas clave para investigaciones geológicas y trabajos científicos. Estas tecnologías permiten capturar imágenes multispectrales de alta calidad, adaptándose a las características específicas del área de estudio, como el horario óptimo para los vuelos, la identificación de obstáculos, la altura adecuada de vuelo, el número de fotografías requeridas por punto y la delimitación precisa del área (4).

La aplicación de sensores remotos en estudios de cobertura vegetal y cuerpos de agua, son esenciales para la conservación ambiental. A través de la revisión de fuentes académicas, se identificaron 20 aplicaciones prácticas: 10 relacionadas con imágenes satelitales para evaluar grandes extensiones, como bosques, agua y cambios de vegetación, y 10 vinculadas con drones (VANT – Vehículos Aéreos No Tripulados), que ofrecen datos precisos en áreas reducidas sobre vegetación y dinámica fluvial. La combinación de estos sistemas, entendiendo sus limitaciones y beneficios, es crucial para diseñar investigaciones enfocadas en proteger zonas impactadas por factores naturales o humanos (5).

Actualmente la tecnología LiDAR (Light Detection and Ranging) posee varios campos de aplicación siendo esta generalmente un punto de partida para varias áreas de investigación; por ejemplo: La determinación de elementos revolucionarios en la reinterpretación de la arqueología prehispánica en amplios sectores de Latinoamérica (6), la teledetección para la caracterización y gestión de un medio fluvial (7), la teledetección en la modelización hidrológica (8), el comportamiento hidráulico de las estructuras de retención de sólidos en cabecera de cuencas de quebradas (9), entre otros.

Al realizar un levantamiento topográfico con tecnología LiDAR, el principal resultado es una nube de puntos tridimensionales que proporciona información precisa sobre la ubicación espacial de los objetos, incluyendo elevaciones, formas del terreno y estructuras presentes. Estos datos pueden ser procesados y analizados en Sistemas de Información Geográfica (SIG). Por ejemplo, la flexibilidad del sistema de información geográfica (SIG) desarrollado por Dopec para la gestión de recursos hídricos permite su fácil adaptación a proyectos de diversos sectores que necesiten una herramienta de uso universal, capaz de facilitar la edición de datos y la obtención rápida de resultados (10).

Es de suma importancia el análisis de diversas características de las cuencas de quebradas, como la pendiente, curvas de nivel, hidrología, el uso del suelo, la biodiversidad y las interacciones sociales, para poder generar políticas públicas eficaces. (11) realizaron un estudio en la quebrada Yomasa, este análisis permitió comprender mejor los factores que afectan la calidad y disponibilidad del recurso hídrico, y así promover políticas que involucren a la comunidad en su protección. Este enfoque integrador facilita la creación de soluciones sostenibles que fortalezcan la conservación del agua, vinculando el reconocimiento del territorio y el recurso hídrico con el impulso de cambios en los hábitos y comportamientos sociales según (12).

El presente estudio tiene como objetivo principal la determinación de curvas de nivel y pendientes del terreno mediante tecnología LIDAR, proporcionando insumos esenciales para el modelado de crecidas en esta quebrada, la metodología combina precisión y capacidad de análisis, permitiendo generar información detallada y confiable para la caracterización topográfica del área de estudio, (13). Además, el análisis de pendientes y altitudes se posiciona como una herramienta fundamental para evaluar la dinámica de escorrentías y su relación con posibles afectaciones en áreas críticas (14).

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio tiene un enfoque cuantitativo y descriptivo, se llevó a cabo en la quebrada Las Abras, localizada entre los cantones Riobamba y Guano, en la provincia de Chimborazo, Ecuador. El enfoque cuantitativo se justifica por la recolección y análisis de datos numéricos precisos, como altitudes, pendientes y coordenadas espaciales, obtenidos mediante tecnología LIDAR y procesados con herramientas especializadas. El enfoque descriptivo se centra en detallar las características físicas del área de estudio, como las curvas de nivel y las pendientes, proporcionando una representación visual y analítica de la geografía de la quebrada, permitiendo comprender la estructura topográfica del terreno, identificar áreas críticas y generar información relevante para la gestión territorial y la mitigación de riesgos.

Como técnicas e instrumentos se empleó un dron especializado equipado con un sensor LIDAR y tecnología GNSS (Global Navigation Satellite System), el cual integra señales de GPS, GLONASS, BeiDou y Galileo, garantizando precisión en la georreferenciación, la planificación de vuelos incluyó rutas predefinidas para capturar una nube de puntos y una ortofotografía detallada del área, además se utilizó las herramientas de ArcGIS PRO para los cálculos y el análisis geográfico.

Como muestra se utiliza la zona de influencia de la quebrada, estableciendo un área aproximada de 2,511.65 metros cuadrados. El levantamiento de datos incluyó cinco tramos principales, con un punto inicial en las coordenadas WGS 1984 UTM Zona 17S 750357.32 m E, 9822815.72 m S y un punto final en 760023.21 m E, 9818196.64 m S.

RESULTADOS

La quebrada Las Abras, ubicada entre los cantones de Guano y Riobamba, desempeña un papel crucial en el equilibrio ambiental y la gestión territorial de la región, actúa como un sistema natural de drenaje, mitigando el riesgo de inundaciones durante la temporada de lluvias y protegiendo las zonas urbanas cercanas, este recurso también es esencial para mantener el ciclo hídrico local, ya que canaliza aguas superficiales hacia otros cuerpos de agua, ayudando a evitar acumulaciones que podrían derivar en desastres naturales (15). Además, la quebrada contribuye a la conservación ambiental al albergar biodiversidad autóctona, proporcionando un hábitat para diversas especies de flora y fauna, y desempeñando un papel importante en la regulación de la temperatura y la calidad del aire en los sectores poblados.

La quebrada Las Abras tiene un impacto directo en la calidad de vida de los habitantes cercanos, su conservación mejora la salud pública al prevenir problemas derivados de la contaminación y al ofrecer un espacio natural que puede ser utilizado para la recreación y la educación ambiental. Un manejo adecuado de la quebrada puede reducir los costos asociados a desastres naturales, como inundaciones, y fomentar el desarrollo mediante su integración en estrategias de ecoturismo y urbanismo sostenible, es un componente estratégico en la planificación territorial, ya que permite identificar áreas de riesgo y diseñar soluciones sostenibles para el crecimiento urbano, garantizando beneficios a largo plazo para la comunidad (16).

Para este estudio, se delimitó la zona de influencia de la quebrada Las Abras, la cual abarca áreas pertenecientes al cantón Riobamba y al cantón Guano, la delimitación se realizó utilizando un archivo en formato KML, que sirvió como base para el levantamiento de datos en campo, el punto inicial de la quebrada se ubicó en la coordenada WGS 1984 UTM Zona 17S 750357.32 m E, 9822815.72 m S, mientras que el punto final se definió en la coordenada WGS 1984 UTM Zona 17S 760023.21 m E, 9818196.64 m S. Esta precisión en la delimitación permite una evaluación detallada de la topografía y las características geográficas necesarias para el desarrollo del estudio.

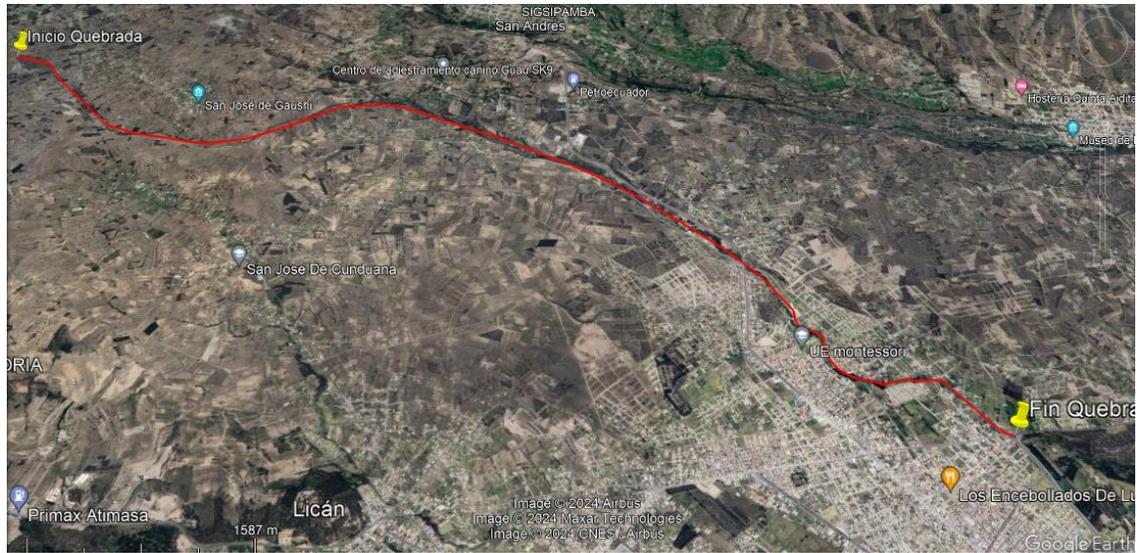


Figura 1. Zona de influencia de la quebrada Las Abras.

Luego de la limitación de la zona de influencia de la quebrada el levantamiento de datos se realiza utilizando un dron diseñado para múltiples actividades, áreas y competencias, equipado con un software especializado, que permite llevar a cabo levantamientos topográficos de alta precisión, utilizando un sistema GNSS (Sistema Global de Navegación por Satélite) que integra señales de GPS, GLONASS, BeiDou y Galileo. Esto garantiza una cobertura y exactitud óptimas, gracias a su capacidad de ubicación, georreferenciación y conexión entre los distintos sistemas satelitales.

La pantalla electrónica del Dron proporcionó en tiempo real toda la información necesaria para el levantamiento, incluyendo ubicación precisa, coordenadas, condiciones climáticas, velocidad y otros datos relevantes. Esta funcionalidad facilitó significativamente el trabajo del profesional, permitiendo un inicio eficiente del vuelo y la captura precisa de datos e imágenes (17). Además, el dispositivo permite gestionar y supervisar el vuelo del dron, incluyendo la programación de rutas específicas, lo que garantiza un levantamiento sistemático. Asimismo, asegura el correcto funcionamiento del sensor LIDAR durante todo el proceso, optimizando la calidad y precisión de los datos obtenidos.

Se realizó una proyección de las misiones de vuelo con sensores LIDAR, con el objetivo de cubrir aproximadamente 2,511.65 metros cuadrados.

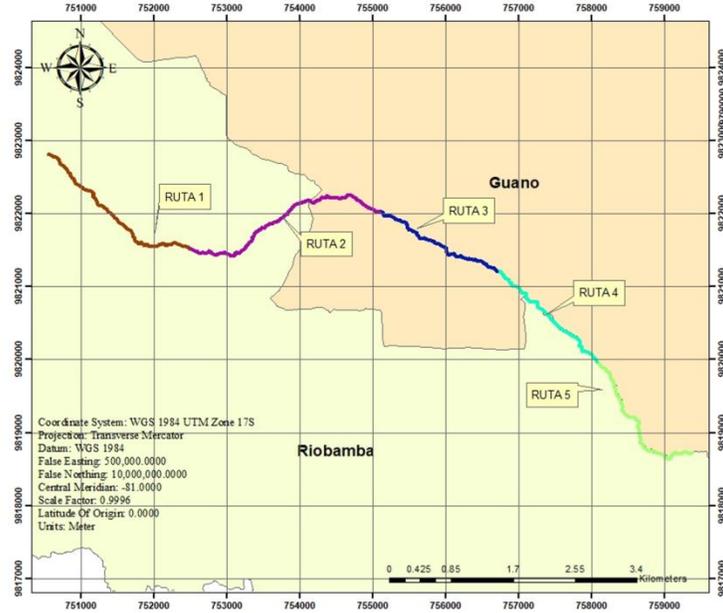


Figura 2. Tramos de levantamiento de información utilizando Dron con su sensor LIDAR.

Después de realizar el levantamiento in situ con el dron equipado con un sensor LIDAR, se obtuvo un conjunto completo de fotografías organizadas conforme al plan de vuelo establecido para cada tramo. Posteriormente, estas imágenes fueron procesadas para generar la ortofoto del área de estudio, un paso crucial para garantizar la precisión y el detalle necesarios en la digitalización y análisis del terreno.

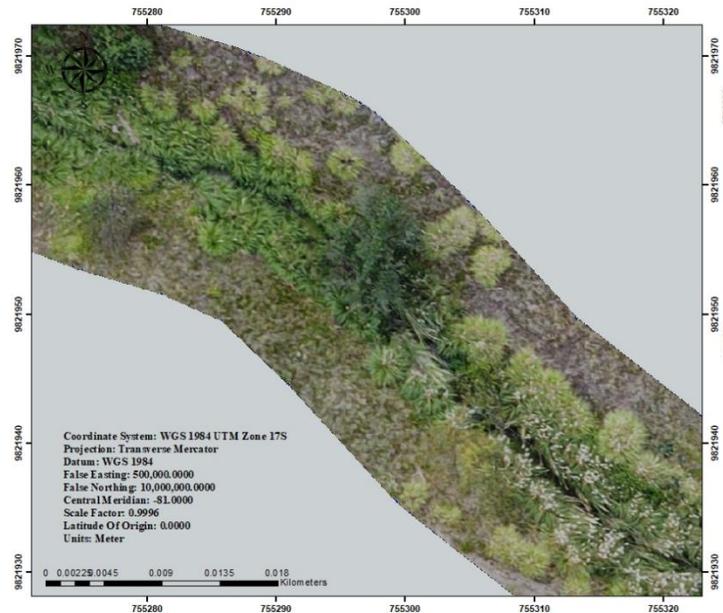


Figura 3. Tramo de la ortofoto procesada de la quebrada Las Abras.

Con la ortofotografía y el archivo de nube de puntos LIDAR en formato LAZ, se ejecutaron los procedimientos necesarios para generar el Modelo Digital del Terreno (MDT) utilizando ArcGIS Pro, una herramienta especializada que permite procesar datos espaciales con alta precisión y eficiencia.

Importación y Preparación del Archivo LAZ

Importar el archivo LAZ:

Usa la herramienta "**Create LAS Dataset**" para convertir el archivo LAZ en un dataset utilizable.

- *Ruta:* Geoprocessing → "Create LAS Dataset".
- Configura el archivo de entrada (*.laz) y define el sistema de coordenadas.

Verificar y visualizar el LAS Dataset:

- Agrega el LAS Dataset al mapa para visualizar la nube de puntos.
- Usa las propiedades para verificar las clasificaciones de puntos (terreno, edificaciones, vegetación).

Clasificación de la Nube de Puntos

Clasificar los puntos de terreno:

Usa la herramienta "**Classify LAS Ground**" para identificar puntos correspondientes al terreno.

- *Ruta:* LAS Dataset → Classification → Classify LAS Ground.

Filtrar puntos de terreno:

Configura el filtro del LAS Dataset para mostrar solo los puntos clasificados como terreno.

- *Opción:* "Ground (Clase 2)".

Generación del MDT

Convertir la nube de puntos a raster:

Usa la herramienta "**LAS Dataset To Raster**".

- *Ruta:* Geoprocessing → Conversion Tools → "LAS Dataset To Raster".
- Configura los parámetros:
- *Value Field:* Elevation.
- *Interpolation Type:* Binning.
- *Cell Assignment Type:* Maximum.
- *Void Filling:* Natural Neighbor.
- Especifica la resolución (por ejemplo, 1 metro por celda).

Validar el raster generado:

Inspecciona el raster para asegurarte de que los datos de elevación sean consistentes con la zona de estudio.

Integración con la Ortofoto

Superponer la ortofoto:

Añade la ortofoto al mapa y ajusta la transparencia para comparar con el MDT.

Análisis visual:

Identifica características topográficas relevantes, como zonas de erosión, cauces o áreas críticas.

Exportación de Resultados

Exportar el MDT:

Guarda el MDT en formato GeoTIFF para análisis adicional o visualización.

- *Ruta:* Clic derecho en el raster → Data → Export Raster.

Exportar curvas de nivel:

Guarda las curvas en formato shapefile para incluirlas en mapas finales.

- *Ruta:* Geoprocessing → Conversion Tools → Features → Export Features.

Posteriormente, es fundamental procesar la nube de puntos LIDAR para derivar las curvas de nivel con un alto grado de precisión, en este caso específico, se generaron curvas de nivel con una equidistancia de 0.5 metros, lo cual garantiza un nivel de detalle adecuado para el análisis topográfico de la zona de estudio, este intervalo permite identificar con claridad los cambios en la pendiente y la morfología del terreno, aspectos esenciales para el desarrollo de proyectos de planificación y conservación (18).

Una vez procesada la nube de puntos según (19) se obtuvieron las curvas de nivel correspondientes a los tramos definidos en el plan de vuelo, estas curvas se organizaron y visualizaron en función de las características del área de estudio, permitiendo su integración con otros insumos geoespaciales, este enfoque asegura una gestión eficiente de los datos y proporciona una base sólida para el análisis posterior de las pendientes y la modelación del terreno.

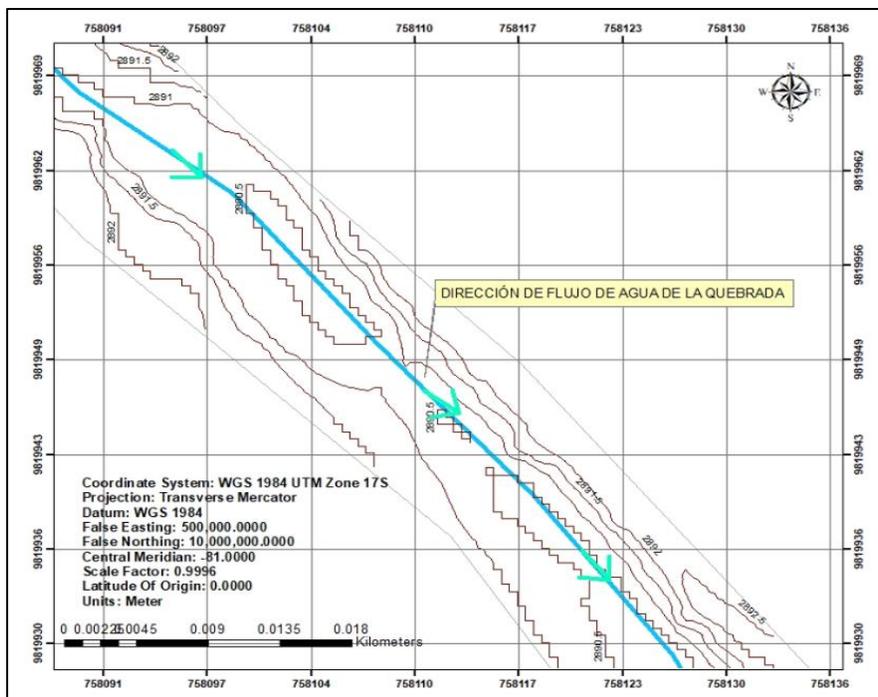


Figura 4. Curvas de nivel de la quebrada Las Abras Tramo 1.

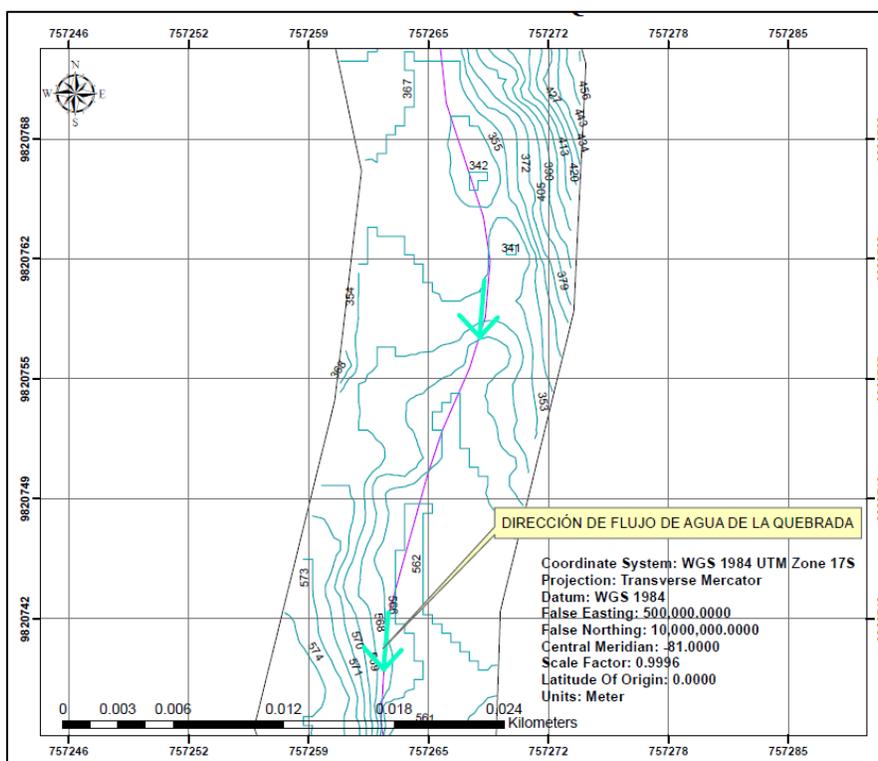


Figura 5. Curvas de nivel de la quebrada Las Abras Tramo 2.

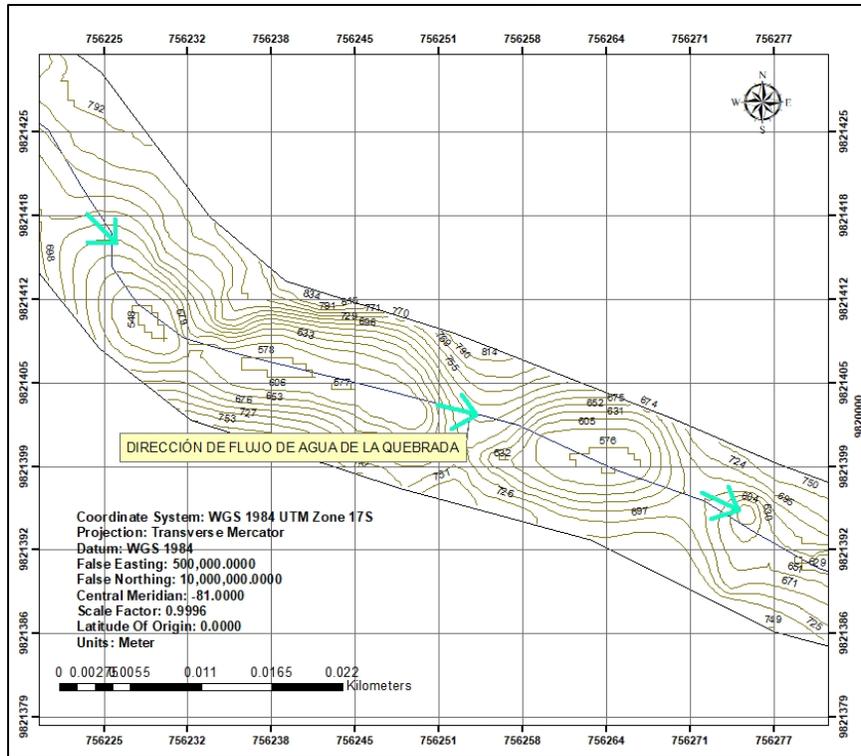


Figura 6. Curvas de nivel de la quebrada Las Abras Tramo 3.

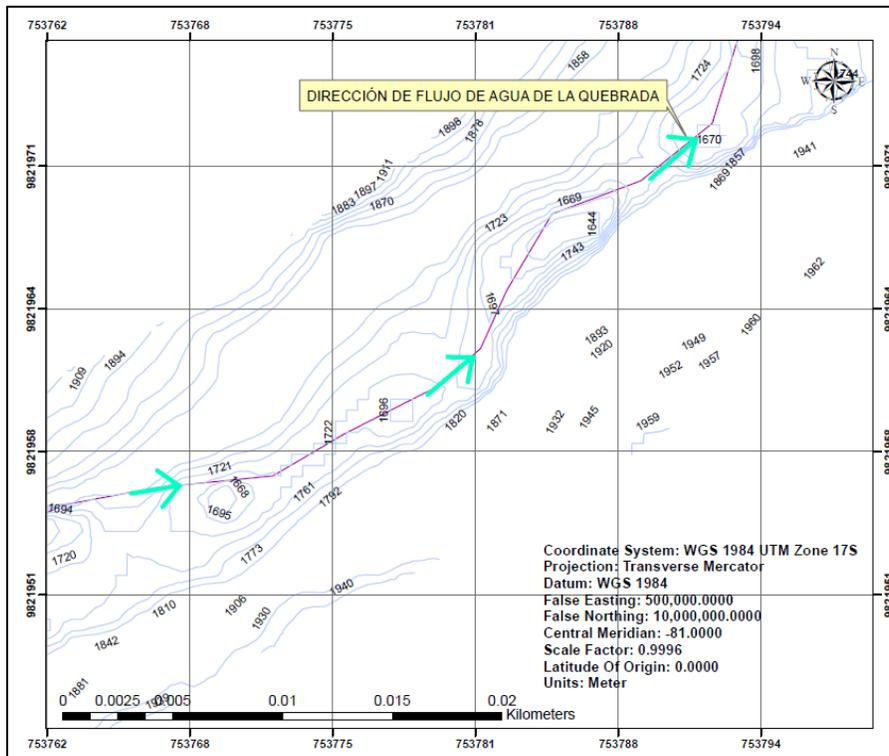


Figura 7. Curvas de nivel de la quebrada Las Abras Tramo 4.

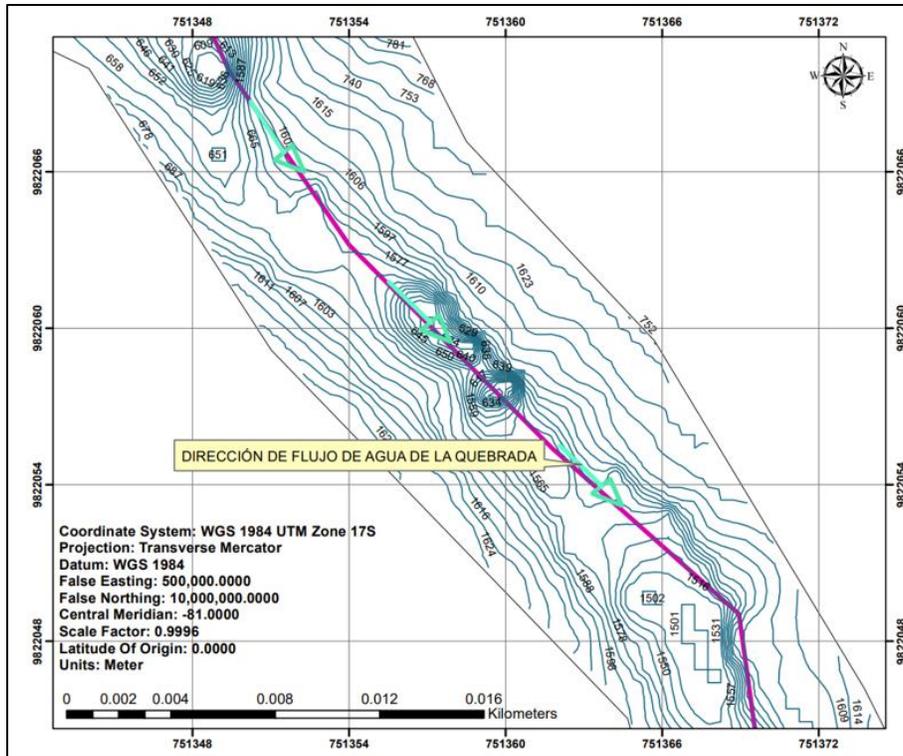


Figura 8. Curvas de nivel de la quebrada Las Abras Tramo 5.

El análisis de las curvas de nivel de la quebrada Las Abras ha permitido identificar la topografía detallada de los tramos que componen el área de estudio, estas curvas reflejan las pendientes pronunciadas y variaciones altimétricas significativas que caracterizan a la quebrada. La representación obtenida proporciona información clave para el diseño de estrategias de manejo ambiental y la planificación de infraestructura, asegurando un enfoque sostenible. Además, la precisión alcanzada con intervalos de 0.5 metros resalta el valor de la tecnología LIDAR para estudios detallados en áreas geográficamente complejas.

Tabla 1. Cuadro resumen de las características de las Curvas de Nivel por Tramo

| Tramo | Intervalo (m) | Altitud (m) | Máxima | Altitud Mínima (m) | Observaciones |
|---------|---------------|-------------|--------|--------------------|--------------------------------------|
| Tramo 1 | 0.5 | 1772 | | 1684 | Pendiente moderada, flujo uniforme. |
| Tramo 2 | 0.5 | 1870 | | 1721 | Incremento significativo en altitud. |
| Tramo 3 | 0.5 | 2015 | | 1891 | Zona de transición altimétrica. |
| Tramo 4 | 0.5 | 2891 | | 2015 | Pendientes más pronunciadas. |
| Tramo 5 | 0.5 | 2915 | | 2891 | Área crítica por alta inclinación. |

Este cuadro sintetiza las características principales de las curvas de nivel de cada tramo de la quebrada Las Abras.

A partir de las curvas de nivel, la ortofotografía y la nube de puntos generadas mediante el levantamiento con el sensor LIDAR, se procede a calcular las pendientes correspondientes al área de estudio de la quebrada Las Abras, este proceso es crucial para comprender las variaciones topográficas del terreno, lo que permitirá identificar áreas críticas y proponer estrategias de manejo adecuadas. Para este propósito, se utiliza la herramienta "Slope", disponible en el conjunto de herramientas de Spatial Analyst Tools dentro de ArcGIS Pro, específicamente en la sección Surface, esta herramienta permite calcular las pendientes del terreno tanto en porcentaje como en grados.

El procedimiento consiste en cargar el Modelo Digital de Terreno (MDT) generado previamente como insumo principal, configurar los parámetros de salida, y ejecutar la herramienta para obtener un raster que represente las pendientes, el uso de la herramienta "Slope" no solo garantiza precisión en los resultados, sino que también facilita la visualización de las zonas con mayor inclinación, lo que resulta fundamental para evaluar riesgos de erosión, identificar áreas de acumulación de agua y planificar obras de infraestructura. Un análisis detallado es un insumo indispensable para la toma de decisiones en la gestión de recursos y la planificación territorial en la región de estudio.

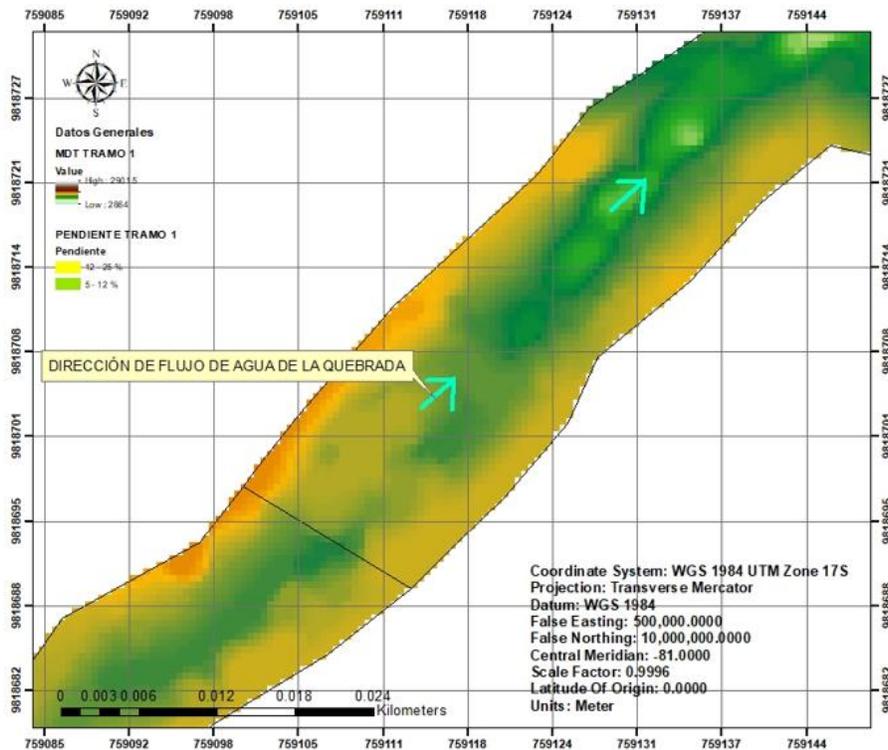


Figura 9. Pendientes de la quebrada Las Abras Tramo 1.

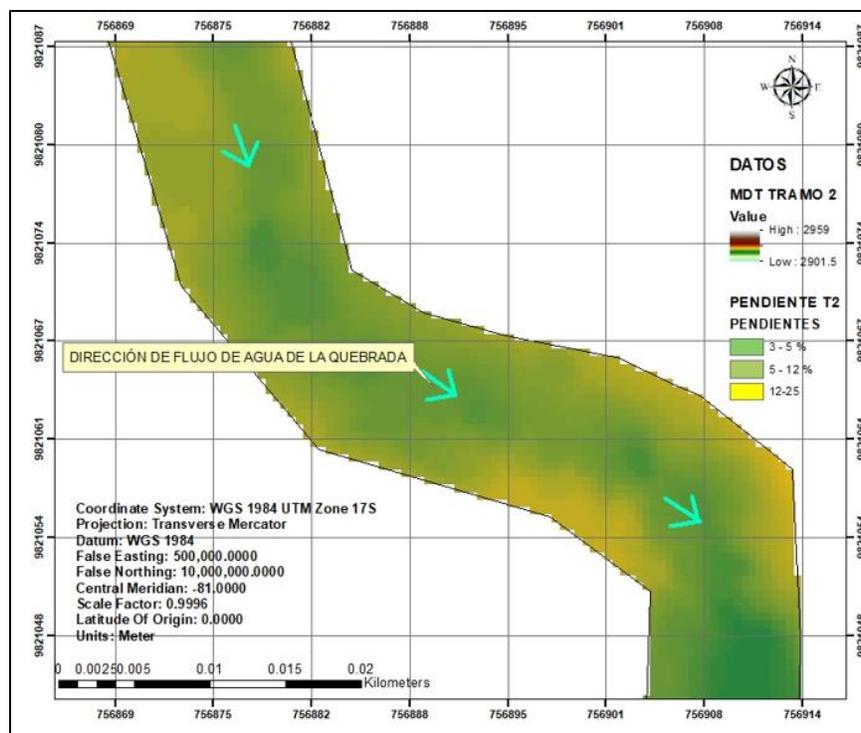


Figura 10. Pendientes de la quebrada Las Abras Tramo 2.

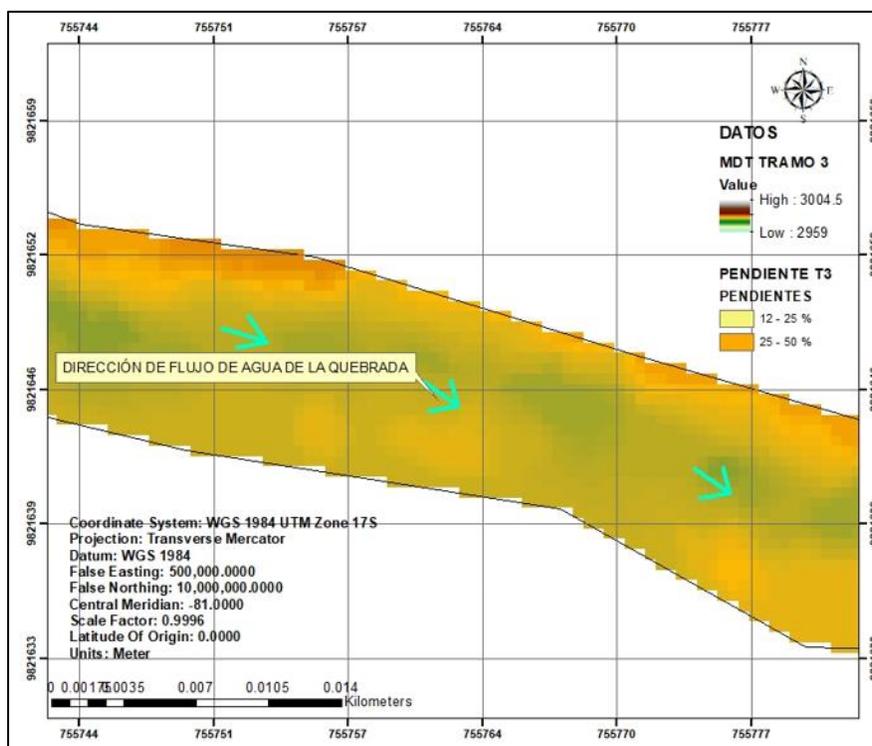


Figura 11. Pendientes de la quebrada Las Abras Tramo 3.

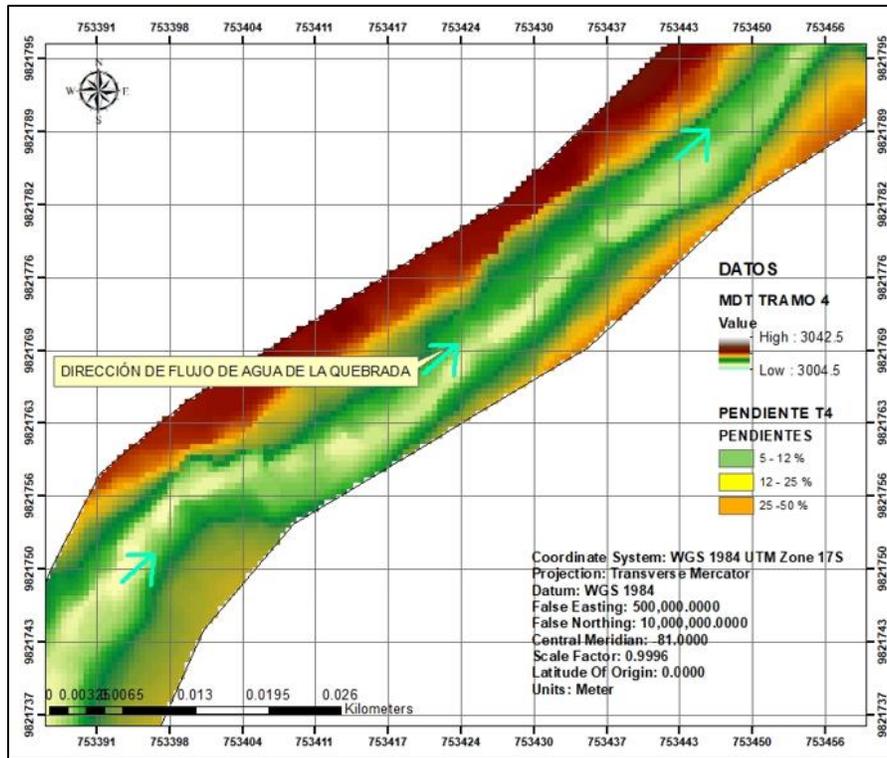


Figura 12. Pendientes de la quebrada Las Abras Tramo 4.

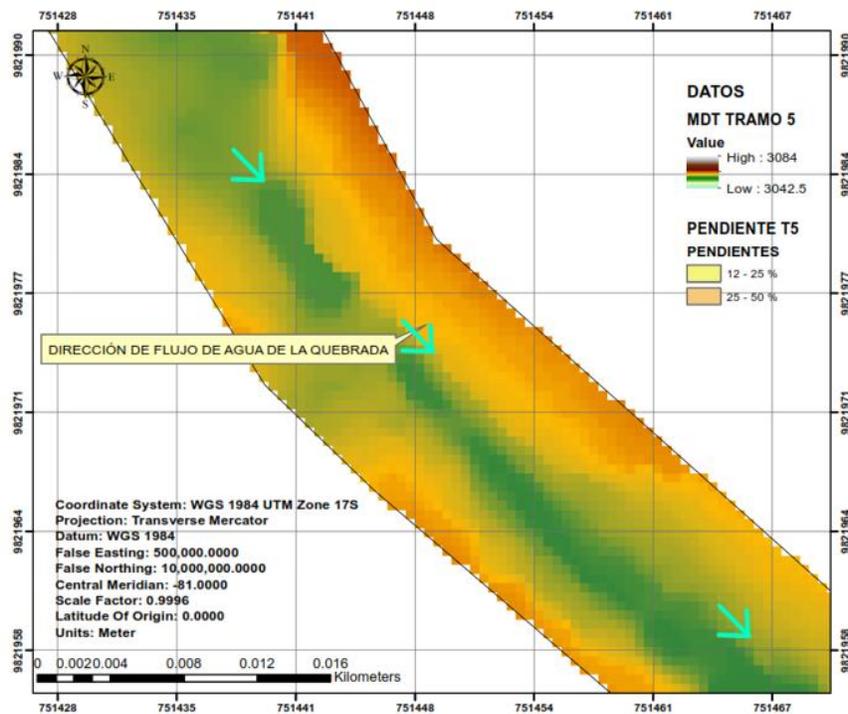


Figura 13. Pendientes de la quebrada Las Abras Tramo 5.

El análisis de las pendientes a lo largo de los tramos estudiados en la quebrada Las Abras revela una variabilidad significativa en las inclinaciones, que oscilan entre pendientes suaves (3%-12%) y pronunciadas (25%-50%), estas diferencias se deben a la morfología natural del terreno y destacan áreas críticas que pueden influir en el flujo de agua y la susceptibilidad a fenómenos de erosión. Las pendientes más pronunciadas son indicativas de zonas donde se requiere mayor atención en términos de manejo de suelos y control de escorrentías para prevenir procesos erosivos severos. Por otro lado, las áreas con pendientes suaves facilitan la estabilidad del terreno y presentan menos riesgo para la dinámica del agua, el estudio subraya la importancia de integrar estos resultados en planes de gestión ambiental, en estrategias de desarrollo sostenible y en políticas del manejo del uso de suelo del área de estudio.

Tabla 2. Cuadro resumen de las Pendientes por Tramo.

| Tramo | Rango de Pendiente (%) | Descripción | Implicaciones |
|---------|------------------------|---------------------------|---|
| Tramo 1 | 3% - 12% | Pendientes suaves | Estabilidad del terreno, menor riesgo de erosión. |
| Tramo 2 | 5% - 12% | Pendientes moderadas | Riesgo leve de erosión, adecuado para estabilización y control de escorrentías. |
| Tramo 3 | 12% - 25% | Pendientes significativas | Mayor escorrentía, requiere medidas de manejo de suelos. |
| Tramo 4 | 12% - 50% | Pendientes pronunciadas | Alto riesgo de erosión, esencial implementar estrategias de conservación. |
| Tramo 5 | 12% - 25% | Pendientes significativas | Atención en el manejo de aguas y protección del suelo en estas áreas críticas. |

Este cuadro facilita la interpretación de los resultados y resalta las características principales de cada tramo, contribuyendo al entendimiento de las condiciones del terreno en la quebrada Las Abras.

DISCUSIÓN

La aplicación de tecnología LIDAR en el estudio de la quebrada Las Abras ha permitido identificar con precisión características clave del terreno, como las curvas de nivel y las pendientes, aportando información valiosa para la planificación territorial y la gestión de recursos (20). Los resultados obtenidos destacan la variabilidad topográfica significativa de la quebrada, con pendientes que oscilan entre suaves y extremadamente pronunciadas, estas condiciones refuerzan la necesidad de implementar medidas de manejo de suelos y control de escorrentías en las áreas críticas para prevenir riesgos de erosión y deslizamientos (21).

El análisis detallado de acuerdo con (22) de las curvas de nivel muestra que los intervalos de 0.5 metros permiten una representación fiel del terreno, facilitando la identificación de áreas de transición altimétrica y zonas de mayor vulnerabilidad. Por otro lado, el cálculo de pendientes mediante el uso de las herramientas de ArcGIS Pro evidenció la inclinación del terreno en porcentajes, lo que aporta un insumo esencial para evaluar la dinámica del flujo hídrico y los riesgos asociados (23).

Además, (24) los mapas generados para cada tramo ofrecen una representación visual clara de la distribución de altitudes y pendientes, lo que facilita la integración de esta información en estrategias de desarrollo urbano sostenible, proyectos de conservación ambiental y planificación del uso del suelo. Estos hallazgos subrayan la importancia de utilizar tecnologías de alta precisión para estudios geográficos en áreas complejas, maximizando la capacidad de análisis y la generación de soluciones basadas en evidencia (25).

CONCLUSIONES

La aplicación de tecnología LIDAR permitió obtener representaciones topográficas detalladas con intervalos de curvas de nivel de 0.5 metros, lo que asegura un alto grado de precisión en la identificación de características clave del terreno, como pendientes pronunciadas y variaciones altimétricas.

Las pendientes analizadas, que varían entre suaves (3%-12%) y pronunciadas (25%-50%), destacan zonas críticas que requieren manejo especial para mitigar riesgos de erosión y escorrentías, estas áreas representan puntos de interés prioritarios para estrategias de conservación, manejo y uso de suelos.

La información obtenida facilita la planificación y gestión de recursos, permitiendo tomar decisiones basadas en evidencia para reducir riesgos y optimizar el uso del suelo en la región. Este estudio refuerza la importancia de conservar quebradas como Las Abras, que no solo actúan como sistemas naturales de drenaje, sino que también contribuyen a mantener la biodiversidad y la calidad del aire en áreas urbanas cercanas.

Los resultados son un insumo valioso para la elaboración de políticas públicas y planes de desarrollo sostenible que integren la protección de áreas naturales con proyectos de infraestructura.

La combinación de sensores LIDAR y herramientas de procesamiento geoespacial, como ArcGIS Pro, demuestra ser una metodología efectiva y replicable para estudios topográficos en regiones similares.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lesmes, A. F. H. (2020). *Determinación de la pendiente y los factores morfométricos para el plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río sumapaz a partir de un modelo digital del terreno corregido*. 102.
2. Tenesaca-Saca, M. E., Reyes-Zambrano, J. L., Vallejo-Vizhuate, D. P., & Chavarría-Párraga, J. E. (2024). Modelación Hidrológica e Hidráulica para la Identificación de Zonas de Inundación en la Quebrada Las Abras, Riobamba. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*. ISSN: 2737-6249., 7(14), Article 14. <https://doi.org/10.46296/ig.v7i14.0220>

3. Borja-Bernal, C., Salcedo-Maridueña, G., Cedeño-Bermeo, J., & Montalvo, C. (2015). La Evaluación hidrogeológica de la cuenca hidrográfica Las Abras, provincia de Chimborazo, Ecuador. *Revista Científica Ciencias Naturales y Ambientales*, 9(2), Article 2. <https://doi.org/10.53591/cna.v9i2.240>
4. Fernández-Lozano, J. (2016). APLICACIONES GEOLÓGICAS DE LOS DRONES. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 29, 89-105.
5. Veneros, J., García, L., Morales, E., Gómez, V., Torres, M., & López-Morales, F. (2020). Aplicación de sensores remotos para el análisis de cobertura vegetal y cuerpos de agua. *Idesia (Arica)*, 38(4), 99-107. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292020000400099>
6. Castro-Priego, M., Olmo-Enciso, L., Labrada-Ochoa, M. O., Jijón-Porras, J. A., & García-Campoverde, J. A. (2021). Espacios agrarios, asentamientos prehispánicos y tecnología LiDAR en el área costera central del Ecuador. *Virtual Archaeology Review*, 12(25), 140. <https://doi.org/10.4995/var.2021.14891>
7. Magdaleno Mas, F., & Martínez Romero, R. (2006). Aplicaciones de la teledetección láser (LiDAR) en la caracterización y gestión del medio fluvial. *Ingeniería Civil*, 142, Article 142.
8. Fragoso Campón, L. (2021). *Aplicaciones de la teledetección en la modelización hidrológica* (p. 1) [Http://purl.org/dc/dcmitype/Text, Universidad de Extremadura]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=293355>
9. Ahumada Zavala, D. C., & Espino Aparcana, L. C. (2024). Análisis del comportamiento hidráulico de las estructuras de retención de sólidos en la cabecera de la cuenca de la quebrada San Idelfonso. *Universidad Privada Antenor Orrego*. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/18792>
10. Giménez-Frontín, E. C., & González, I. C. (2010). *SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA*. 2(45), 175-190.
11. Carreño Correa, L. M., & Pedraza Niño, N. I. (2020). *Caracterización del cuidado y la conservación del recurso hídrico a partir del conocimiento ambiental de la comunidad próxima a la quebrada Yomasa -sector Bolonia- y su vinculación con la política pública* [Pontificia Universidad Javeriana]. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.10554.13516>
12. Pedraza, J. (1996). *Geomorfología Principios Metodos y Aplicaciones*. Madrid: Editorial Rueda.
13. Adriano, A., & Guerra, R. (2021). *PLAN DE MANEJO AMBIENTAL, DE LA QUEBRADA SAN SEBASTIÁN, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO*. Riobamba: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO.
14. Aguilera, R., Brea, S., & Villarroya, L. (2023). *Biología y geología*. Macmillan Iberia.
15. Almoza, Y., Wuoter, S., Medina, H., & Alonso, G. (2019). *Metodología para la Estimación del Factor Erosividad de las Precipitaciones en el Modelo (RUSLE)*. Obtenido de La molina: <http://www.lamolina.edu.pe/zonasaridas/za11/pdfs/ZA11%2000%20art11.pdf>
16. Alvarado, G. E. (2011). *The formation and evolution of Hule and Río Cuarto maars, Costa Rica*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377027311000047>
17. Alvarez, J. (21 de Octubre de 2023). *Docz*. Obtenido de Carta de Plasticidad: <https://www.udocz.com/apuntes/525368/carta-de-plasticidad-nuevo>

18. Arcgis. (2024). *Arcgis.com*. Obtenido de Cómo funciona Kriging—ArcGIS Pro | Documentación: <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/tool-reference/3d-analyst/how-kriging-works.htm>
19. Arora, R. (2019). *Plasticity Index Of Soil*. Obtenido de <https://www.elementaryengineeringlibrary.com/civil-engineering/soil-mechanics/plasticity-index-of-soil>
20. Barrera, J. (2015). *Empleo del método geofísico Tomografía de Resistividad Eléctrica para la ubicación de un sitio de recarga de acuífero en Xochimilco*. México D.F: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.
21. Barrietos, E. (2015). *Tomografía eléctrica resistiva 3d en la caracterización del subsuelo bajo estructuras civiles*. México D.F: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.
22. Blanco, M. (2019). ROSIÓN HÍDRICA EN LA MICROCUENCA DEL CAUCE 31 DE DICIEMBRE, NICARAGUA. *Universidad Nacional de Ingeniería*, 32(2), 94-105.
23. Borja, C., Salcedo, G., Cedeño, J., & Montalvo, C. (2015). Evaluación hidrogeológica de la cuenca hidrográfica Las Abras, provincia de Chimborazo, Ecuador. *Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales*, 9(2), 72-79.
24. Buscar Agua Subterránea. (2017). *Estudio con Tomografía Eléctrica (II)*. Obtenido de <https://buscaraguasubterránea.com/agua-subterránea-tomografia-electrica/>
25. Cantarero, A. (2023). *¿Qué es un diagrama de flujo y cómo hacer uno?* Obtenido de Ebac: <https://ebac.mx/blog/diagrama-de-flujo>

BIENESTAR EMOCIONAL DEL PERSONAL DEL CUERPO DE BOMBEROS DE RIOBAMBA

EMOTIONAL WELL-BEING OF THE STAFF OF THE RIOBAMBA FIRE DEPARTMENT

Evelyn Francisca Andino Peñafiel¹, Byron Napoleón Cadena Oleas²

{evelyn.andino@unach.edu.ec¹, bcadena@esPOCH.edu.ec¹}

Fecha de recepción: 22/12/2024 / Fecha de aceptación: 04/01/2025 / Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: Esta investigación se centra en comprender el sentimiento emocional de los trabajadores del Cuerpo de Bomberos de Riobamba. El estudio analiza cómo la gente se siente estresada, qué hace que alguien se calme o se altere, la satisfacción con la vida y las condiciones laborales. Al mismo tiempo, se sugieren ciertos enfoques para mejorar tu bienestar psicológico y emocional. Los resultados subrayan el impacto de factores como la carga de trabajo, los encuentros traumáticos recurrentes y la asistencia social en la salud de los empleados. Este estudio analiza cómo los retos físicos y emocionales que enfrentan los bomberos impactan su bienestar psicológico. Las emergencias imprevistas y los desastres naturales suelen desencadenar síntomas como recuerdos intrusivos, ansiedad y agotamiento. De manera similar, los estudiantes que dedican largas horas al estudio sin descanso adecuado pueden experimentar dificultades para relajarse y mantener un sueño reparador. La investigación también pone énfasis en el entorno laboral, considerando aspectos clave como la gestión, el trabajo en equipo, el diálogo interno y las oportunidades de crecimiento profesional. Es fundamental diseñar programas educativos que promuevan un manejo efectivo de las emociones, ayuden a controlar el estrés y fortalezcan las estrategias cognitivas para afrontar la presión. Asimismo, se resalta la necesidad de fomentar la solidaridad comunitaria, tanto en el ámbito laboral como en el familiar, con el fin de generar un sentido de pertenencia y apoyo emocional. Finalmente, este estudio sugiere instituir protocolos para vigilar perpetuamente la salud emocional de los empleados, como evaluaciones psicológicas rutinarias y citas con terapia expertas, estas acciones apuntan a impulsar un entorno de trabajo más saludable, alentador y resistente, beneficiando tanto a los bomberos como a la población a la que asisten.

Palabras clave: *Bienestar emocional, nivel de estrés, calidad de vida, ambiente laboral, salud mental, situaciones traumáticas*

¹Maestrante de la Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), Riobamba-Ecuador, <https://orcid.org/0009-0006-2979-9452>.

²Facultad de Administración de Empresas, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Panamericana Sur km. 1 1/2, Riobamba, 060155, Ecuador. <https://orcid.org/0000-0002-4535-5265>.

ABSTRACT: This research focuses on understanding the emotional feeling of Riobamba Fire Department workers. The study analyzes how people feel stressed, what makes someone calm or upset, life satisfaction, and working conditions. At the same time, certain approaches are suggested to improve your psychological and emotional well-being. The results underline the impact of factors such as workload, recurrent traumatic encounters, and social assistance on employee health. This study analyzes how the physical and emotional challenges faced by firefighters impact their psychological well-being. Unforeseen emergencies and natural disasters often trigger symptoms such as intrusive memories, anxiety, and exhaustion. Similarly, students who spend long hours studying without adequate rest may experience difficulties in relaxing and maintaining restful sleep. The research also puts emphasis on the work environment, considering key aspects such as management, teamwork, self-talk, and opportunities for professional growth. It is essential to design educational programs that promote effective management of emotions, help control stress, and strengthen cognitive strategies to cope with pressure. Likewise, the need to promote community solidarity is highlighted, both in the workplace and in the family, in order to generate a sense of belonging and emotional support. Finally, this study suggests instituting protocols to perpetually monitor the emotional health of employees, such as routine psychological evaluations and appointments with expert therapists. These actions aim to promote a healthier, more encouraging, and resilient work environment, benefiting both firefighters and the population they serve.

Keywords: *Emotional well-being, stress level, quality of life, work environment, mental health, traumatic situations*

INTRODUCCIÓN

Expertos en combatir llamas; este término conecta a individuos con valientes almas que enfrentan conflagraciones, héroes esforzados, y una multitud de alternativas idénticas que podrían surgir. Sin embargo, rara vez comprenden los escenarios de su empleo, incitando variadas emociones entre los cuidadores, potencialmente agravando los niveles de estrés. Es factible contemplar las emociones de un bombero al llegar a una residencia en llamas, o un accidente de tráfico donde encuentra a alguien que no se salvó, creyendo controlar su vida.

La vocación bomberil ha evolucionado dramáticamente, de sus inicios sencillos como equipos comunitarios a su rol actual como fuerza de ayuda social diversa. Al principio, armados solo con cubos y coraje primitivo, enfrentaban obstáculos que superarían las capacidades de la tecnología contra incendios contemporánea. Con el tiempo, la expansión urbana, el progreso tecnológico y las complejidades sociales alteraron drásticamente su trabajo.

Hoy, ser bombero implica mucho más que combatir incendios. Pero ¿qué ha impulsado esta profesión a una táctica tan completa y multifacética? La solución reside en las crecientes exigencias de nuestra sociedad y las dificultades ecológicas que enfrentamos. El aumento de calamidades, accidentes laborales y crisis sanitarias ha obligado a los bomberos a equiparse no

solo para apagar fuegos, sino también para servir como salvadores, profesionales médicos, expertos en sustancias tóxicas y directores de gestión de crisis. La respuesta a emergencias exige medidas rápidas y eficientes para mejorar la seguridad pública. Además, se ve cómo nuestra sociedad admira a los bomberos como salvaguardas vitales de la vida y nuestro patrimonio común. Su función se ha consolidado como un apoyo indispensable para asegurar la seguridad y fomentar la cohesión social.

En el ámbito operativo de los bomberos, donde las emergencias exigen decisiones rápidas y una conducta urgente bajo presión, la salud psicológica del personal es un elemento esencial para asegurar la eficacia de la respuesta y la seguridad del equipo. El agotamiento laboral prevalente en este trabajo —que incluye la exposición a eventos traumáticos, el manejo de la carga de estrés y los deberes de protección de vidas— afecta directamente no solo la efectividad laboral, sino también el bienestar diario de los bomberos.

Cada vez que una alarma rompe el silencio, un bombero enfrenta al desconocido. Despreciar la magnitud de una catástrofe es como reducir un desastre a un mero incidente simulado, algo sin importancia. Corren donde otros huyen. Pero bajo esas acciones valerosas, yace una cámara que carga el peso de su testimonio, sus sensaciones y sus recuerdos imborrables.

En un ambiente repleto de frenesí, ambigüedad y tenacidad, la salud mental emerge como una variable operativa que trasciende lo privado. Cohesión de equipo, toma de decisiones críticas, gestión de crisis. Esta publicación examina los distintos obstáculos emocionales para estos expertos, fusionando ideas de la psicología del consejo, la neurociencia y la dinámica laboral, para presentar una perspectiva integral sobre la importancia de nutrir el bienestar emocional de quienes se dedican a salvaguardar al público.

El bienestar emocional del personal de un cuerpo de bomberos no es solo una cuestión de salud; es el cimiento de su valentía, la chispa que les permite levantarse una y otra vez frente al caos. ¿Qué sucede con su mente y su espíritu tras jornadas que exigen tanto de ellos? ¿Cómo enfrentan el impacto emocional de salvar vidas o, a veces, de no poder hacerlo? Este artículo se adentra en el universo emocional de quienes viven al límite por el bien de todos, mostrando cómo la fortaleza mental y el cuidado emocional son tan esenciales como el equipo que llevan a cada misión. Porque incluso los héroes necesitan cuidar su propia llama interior para seguir iluminando la oscuridad.

Según (1), el bienestar emocional se define como un estado de equilibrio psicológico que permite a las personas afrontar con eficacia los desafíos de la vida, mantener relaciones sociales saludables y experimentar un sentido de propósito y crecimiento personal. En el caso del personal del Cuerpo de Bomberos, este equilibrio depende de diversos factores, como el manejo del estrés, la resiliencia psicológica, el respaldo social, el reconocimiento profesional, un ambiente laboral positivo y oportunidades para el desarrollo personal. Estos elementos resultan fundamentales para preservar la salud mental y emocional, especialmente en profesiones sometidas a situaciones de alta tensión y riesgo.

En la cotidianidad del Cuerpo de Bomberos de Riobamba, donde el sonido de la sirena marca el inicio de misiones que desafían tanto el cuerpo como la mente, los desafíos emocionales son tan intensos como las emergencias que enfrentan. Estos hombres y mujeres no solo combaten incendios ni rescatan vidas; también cargan con un peso emocional que suele pasar desapercibido para quienes los admiran como emblemas de valentía y fortaleza.

Para ellos, el estrés no es una palabra abstracta; es una presencia constante que los acompaña en cada turno, en cada misión y en cada silencio que sigue al estruendo de una emergencia. Sus días están llenos de imágenes difíciles de borrar: desastres naturales que arrasan comunidades, accidentes de tránsito que detienen vidas en un segundo, y tragedias humanas que permanecen en su memoria mucho después de que los gritos hayan cesado (2).

En este contexto, el bienestar emocional no solo es una necesidad, sino también un pilar esencial para que puedan continuar desempeñando su labor con entrega y profesionalismo. Por ello, abordar el cuidado emocional de los bomberos no solo implica reconocer sus desafíos, sino también crear estrategias efectivas para fortalecer su salud mental y emocional, brindándoles herramientas para sobrellevar las cargas invisibles que llevan día a día.

Estas experiencias dejan huellas invisibles, pero tan profundas y pesadas como cualquier herida física. Cada intervención representa una prueba no solo de su habilidad para actuar bajo presión, sino también de su capacidad para soportar la carga emocional que cada misión deja atrás. La sociedad, sin quererlo, añade peso a este fardo al imponerles expectativas irreales y casi inhumanas: ser infalibles, mantener la calma en medio del caos y actuar con la precisión de un cirujano bajo condiciones extremas. No se les permite cometer errores, dudar o mostrar señales de vulnerabilidad.

En este proceso, su humanidad se ve opacada por la demanda pública de que funcionen como máquinas impecables, siempre listas para responder con un heroísmo inquebrantable. Pero detrás de esta imagen idealizada, se oculta una dura realidad institucional que en lugar de aliviar sus cargas, las multiplica. Recursos insuficientes, equipos obsoletos, infraestructura deficiente y personal reducido los obligan a improvisar en situaciones donde la precisión puede marcar la diferencia entre la vida y la muerte (4). Esta precariedad no solo complica su labor, sino que también alimenta una sensación persistente de vulnerabilidad. Los bomberos no solo luchan contra incendios, inundaciones o el caos de un accidente; también combaten el miedo a que sus herramientas y condiciones no estén a la altura del desafío (5).

Y, sin embargo, siguen adelante. Día tras día, enfrentan desafíos que no son únicamente físicos, sino también emocionales y psicológicos. Su bienestar emocional no es un lujo ni un detalle secundario; es un pilar esencial para que puedan continuar cumpliendo con su misión de salvar vidas, proteger comunidades y responder al llamado de la emergencia. Sin un enfoque claro en el cuidado de su salud mental, estas personas, a quienes llamamos héroes, corren el riesgo de quebrarse bajo el peso de las expectativas y las duras circunstancias que enfrentan (6), (7).

Aunque tradicionalmente se asocia el trabajo del bombero con el combate de incendios una imagen arraigada en su historia, en la actualidad su labor abarca todo tipo de emergencias, cuya naturaleza varía según la región en la que operen. Sin embargo, su labor no comienza únicamente cuando ocurre el desastre. La prevención es una parte fundamental de su misión. De hecho, es en las acciones preventivas donde radica el verdadero valor estratégico de su trabajo, ya que permiten mitigar riesgos y reducir el impacto de las emergencias antes de que estas sucedan.

La prevención abarca múltiples aspectos y ofrece un amplio abanico de posibilidades de acción. Desde esta perspectiva, el trabajo realizado por los bomberos se distingue por su carácter eminentemente preventivo. Una de sus funciones más relevantes dentro de la comunidad es educar e informar a la población sobre cómo actuar frente a diversas situaciones de emergencia y, más importante aún, cómo prevenir que estas ocurran. Su labor está orientada, en última instancia, a mejorar la calidad de vida de la ciudadanía (8), (9).

En el contexto particular de Riobamba, esta labor se torna más compleja debido a factores específicos de la región. Entre estos factores se incluyen la presión social derivada de la alta visibilidad y responsabilidad pública del cuerpo de bomberos, las limitaciones presupuestarias que restringen el acceso a recursos materiales y humanos, así como el impacto de las condiciones socioeconómicas locales. No obstante, existe una marcada carencia de estudios que analicen de forma integral y sistemática los factores que determinan el bienestar emocional de este grupo. Esta ausencia dificulta la implementación de estrategias e intervenciones efectivas y adaptadas a sus necesidades específicas (10).

De acuerdo con (11), el estrés laboral crónico afecta negativamente los procesos de recuperación física y psicológica, disminuyendo el bienestar emocional y reduciendo la capacidad del individuo para mantener un desempeño óptimo. En el caso del personal del Cuerpo de Bomberos, la exposición recurrente a situaciones críticas aumenta el riesgo de agotamiento emocional y reduce la satisfacción laboral, impactando directamente en su salud mental y calidad de vida. El estrés se define como una interacción específica entre la persona y su entorno, la cual es percibida como desbordante o como una amenaza que excede los recursos disponibles, poniendo en riesgo el bienestar del individuo.

En este sentido, existe una correlación negativa entre el nivel de estrés laboral y el bienestar emocional del personal del Cuerpo de Bomberos de Riobamba. La exposición constante a demandas emocionales y físicas intensas puede conducir al agotamiento, la ansiedad y otros trastornos psicológicos, afectando su capacidad para mantener un equilibrio emocional y enfrentar de manera eficaz los desafíos de su labor.

El estrés laboral tiene un impacto profundo y negativo en el bienestar emocional del personal de un cuerpo de bomberos. Esta relación se explica por las exigencias físicas, psicológicas y emocionales inherentes a la profesión, como la exposición a situaciones de alto riesgo, el trabajo bajo presión constante y la toma de decisiones críticas en lapsos de tiempo reducidos (12).

El estrés laboral crónico puede desencadenar síntomas de ansiedad y depresión, ya que la exposición continua a estados de alerta y exigencia emocional puede alterar el sistema nervioso y desestabilizar los mecanismos psicológicos de afrontamiento. Además, la acumulación de experiencias traumáticas, como el manejo de emergencias graves o eventos de pérdida, puede aumentar el riesgo de desarrollar trastornos como el estrés postraumático (TEPT) (13), (14).

Un nivel elevado de estrés también puede derivar en el síndrome de burnout, caracterizado por agotamiento emocional, despersonalización y una disminución en el sentido de logro personal. Este síndrome afecta directamente la capacidad del bombero para encontrar satisfacción en su trabajo y mantener una visión positiva de su vida personal. El burnout no es solo fatiga; es un agotamiento profundo, emocional y físico, que avanza silenciosamente, impactando tanto en la motivación como en el rendimiento laboral (15).

El burnout genera una sensación de vacío emocional, dejando a los bomberos exhaustos incluso antes de iniciar el día. La despersonalización, una de sus principales manifestaciones, no es solo una actitud cínica hacia el trabajo o los colegas, sino un mecanismo de defensa del cerebro ante la sobrecarga emocional. Este distanciamiento emocional no refleja apatía, sino un agotamiento en su forma más cruda (16)

Lo que una vez fue una fuente de orgullo y propósito —rescatar vidas, proteger comunidades y ser un soporte en momentos críticos— puede convertirse en una carga abrumadora. La sensación de logro personal, ese impulso que motiva a los bomberos a continuar, comienza a desvanecerse. En su lugar, aparece una desconexión entre el esfuerzo realizado y los resultados obtenidos, afectando también su vida personal, relaciones y autopercepción.

El burnout no solo impacta su desempeño laboral; también compromete su humanidad. La insatisfacción con el trabajo se convierte en un eco constante que erosiona la autoestima y distorsiona la visión del mundo. Los bomberos dejan de verse como héroes y comienzan a cuestionar su propio valor, tanto dentro como fuera del uniforme. Esta situación no solo amenaza su bienestar, sino también la seguridad de quienes dependen de ellos, ya que un bombero emocionalmente agotado no puede rendir al máximo en una emergencia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para comprender de manera integral la compleja relación entre el estrés laboral y el bienestar emocional del personal de un cuerpo de bomberos, se adoptó un enfoque mixto, que combina métodos cualitativos y cuantitativos. Esta estrategia permitió integrar la precisión de los datos numéricos con la profundidad interpretativa de los hallazgos cualitativos. De este modo, se logró obtener una visión más completa del fenómeno, capturando las diversas dimensiones de una realidad estrechamente vinculada a la experiencia humana.

En el componente cuantitativo, se emplearon herramientas estandarizadas y validadas internacionalmente, como cuestionarios diseñados específicamente para evaluar las variables

clave del análisis. Estas herramientas garantizaron la precisión en la medición de los indicadores seleccionados, facilitando la interpretación objetiva de los resultados obtenidos.

- **El Cuestionario de Estrés Percibido (PSS)** fue utilizado para evaluar la intensidad del estrés experimentado por los bomberos en su vida cotidiana. Este instrumento permitió identificar patrones de sobrecarga emocional, sensaciones de falta de control y la frecuencia con que enfrentan situaciones consideradas abrumadoras. Diseñado para medir tanto factores externos como internos, el cuestionario proporcionó una visión estadística precisa sobre el nivel de estrés crónico al que están expuestos.
- **La Escala de Bienestar Psicológico de Ryff** evaluó dimensiones críticas del bienestar emocional, como la autoaceptación, el propósito en la vida, las relaciones positivas, la autonomía y el dominio del entorno. Esta herramienta permitió vincular cómo las experiencias de estrés prolongado afectan directamente áreas fundamentales del equilibrio emocional y la calidad de vida de los bomberos.

Con estos datos, se lograron identificar correlaciones significativas entre niveles altos de estrés laboral y disminuciones marcadas en aspectos clave del bienestar, como la percepción de logro personal o la capacidad de establecer relaciones interpersonales saludables.

El análisis cualitativo complementó y enriqueció los hallazgos cuantitativos al dar voz a quienes viven esta realidad. A través de entrevistas semiestructuradas y grupos focales, se exploraron las experiencias individuales y colectivas, proporcionando un contexto más profundo para interpretar los datos numéricos. Estas técnicas permitieron captar no solo qué tan estresados o emocionalmente afectados se sentían los bomberos, sino también por qué y cómo esas experiencias impactan en sus vidas.

- **Las entrevistas semiestructuradas:** Una entrevista semiestructurada es un método de investigación cualitativa que combina preguntas abiertas y cerradas, permitiendo explorar en profundidad las experiencias, opiniones y percepciones de los participantes sobre un tema específico (17).

Esta entrevista permitió a los participantes expresar en sus propios términos las dificultades que enfrentan, desde la presión de responder a emergencias críticas hasta la falta de recursos y apoyo institucional. Estos relatos ofrecieron una perspectiva íntima y rica en matices sobre los desafíos que enfrentan, revelando factores menos evidentes pero cruciales, como el estigma asociado a expresar vulnerabilidad en un entorno laboral que valora la fortaleza inquebrantable.

- **Los grupos focales:** Un grupo focal es una técnica de investigación cualitativa que consiste en reunir a un pequeño grupo de personas (generalmente entre 6 y 12 participantes) para discutir un tema específico bajo la guía de un moderador. Su objetivo es obtener información detallada sobre opiniones, percepciones, actitudes y experiencias relacionadas con un tema en particular (18).

Este enfoque realizado con bomberos de distintas áreas y rangos, generaron un espacio de reflexión colectiva donde emergieron patrones comunes y diferencias en las experiencias según los roles y responsabilidades. Este formato también facilitó identificar dinámicas laborales específicas, como la influencia del liderazgo, la cohesión de equipo y las expectativas de desempeño.

La combinación de distintos enfoques facilitó una comprensión más integral del fenómeno estudiado. Por un lado, los datos cuantitativos ofrecieron un respaldo objetivo y estadístico para identificar la relación entre el estrés laboral y el bienestar emocional. Por otro lado, las narrativas cualitativas aportaron un contexto humano y emocional, lo que ayudó a interpretar y dar significado a las cifras obtenidas. Por ejemplo, aunque las encuestas mostraron que más del 70% de los participantes experimentaba altos niveles de estrés, las causas no se limitaban a las emergencias atendidas. También incluían factores como la falta de reconocimiento, las extensas jornadas laborales y el impacto emocional de presenciar tragedias humanas.

Este enfoque combinado permitió superar las limitaciones que cada metodología tiene por separado. Mientras que las encuestas pueden ser insuficientes para captar la riqueza de las experiencias individuales, las entrevistas cualitativas pueden presentar dificultades para ser generalizadas. Sin embargo, su integración ayudó a construir un panorama más completo y representativo.

La investigación adoptó un enfoque exploratorio para entender a fondo las vivencias y dinámicas emocionales del personal de bomberos. Se emplearon técnicas cualitativas, como observaciones en el campo y análisis de casos específicos, con el fin de identificar patrones emergentes y formular hipótesis sobre los factores que influyen en su bienestar emocional. Este diseño permitió mantener un análisis abierto y flexible, lo que facilitó el descubrimiento de elementos no previstos inicialmente, como el impacto del liderazgo, la cohesión del equipo y las percepciones sobre el apoyo institucional.

En síntesis, combinar métodos cuantitativos y cualitativos no solo enriqueció la comprensión del fenómeno, sino que también dio voz a los bomberos, humanizando las estadísticas y convirtiéndolas en herramientas para impulsar el cambio. Este enfoque reafirma la importancia de integrar números y narrativas para abordar problemas complejos con la profundidad que merecen.

Tipo de Investigación:

Este estudio se enfocó en describir cómo se relacionan el estrés laboral y el bienestar emocional en el personal de un cuerpo de bomberos. Su propósito fue identificar y analizar las características más relevantes de ambas variables, como los niveles de estrés que enfrentan en distintas situaciones laborales y los aspectos específicos de su bienestar emocional que se ven afectados. Entre estos aspectos se incluyeron la satisfacción personal, la capacidad de recuperación (resiliencia) y el manejo de las emociones.

Para lograrlo, se recopilaron datos cuantitativos a través de cuestionarios estandarizados y se observaron patrones y tendencias que ofrecieron una visión más detallada. Esto permitió entender mejor cómo el estrés laboral influye en el estado emocional de los participantes, sentando las bases para futuras investigaciones y posibles estrategias de intervención.

Población de estudio y muestra:

El estudio se enfocó en el personal operativo del Cuerpo de Bomberos de Riobamba, incluyendo a aquellos bomberos que desempeñan roles activos en la atención de emergencias, rescates y el manejo de situaciones críticas. Esta selección permitió centrar el análisis en quienes están más expuestos a las exigencias físicas, emocionales y psicológicas propias de este tipo de trabajo.

Al dirigir la investigación hacia esta población específica, se buscó obtener una visión más cercana y detallada sobre cómo el estrés laboral afecta su bienestar emocional. Además, se tomaron en cuenta las experiencias y desafíos particulares que enfrentan en su día a día, asegurando que los resultados reflejen con precisión la realidad del equipo operativo y puedan ser utilizados como base para intervenciones futuras.

ANÁLISIS

Población y Muestra

Universo o Población son expresiones equivalentes para referirse al conjunto total de elementos que constituyen el ámbito de interés analítico y sobre el que queremos inferir las conclusiones de nuestro análisis, conclusiones de naturaleza estadística y también sustantiva o teórica (19).

En el presente trabajo de investigación, la población está constituida por el total de colaboradores de la entidad, que corresponden a 10 personas, todas ellas pertenecientes al personal operativo del Cuerpo de Bomberos de Riobamba.

Debido tamaño de la población se trabajará con una muestra de 80 personas.

Muestra

Una muestra estadística es una parte o subconjunto de unidades representativas de un conjunto llamado población o universo, seleccionadas de forma aleatoria, y que se somete a observación científica con el objetivo de obtener resultados válidos para el universo total investigado, dentro de unos límites de error y de probabilidad de que se pueden determinar en cada caso (19).

Tipo de estudio

Este estudio tiene como propósito comprender y describir el estado emocional del personal del Cuerpo de Bomberos. Se enfoca en observar de manera cercana y detallada las condiciones actuales, destacando aquellos factores que podrían estar influyendo.

Tipo de recolección de datos:

Para este estudio, los datos se recopilaron a través de un cuestionario estructurado compuesto por cinco preguntas. Este instrumento fue diseñado específicamente para obtener información relevante directamente del personal operativo del Cuerpo de Bomberos de Riobamba.

Las preguntas fueron claras y precisas, con el objetivo de explorar las percepciones, conocimientos y experiencias del equipo en relación con el tema analizado. La elección de esta técnica respondió a la necesidad de recolectar información tanto cuantitativa como cualitativa, lo que permitió un análisis más completo y detallado. Este enfoque metodológico no solo garantizó que los datos reflejaran fielmente la realidad operativa del personal de bomberos, sino que también ofreció una perspectiva directa desde quienes enfrentan diariamente las exigencias y desafíos de esta profesión.

RESULTADOS

¿Con qué frecuencia siente que puede manejar el estrés en el trabajo?

as

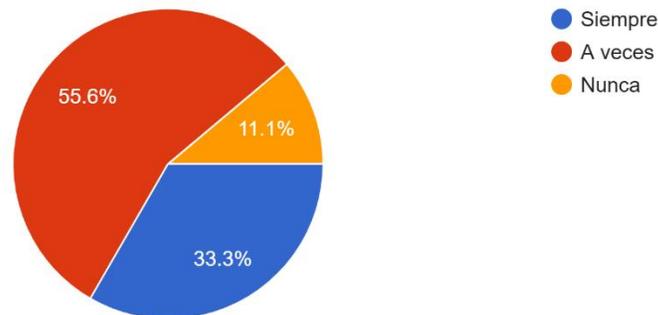


Figura 1. ¿Con qué frecuencia siente que puede manejar el estrés en el trabajo?

La pregunta arrojó como resultado que el más del 55.6% de operadores del Cuerpo de Bomberos de Riobamba, A veces sienten que pueden manejar el estrés en el trabajo, lo cual es una cifra que presenta un alto índice de preocupación.

¿Con qué frecuencia ha sentido síntomas físicos (dolor de cabeza, fatiga) relacionados con el estrés laboral?

11 respuestas

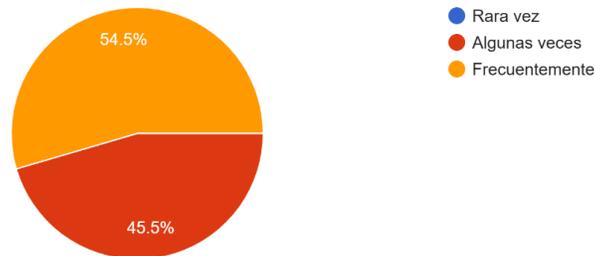


Figura 2. ¿Con qué frecuencia ha sentido síntomas físicos (dolor de cabeza, fatiga) relacionados con el estrés laboral?

La pregunta arrojó como resultado que el más del 54.5% de operadores del Cuerpo de Bomberos de Riobamba, frecuentemente ha sentido ha sentido síntomas físicos (dolor de cabeza, fatiga) relacionados con el estrés laboral, de manera que también el dolor representa una inquietud.

¿Con qué frecuencia tiene dificultades para conciliar el sueño debido a preocupaciones laborales?

respuestas

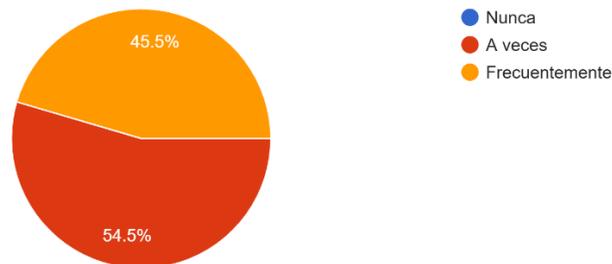


Figura 3. ¿Con qué frecuencia tiene dificultades para conciliar el sueño debido a preocupaciones laborales?

La pregunta arrojó como resultado que el más del 54.5% de operadores del Cuerpo de Bomberos de Riobamba, a veces tiene dificultades para conciliar el sueño debido a preocupaciones laborales, lo cual es una muestra de las afectaciones psicológicas que sufren.

¿Qué tan satisfecho se siente con el equilibrio entre su vida laboral y personal?

11 respuestas

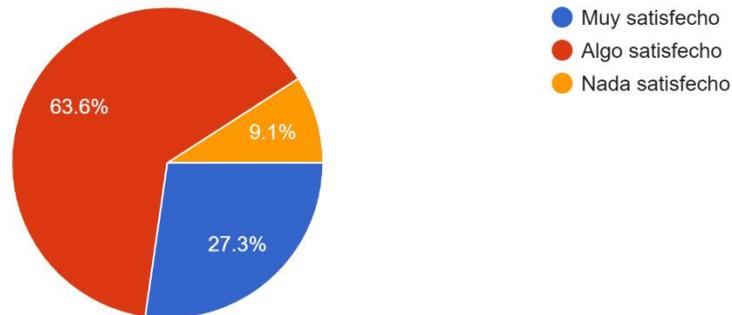


Figura 4. ¿Qué tan satisfecho se siente con el equilibrio entre su vida laboral y personal?

La pregunta arrojó como resultado que el más del 63.6% de operadores del Cuerpo de Bomberos de Riobamba, se sienten algo satisfechos con el equilibrio entre su vida laboral y personal, demostrando que en la medida de lo posible llevan una vida estable.

¿Qué tan preparado se siente para enfrentar emergencias emocionalmente exigentes?

tas

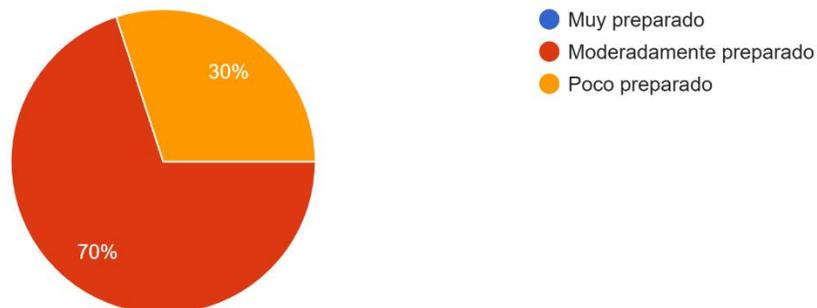


Figura 5. ¿Qué tan preparado se siente para enfrentar emergencias emocionalmente exigentes?

La pregunta arrojó como resultado que el más del 70% de operadores del Cuerpo de Bomberos de Riobamba, se sienten moderadamente preparados para enfrentar emergencias emocionalmente exigentes, lo cual es índice de un punto neutro.

Propuestas

La encuesta realizada al personal operativo del Cuerpo de Bomberos de Riobamba puso en evidencia la necesidad de brindar un apoyo más completo para cuidar su salud física, mental y emocional. Los resultados mostraron que, debido a las altas exigencias y al estrés constante que enfrentan en su trabajo, es esencial implementar programas de bienestar diseñados

especialmente para ellos. Estas iniciativas podrían incluir actividades de acondicionamiento físico, asesoría psicológica y técnicas efectivas para manejar el estrés. El objetivo no es solo mejorar su rendimiento en el trabajo, sino también promover una mejor calidad de vida y crear un ambiente laboral más saludable y equilibrado.

Implementación de Programas de Apoyo Psicológico Continuo

El bienestar emocional del personal operativo de los cuerpos de emergencia, como los bomberos de Riobamba, es un pilar fundamental tanto para su salud general como para el desempeño eficiente de sus labores. Sin embargo, este aspecto suele quedar en segundo plano frente a la prioridad que se le da a su preparación técnica y operativa.

El trabajo de los bomberos, por su propia naturaleza, está lleno de desafíos. La exposición constante a situaciones traumáticas, las largas jornadas laborales y los ambientes de alta exigencia generan un escenario que puede afectar seriamente su estabilidad emocional, su rendimiento profesional e incluso su calidad de vida.

Por eso, es esencial implementar programas de apoyo psicológico continuos que aborden estas necesidades específicas. Contar con psicólogos especializados en el manejo del estrés laboral, el trauma y las crisis emocionales permitiría trabajar de manera regular con el equipo. Estas intervenciones deberían incluir sesiones individuales y grupales, brindando espacios seguros y confidenciales donde los bomberos puedan hablar abiertamente sobre sus emociones, miedos y experiencias sin temor a ser juzgados.

Además, estos programas deberían ofrecer herramientas prácticas para gestionar el estrés, técnicas de relajación y estrategias para fortalecer la resiliencia emocional. La disponibilidad de un psicólogo en el lugar de trabajo o incluso fuera del horario laboral facilitaría el acceso al apoyo necesario, ayudando a prevenir trastornos emocionales como la ansiedad o el estrés postraumático.

Fortalecimiento del Apoyo Social

Fortalecer el apoyo social dentro del cuerpo de bomberos es clave para crear un ambiente de trabajo positivo y emocionalmente seguro. Este respaldo debe surgir desde el interior del equipo, promoviendo la construcción de redes de confianza donde los compañeros puedan compartir experiencias, inquietudes y desafíos de manera abierta.

Una estrategia eficaz para lograrlo es establecer grupos de apoyo internos, donde los bomberos puedan intercambiar consejos y brindarse contención emocional mutuamente. Asimismo, los programas de mentoría, en los que los miembros más experimentados guíen y acompañen a quienes recién comienzan su carrera, juegan un papel fundamental para ofrecer apoyo práctico y emocional en esta exigente profesión.

Incorporar actividades grupales, como jornadas de integración, también ayuda a fortalecer los lazos entre los miembros del equipo y refuerza el sentido de pertenencia. Estas dinámicas no solo mejoran el ambiente laboral, sino que también contribuyen directamente al bienestar emocional del personal.

No obstante, impulsar este tipo de apoyo social dentro del cuerpo de bomberos puede implicar un cambio cultural importante en algunos casos. Por ello, el respaldo de los líderes es esencial. Ellos deben ser los primeros en dar el ejemplo y asegurarse de que estas iniciativas se implementen de manera constante y efectiva.

Monitoreo Periódico del Bienestar Emocional

Supervisar de manera constante el estado emocional y mental del personal operativo en los cuerpos de bomberos no es solo una recomendación, sino una estrategia clave para proteger su salud integral. En una profesión marcada por altos niveles de exigencia y estrés extremo, el desgaste psicológico puede acumularse de forma silenciosa pero impactante. Por ello, contar con sistemas regulares y efectivos de monitoreo es fundamental tanto para el bienestar personal como para el rendimiento del equipo.

Uno de los pilares para mantener el equilibrio emocional de los bomberos es la implementación de evaluaciones periódicas. Estas pueden incluir encuestas estandarizadas para medir el nivel de estrés percibido, la satisfacción laboral y el bienestar psicológico. Gracias a estas herramientas, es posible detectar a tiempo señales de agotamiento emocional, ansiedad o estrés postraumático, permitiendo intervenir de manera preventiva antes de que los problemas se agraven.

También se recomienda realizar evaluaciones psicológicas semestrales o anuales como parte de los controles de salud ocupacional. De esta manera, cada miembro del equipo puede recibir la atención necesaria de manera oportuna. Además, contar con una base de datos confidencial facilita el análisis de tendencias y permite ajustar las políticas de bienestar emocional según las necesidades emergentes del personal.

Un sistema bien diseñado para monitorear el estado emocional no solo mejora la calidad de vida de los bomberos, sino que también fortalece el desempeño operativo del equipo. Cuando los bomberos están emocionalmente equilibrados, pueden tomar decisiones más acertadas bajo presión, trabajar de manera coordinada y mantener la concentración en situaciones críticas. Adoptar este enfoque preventivo también reduce las ausencias laborales por problemas de salud mental y fomenta una cultura organizacional más saludable y sostenible.

Sin embargo, para que este sistema funcione, es fundamental garantizar la confidencialidad de los datos recopilados. Los bomberos deben sentirse seguros de que la información que compartan será manejada con discreción y no tendrá repercusiones en su desempeño profesional ni en su estabilidad laboral.

DISCUSIÓN

Los resultados del estudio mostraron que el Cuerpo de Bomberos de Riobamba tenía altos niveles de exigencia laboral que afectaban su bienestar psicológico y calidad de vida. Más del 55,6% de los encuestados dijo que no podía manejar el estrés a veces y el 54,5% de los encuestados reportó síntomas físicos frecuentes relacionados con el estrés, como fatiga y dolores de cabeza. Estos hallazgos son consistentes con los de (20) quienes encontraron que el agotamiento emocional estaba asociado con niveles más bajos de ansiedad y depresión, lo que conduce a niveles más bajos de ansiedad y satisfacción laboral.

Adicionalmente, el 54,5% de los participantes indicó que tenía problemas de sueño debido a la ansiedad laboral, lo que respalda los resultados de (21) quienes describieron la ansiedad como una interacción entre una persona y su entorno laboral. fortalecido. (22) también han demostrado que la falta de sueño en reposo es un factor de riesgo para el síndrome de burnout, que se asocia con trabajos de alto estrés.

La encuesta también reveló que el 63,6% de los encuestados se sentían estresados e insatisfechos en el trabajo, pero no tenían un buen equilibrio entre vida laboral y personal. Este hallazgo contradice la literatura de (23), (24), (25) que enfatiza la importancia del apoyo social y organizacional para mejorar el equilibrio entre vida laboral y personal en ocupaciones de alta demanda.

Por otro lado, casi el 70 por ciento de los bomberos indica que debería implementar programas de apoyo emocional para abordar el acoso sexual. Este enfoque es replicado (26) quienes sostienen que la conexión psicológica de la psicología afectiva fortalece los efectos del acoso sexual y aumenta la probabilidad de resiliencia frente a las fuerzas inmediatas.

CONCLUSIONES

El bienestar emocional del personal operativo del Cuerpo de Bomberos de Riobamba es un pilar esencial para garantizar un desempeño eficiente y seguro en sus funciones, además de ser clave para su calidad de vida. Priorizar esta dimensión no solo fortalece la capacidad operativa del equipo, sino que también reconoce y valora la labor invaluable que realizan. La evidencia, tanto en estudios como en experiencias de campo, destaca la relación negativa entre el estrés laboral y el bienestar emocional, subrayando la urgencia de abordar esta problemática de manera integral.

El estrés laboral, resultado de la constante exposición a emergencias críticas, las condiciones de trabajo exigentes y la gran responsabilidad que implica su labor, impacta directamente en la salud mental, la satisfacción personal, la resiliencia y las relaciones interpersonales del personal operativo.

El análisis de esta relación muestra que, si el estrés no se gestiona de forma adecuada, puede derivar en problemas serios como ansiedad, depresión, agotamiento emocional (burnout) y estrés postraumático. Estos efectos no solo afectan a cada individuo, sino que también pueden comprometer la eficiencia del equipo y su capacidad para trabajar de manera cohesionada. Por eso, implementar estrategias que promuevan el bienestar emocional del personal no es solo una obligación ética y organizacional, sino también una inversión que asegura que estos héroes puedan seguir cumpliendo con su misión en condiciones saludables, motivados y con humanidad.

Entre las acciones prioritarias para mitigar el impacto del estrés laboral se encuentran programas de apoyo psicológico continuo, el fortalecimiento de redes sociales de apoyo y el monitoreo regular del estado emocional. Sin embargo, estas medidas deben ir acompañadas de una cultura organizacional que valore la salud mental tanto como la física. Crear un entorno de trabajo donde los bomberos puedan enfrentar los desafíos diarios sin descuidar su equilibrio personal y emocional es fundamental para asegurar no solo su rendimiento, sino también su bienestar integral.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Da Rocha Brito, S. M., Gouveia Pereira, O., Maldonado Briegas, J. J., & Vicente Castro, F. (2024). Representaciones sociales de los bomberos sobre la salud, el bienestar y la salud mental. *Revista INFAD de Psicología. International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 2(1), 271–276. https://revista.infad.eu/index.php/IJODAEP/article/view/2682?utm_source=chatgpt.com
2. Castro, Nelson P. 2018. “Riesgos Psicosociales y Salud Laboral En Centros de Salud.” *Ciencia & Trabajo* 20(63):155–59.
3. Chávez, Judith P. Breña, Roger Hernández Díaz, Arturo Hernández Peña, Rolando Castañeda Isaías, Espinoza Blanco, William Roldán Gonzalez, Claudia Ramirez Bustamante, and Ciro Maguiña Vargas. 2011. “Compromiso Organizacional y Riesgos Psicosociales.” *San Gregorio* 28(4):228–36.
4. Feria Galbán, Karel. 2018. “Los Riesgos Psicosociales En El Trabajo: Un Reto Colectivo En El Desarrollo Laboral Cubano.” *Lex Social: Revista de Los Derechos Sociales* 8(1):174–205.
5. Jaramillo Intriago, Fabián Esteban. 2018. “Los Riesgos Psicosociales En El Derecho Del Trabajo.” *USFQ Law Review* 5(1):100–117.

6. Joosen, Margot, Marianne Palmen, and Patricia Van Casteren. 2020. "Workplaces Special Session 41 Policy Approaches to Psychosocial Risks at Work." *Safety and Health at Work* 13:S63.
7. Lopes, Carlos Manoel, Cristiane Faiad, and Emílio Peres. 2020. "Fatores de Risco e Riscos Psicossociais No Trabalho: Definição e Implicações." *Psicologia: Teoria e Pesquisa* 36(spe):1–9.
8. Abregú-Tueros, Luis Fidel. 2020. "A Systematic Review of the Preventive Practices for Psychosocial Risks in Ibero-American Health Centers." *Medwave* 20(7):e8000. doi: 10.5867/medwave.2020.07.8000.
9. Luna-Chávez, Estibalis Anaís, Ana Anaya-Velasco, and Ezequiel Ramírez-Lira. 2019. "Diagnóstico de Las Percepciones de Los Factores de Riesgo Psicossociales En El Trabajo Del Personal de Una Industria Manufacturera." *Estudios de Psicología (Campinas)* 36:1–10.
10. Muñoz, Delvis, Nataly Orellano, and Hugo Hernández. 2018. "Riesgo Psicossocial: Tendencias y Nuevas Orientaciones Laborales." *Psicogente* 21:532–44.
11. Sonnentag, S., & Fritz, C. (2015). Recovery from job stress: The stressor-detachment model as an integrative framework. *Journal of Organizational Behavior*, 36(S1), S72–S103.
12. De Sio, Simone, Fabrizio Cedrone, Edoardo Trovato, Giuseppe Buomprisco, Roberto Perri, and Emilio Greco. 2019. "Corrigendum to: The Perception of Psychosocial Risks and Work-Related Stress in Relation to Job Insecurity and Gender Differences: A Cross-Sectional Study (BioMed Research International (2018) 2018 (7649085) DOI: 10.1155/2018/7649085)." *BioMed Research International* 2019:1–7.
13. Lazarus, R. S., & Folkman, S. (1984). *Stress, Appraisal, and Coping*. Springer Publishing Company.
14. Hobfoll, S. E. (1989). Conservation of Resources: A New Attempt at Conceptualizing Stress. *American Psychologist*, 44(3), 513-524.
15. House, J. S., Umberson, D., & Landis, K. R. (1988). Structures and Processes of Social Support. *Annual Review of Sociology*, 14(1), 293-318.

16. Barsade, S. G., & O'Neill, O. A. (2014). *What's Love Got to Do With It? The Influence of a Culture of Companionate Love in the Long-Term Care Setting*. *Administrative Science Quarterly*, 59(4), 551-598.
17. Johnson, J. V., & Hall, E. M. (1988). Job Strain, Work Place Social Support, and Cardiovascular Disease: A Cross-Sectional Study of a Random Sample of the Swedish Working Population. *American Journal of Public Health*, 78(10), 1336-1342.
18. Ryff, C. D., & Keyes, C. L. M. (1995). The Structure of Psychological Well-Being Revisited. *Journal of Personality and Social Psychology*, 69(4), 719-727.
19. Cohen, S., Kamarck, T., & Mermelstein, R. (1983). A Global Measure of Perceived Stress. *Journal of Health and Social Behavior*, 24(4), 385-396.
20. American Psychological Association (APA). (2022). *Stress in America: Coping with Change*.
21. World Health Organization (WHO). (2019). *Burn-out an "Occupational Phenomenon": International Classification of Diseases (ICD-11)*
22. Kram, K. E. (1985). *Mentoring at Work: Developmental Relationships in Organizational Life*. University Press of America.
23. Salas, E., Tannenbaum, S. I., Kraiger, K., & Smith-Jentsch, K. A. (2012). The Science of Training and Development in Organizations: What Matters in Practice. *Psychological Science in the Public Interest*, 13(2), 74-101.
24. González, M. A., & Ramírez, L. F. (2024). *Exploración de la resiliencia emocional en cuerpos de emergencia: Perspectivas desde el trabajo de campo*. Editorial PsicoHumanitas.
25. Martínez, P. R., & Herrera, D. L. (2024). *Dinámicas laborales y bienestar emocional en cuerpos de bomberos: Un análisis cualitativo*. Editorial PsicoHumanitas.
26. Maslach, C., & Leiter, M. P. (2016). *Burnout: A Psychological Perspective*. *Current Directions in Psychological Science*, 25(2), 103-107.
27. Villarroel, Cristian, Carolina Busco R., Belén Neira L., André Ensignia E., and Pablo Durán V. 2018. "Modelo de Intervención de Riesgos Psicosociales En La Red Asistencial de Salud." *Ciencia & Trabajo* 20(62):76–79.

28. Neffa, Julio César. 2019. "Un Nuevo Campo de Estudio Para La Sociología Del Trabajo: Los Riesgos Psicosociales En El Trabajo." *Revista Del Centro de Estudios de Sociología Del Trabajo* 11(abril):66–104.
29. Pérez-Alonso, José, Marta Gómez-Galán, Marta Agüera-Puntas, Julián Sánchez-Hermosilla, and Ángel Jesús Callejón-Ferre. 2021. "Approach for Assessing the Prevalence of Psychosocial Risks of Workers in the Greenhouse Construction Industry in South-Eastern Spain." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18(9):1–29.
30. Pujol-Cols, Lucas, and Mariana Lazzaro-Salazar. 2018. "Psychosocial Risks and Job Satisfaction in Argentinian Scholars : Exploring the Moderating Role of Work Engagement." *Journal of Work and Organizational Psychology* 34(3):145–56. doi:
31. Seilerov, Monika. 2019. "The Consequences of Psychosocial Risks in the Workplace in Legal Context." *Central European Journal of Labour Law and Personnel Management* 2(1):47–60.

ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LA ESTRUCTURA Y MECANISMOS DEL PROYECTO DE VINCULACIÓN SOCIAL “SOLUCIONES ELECTROINDUSTRIALES PARA EL PROGRESO COMUNITARIO” MEDIANTE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

ANALYSIS OF THE QUALITY OF THE STRUCTURE AND MECHANISM BY NON-DESTRUCTIVE ULTRASOUND TESTING, CASE STUDY OF THE SOCIAL LINKAGE PROJECT ELECTROINDUSTRIAL SOLUTIONS FOR COMMUNITY PROGRESS

Anthony Steven Guambo Cunalata¹, Johnatan Israel Corrales Bonilla²

{anthony.guambo3411@utc.edu.ec¹, johnatan.corrales5518@utc.edu.ec²}

Fecha de recepción: 22/12/2024 / Fecha de aceptación: 04/01/2025 / Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: El ultrasonido es un ensayo no destructivo (END) que evalúa la integridad de las estructuras de soldadura sin dañarlas, identificando sus defectos internos como la discontinuidad, corrosión y fallos en las uniones soldadas. En la actualidad, no se aplican métodos para prevenir la discontinuidad en la soldadura de los juegos infantiles, lo que debilita su estructura y pone en riesgo la seguridad de los niños. Ante esta problemática, la investigación se centró en analizar la calidad de las estructuras y mecanismos de los juegos infantiles en el parque de la comunidad el Copal y la Josefina, Cantón La Maná, provincia de Cotopaxi, utilizando el método de ultrasonido. Los resultados obtenidos en los juegos infantiles del Copal mostraron discontinuidades con profundidades de 27,3 mm (tipo A) y 98,5% de altura de onda en el columpio, y en la resbaladera fue 24,1 mm (tipo B) con un 38%, por lo que ambos fueron rechazados. En la Josefina, el columpio presentó una profundidad de 25,2 mm (tipo B) con una altura de onda del 48%, lo que provocó su rechazo; sin embargo, la resbaladera presentó una discontinuidad de 20,1 mm (tipo D) con una altura de onda del 19,5%, siendo aceptado según la norma ASTM. Estos resultados son fundamental para establecer criterios de aceptación-rechazo que garanticen la seguridad, resistencia y funcionalidad de los juegos infantiles, con la finalidad de prevenir accidentes y aumentar su durabilidad en beneficio de las comunidades.

¹Estudiante investigador, Facultad de la ciencia y aplicada, carrera de la ingeniería electromecánica - Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC) Ecuador- La Maná, <https://orcid.org/0009-0005-8384-7227>.

²Docente investigador, Facultad de la ciencia y aplicada - Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC) Ecuador- La Maná, <https://orcid.org/0000-0003-0843-8704>.

Palabras clave: Ensayos no destructivos ultrasonido, soldadura, Ecuador

ABSTRACT: Ultrasound is a non-destructive test (NDT) that evaluates the integrity of welding structures without damaging them, identifying their internal defects such as discontinuity, corrosion and failure of welded joints. Currently, no methods are applied to prevent discontinuity in the welding of playground equipment, which weakens its structure and puts the safety of children at risk. In view of this problem, the research focused on analyzing the quality of the structures and mechanisms of the playground equipment in the Copal and Josefina community park, Canton La Maná, province of Cotopaxi, using the ultrasound method. The results obtained in the Copal playground equipment showed discontinuities with depths of 27.3 mm (type A) and 98.5% wave height in the swing, and in the slide it was 24.1 mm (type B) with 38%, so both were rejected. In the Josefina, the swing presented a depth of 25.2 mm (type B) with a wave height of 48%, which caused its rejection; however, the slide presented a discontinuity of 20.1 mm (type D) with a wave height of 19.5%, being accepted according to the ASTM standard. These results are fundamental to establish acceptance-rejection criteria that guarantee the safety, resistance and functionality of the playground equipment, in order to prevent accidents and increase its durability for the benefit of the communities.

Keywords: nondestructive testing, ultrasound, welding, Ecuador

INTRODUCCIÓN

Los ensayos no destructivos se emplearon desde 1868, inicialmente para detectar grietas en ruedas y ejes de ferrocarril mediante campos magnéticos, con el tiempo surgió la necesidad de obtener datos cuantitativos sobre discontinuidades para predecir la vida útil de los componentes mecánicos; esto impulsó la creación de la evaluación no destructiva (END) en 1941, permitiendo evaluar materiales sin alterar sus propiedades físicas, químicas o mecánicas (1).

Es fundamental en la industria, especialmente en la fabricación de piezas metálicas, construcción y montaje de estructuras, evaluando uniones soldadas y garantizar que cumplan con los estándares de calidad o códigos de fabricación con base a la American Society of Mechanical Engineers (ASME), American Society for Testing and Materials (ASTM), Application Programming Interfaces (API). Su importancia resalta en asegurar que los materiales y procesos de soldadura sean adecuados para evitar anomalías que afecten la resistencia mecánica, obteniendo un diagnóstico rápido (2).

Los métodos de END considerados para el control de calidad de juntas soldadas de estructuras metálicas, además se realizarán varios estudios que involucran la determinación, interpretación y evaluación de los resultados de probetas certificadas hasta llegar a su validación a través de procedimientos desarrollados para los métodos de inspección visual, líquidos penetrantes, partículas magnéticas y ultrasonido, basados en el Código AWS D1.1.

Los END son grupos donde se puede detectar las discontinuidades de la superficie, subsuperficie de los materiales, además se clasifican las técnicas de END en cuatro categorías principales: métodos visuales, tintas penetrantes, partículas magnético y ultrasonido. Donde se encuentra varios tipos para detectar discontinuidad, inspección visual (VT), aunque han sido un recurso clave en los procesos de fabricación y mantenimiento desde la década de 1920, ya no son el método principal de evaluación de la calidad mediante elementos de prueba. En su lugar, ha surgido un amplio espectro de END, utilizados en todo el mundo para detectar variaciones en el acabado superficial, cambios estructurales, discontinuidades, mediciones de espesor y otras especificaciones de piezas y productos industriales. Estas técnicas buscan garantizar la integridad y fiabilidad de los productos, evitando fallos y accidentes (3).

Tintas penetrantes se identifican con la norma ASTM E-165, el ensayo por líquidos penetrantes como un método no destructivo para detectar discontinuidades conectadas a la superficie, como grietas, poros, laminaciones, falta de fusión y socavaduras. Además, son importantes para las industrias donde se puede encontrar defectos que no se puede visualizar, también los físicoquímicos de este método se basan en la capilaridad del líquido, que le permite infiltrarse en discontinuidades tan pequeñas como $0,1 \mu\text{m}$ ($4 \mu\text{in}$) (4).

Los END por partículas magnéticas, se basada en las leyes del magnetismo, conocida como prueba MT, se emplea para detectar discontinuidades o defectos superficiales y subsuperficiales en materiales ferromagnéticos como el hierro y el acero. Debido a la naturaleza de este método, su aplicación se restringe a materiales que permiten el paso de líneas de flujo magnético. Dado que únicamente los materiales ferromagnéticos pueden ser inspeccionados mediante el método MT, es fundamental comprender previamente los principios del magnetismo y el electromagnetismo (5).

Los END por ultrasonido son una técnica ampliamente utilizada para detectar defectos internos, es un método que se basa en la emisión de ondas ultrasónicas con frecuencias superiores a 20 kHz. Al interpretar los cambios de las ondas, es posible deducir las características geométricas del material y detectar posibles anomalías. Su capacidad para operar en medios sólidos, líquidos o gaseosos los convierte en una herramienta versátil (6).

Según (7) el ultrasonido industrial es técnica de ensayo no destructivo (END) que permite identificar de manera más precisa los puntos críticos que necesitan atención para optimizar los programas de mantenimiento. Sin embargo, al tener los datos almacenados en un modelo manipulable facilita tiempo y trabajo futuro, eliminando las ineficiencias y evitando pérdidas de información. Esto puede conducir a una reducción de costos operativos y mayor vida útil de los equipos.

(8) realizó un análisis exhaustivo de uniones soldadas en tanques de almacenamiento mediante la aplicación de métodos de END, como inspección visual (VT), líquidos penetrantes (PT) y ultrasonidos (UT). Entre los métodos evaluados, el ultrasonido (UT) destacó por su alta precisión en la detección de discontinuidades internas y superficiales, siguiendo los estándares

establecidos en norma Sección V. El estudio incluyó el uso del equipo MITEC (MFD800B), optimizado mediante procedimientos de calibración específicos para diversos tipos de transductores, garantizando resultados consistentes y fiables. Esta investigación aporta una solución y propone un procedimiento para la inspección de uniones soldadas en tanques de almacenamiento utilizando el método ultrasónico como enfoque principal.

Según el estudio sobre el diseño de procedimientos de inspección de pernos mediante una técnica de ultrasonido se enfoca en las estructuras metálicas para garantizar su estabilidad y resistencia. Sin embargo, están expuestos a la corrosión y las cargas dinámicas, que pueden deteriorar su integridad con el tiempo. En Ecuador, la falta de metodologías avanzadas como los ultrasonidos representa un riesgo para la seguridad estructural. Por ello, el estudio propone una metodología específica para detectar defectos internos y mejorar la seguridad y vida útil de las estructuras. Esta técnica reduce el riesgo de degradación de pernos y muestra una alta precisión en la localización de discontinuidades con un margen de error de 0,05% en condiciones óptimas y 2,10% en condiciones menos favorables, contribuyendo significativamente a la seguridad y confiabilidad de las estructuras (9).

En el trabajo (10) mencionan que en su estudio utilizan la transmisión de ondas ultrasónicas como método no destructivo para caracterizar las propiedades elásticas de los materiales compuestos en aplicaciones que requieren alta relación resistencia/peso. Debido a su anisotropía y la falta de normativas estos materiales presentan una variación considerable en sus propiedades. La técnica se utiliza en materiales isotrópicos como acero 1045, aluminio 1060 y vidrio, permitiendo evaluar diferentes direcciones con una sola muestra. No obstante, esta debe ser plana, paralela y de espesor pequeño en materiales de alta atenuación. Además, se midieron compuestos epoxi con diferentes fibras, demostrando que la técnica es eficaz para caracterizar propiedades elásticas de materiales compuestos.

Por otro lado, (11) en su artículo determinan que la construcción de un banco de END en el laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná permite a los estudiantes de electromecánica adquirir conocimientos prácticos y realizar ejercicios aplicados en la detección de discontinuidades y evaluación de materiales sin afectar sus propiedades. Destaca la importancia del uso de instrumentos, como el Ultrasonido Yut-2600, capaces de identificar desequilibrios volumétricos en la pieza a inspeccionar, contribuyendo al control de calidad industrial. Este enfoque mejora la precisión en la detección de defectos o irregularidades en los materiales o componentes examinados asegurando el cumplimiento de estándares regulatorios y promoviendo la confiabilidad estructural en diversas aplicaciones industriales.

(12) en su artículo exponen que el ultrasonido industrial es una técnica clave en las pruebas no destructivas, especialmente en la industria petrolera, que está sujeta a estrictas regularizaciones en cuanto a la integridad mecánica de sus equipos. Este estudio se enfoca en evaluar la capacidad del ultrasonido industrial para mejorar la precisión en la evaluación de la integridad mecánica de tuberías y tanques. Se identificó parámetros de medición mediante el análisis no destructivo, revelando variaciones en los porcentajes de pérdida de espesor que oscilan entre 42,36 % y 82,89

%. Además, se destaca la importancia del método para salvaguardar información relacionada con la ciberseguridad, al permitir la identificación de espesores críticos en elementos poco accesibles para otros instrumentos, así como la detección de otros tipos de imperfecciones que podrían ser objeto de evaluación en futuras investigaciones.

El objetivo de esta investigación fue analizar la calidad de las estructuras y mecanismos de los juegos infantiles del proyecto de vinculación social “Soluciones Electroindustriales para el Progreso Comunitario”, empleando métodos de ensayos no destructivos mediante ultrasonido

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en el parque de la comunidad el Copal y la Josefina, Cantón La Maná, provincia de Cotopaxi con el apoyo de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Se evaluó la calidad de la estructura y el mecanismo del proyecto de vinculación social, para el progreso comunitario, utilizando ensayos no destructivos como herramienta principal para identificar discontinuidad.

Se seleccionó, el columpio y resbaladera como estructura fija, para ello se consideró criterios como el estado de conservación y funcionalidad. La selección se realizó de acuerdo con las técnicas normativas internacionales aplicables como fue la (13).

Para los procesos de soldadura se empleó una soldadora inversora modelo LINCOLN ELECTRIC AC/DC K1297, con una salida en corriente alterna (CA) de 225 A y en corriente directa (CD) de 125 A. Se inició limpiando polvo, grasa u otros contaminantes del columpio de acero, ya que estos podían interferir con la transmisión de las ondas ultrasónicas.

La soldadora fue utilizada con electrodos de acero dulce y de bajo hidrógeno, así como electrodos inoxidables y de recubrimientos duros, para electrodos de diámetro 3/16” (4.8 mm) se operó en modo CA con una salida de hasta 225 A, mientras que para electrodos de 1/8” (3.2 mm) se empleó la configuración en CD con una salida de 125 A, mediante interruptores montados en el panel frontal con una frecuencia de 60 A, por el grosor del material.

El transductor se posicionó firmemente sobre la superficie del columpio y se fue moviendo de manera uniforme a lo largo de las zonas críticas, como las uniones, soldaduras y puntos sometidos a mayor tensión, emitiendo ondas ultrasónicas que penetraron en el acero y se reflejaron de regreso al receptor del transductor al encontrar irregularidades internas.

Criterio de aceptación- rechazo para ultrasonido

La norma ASTM (American Society for Testing and Materials), esto proporciona criterios de aceptación y rechazo en la muestra de ultrasonido en los materiales. De igual manera estos criterios, estableciendo límites de aceptación para detectar fallas y defectos. Por lo tanto,

**ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LA ESTRUCTURA Y MECANISMOS DEL PROYECTO DE VINCULACIÓN SOCIAL
“SOLUCIONES ELECTROINDUSTRIALES PARA EL PROGRESO COMUNITARIO” MEDIANTE ENSAYOS NO
DESTRUCTIVOS**

garantizado las evaluaciones confiables y eficientes de la integridad y calidad del material, las normas son fundamentales para mantenimiento de la seguridad y confiabilidad.

Tabla 1. Criterios de aceptación-rechazo AWS D1.1.

| Criterio de aceptación- rechazo para ultrasonido (conexiones no tubulares estáticamente cargadas) | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------|-----------------------|-------------------------|-------------|------------|----------------------|------------|------------|-------------------|------------|-------------|--|
| Espesor de la soldadura en pulgadas (mm) y ángulo del palpador | | | | | | | | | | | | |
| Clase de severidad de discontinuidad | 5/6 a 3/4 [8-20] | > 3/4 a 1-1/2 [20-38] | > 1-1/2 a 2-1/2 [38-65] | | | > 2-1/2 a 4 [65-100] | | | > 4 a 8 [100-200] | | | |
| | 70° | 70° | 70° | 60° | 45° | 70° | 60° | 45° | 70° | 60° | 45° | |
| Clase A | + 5 y menor | + 2 y menor | -2 y menor | + 1 y menor | +3 y menor | -5 y menor | -2 y menor | 0 y menor | -7 y menor | -4 y menor | - 1 y menor | |
| Clase B | +6 | +3 | -1 | +2 | +4 | -4 | -1 | +1 | -6 | -3 | 0 | |
| Clase C | +7 | +4 | +1 | +4 | +6 | -2* | +1 | +3 | -4a | -1a | +2 | |
| | | | +2 | +5 | +7 | +2 | +2 | +4 | +2 | +2 | +3 | |
| Clase D | +8 y mayor | +5 y mayor | +3 y mayor | +6 y mayor | +8 y mayor | +3 y mayor | +3 y mayor | +5 y mayor | +3 y mayor | +3 y mayor | +4 y mayor | |

El espesor de la soldadura en juntas a tope debe ser el espesor nominal de la pieza más delgada de dos partes que están siendo unidos.

Fuente: (14)

La Clase A se refiere a discontinuidades grandes, y cualquier indicación que se presente debe ser rechazada, sin importar su longitud.

En el caso de la Clase B, se refiere a discontinuidades de tamaño medio, y cualquier indicación con una longitud mayor a 3/4 de pulgada (20mm) debe ser rechazada.

Para la Clase C, que se refiere a discontinuidades pequeñas, cualquier indicación con una longitud mayor a 2 pulgadas (50mm) debe ser rechazada.

La Clase D, que se refiere a discontinuidades menores, cualquier indicación debe ser aceptada sin importar su localización o longitud en la soldadura.

Instrumentos

A continuación, se describen los materiales y el equipo con sus componentes, necesarios para la inspección del ensayo no destructivo mediante ultrasonido.

ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LA ESTRUCTURA Y MECANISMOS DEL PROYECTO DE VINCULACIÓN SOCIAL
“SOLUCIONES ELECTROINDUSTRIALES PARA EL PROGRESO COMUNITARIO” MEDIANTE ENSAYOS NO
DESTRUCTIVOS

Tabla 2. Materiales y equipo.

| MATERIALES | |
|-------------------------------|----------|
| Materiales | Equipo |
| Calibrador o pie de rey | YUT-2600 |
| Cabezal de contacto y angular | |



Figura 1. Juegos de la comunidad el Copal y la Josefina de la parroquia de Guasaganda.

Norma AWS D1.

En esta norma está consignada en una serie de exigencias que se debe tener en cuenta para poder aplicar este código en la inspección y evaluación de soldaduras.

Procedimiento

El procedimiento se esquematiza en la Figura 2.

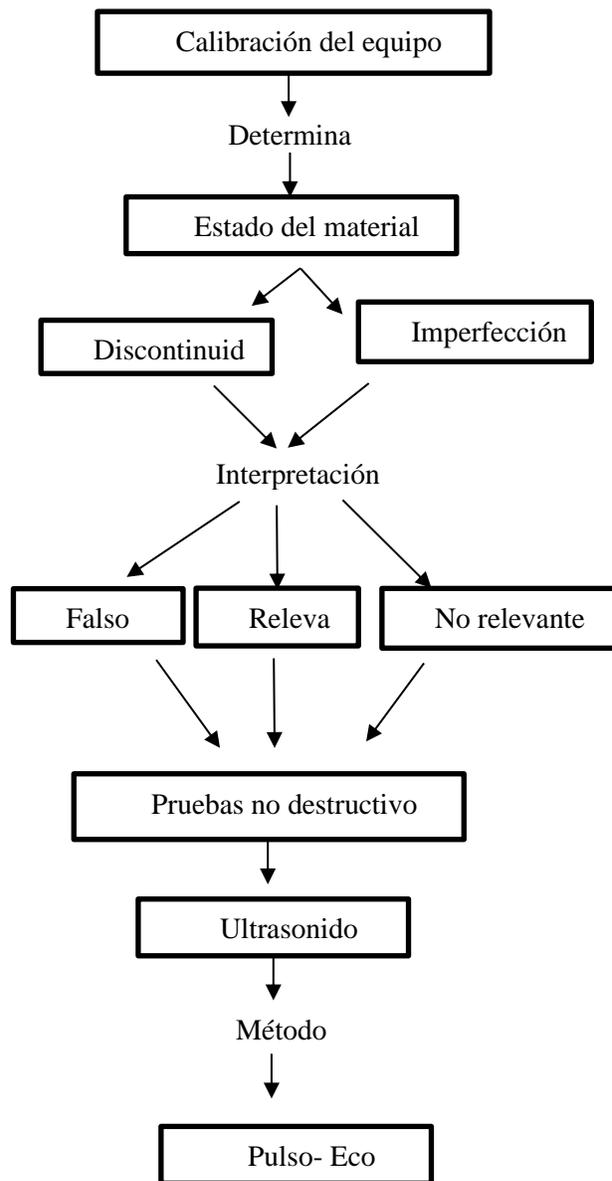


Figura 2. Proceso para el ensayo no destructivo mediante ultrasonido.

El equipo debe estar previamente calibrado y tener ingresados los parámetros de ajuste para el ensayo que permite determinar el estado del material. Se evalúa si existe discontinuidad o imperfección. Si la discontinuidad es relevante, se realizan pruebas no destructivas utilizando el método de ultrasonido, el cual incluye dos variantes: Pulso-Eco. Cada método implica aplicar un haz ultrasónico al material y realizar un análisis detallado.

**ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LA ESTRUCTURA Y MECANISMOS DEL PROYECTO DE VINCULACIÓN SOCIAL
“SOLUCIONES ELECTROINDUSTRIALES PARA EL PROGRESO COMUNITARIO” MEDIANTE ENSAYOS NO
DESTRUCTIVOS**

El Pulso-Eco mide la distancia y tiempo que tarda el eco en regresar, proporcionando información sobre el grosor y la estructura interna del material. Mientras que la Resonancia analiza las vibraciones del material para detectar defectos y discontinuidades internas. Finalizada la inspección se realizó un informe y se generó el reporte con los datos relevantes de cada medición teniendo como respaldo el gráfico de la inspección permitiendo diagnosticar la existencia de defectos en la soldadura.

RESULTADOS

Los resultados se analizaron a partir de la calibración del equipo, en la que se ajustaron los parámetros para realizar el ensayo no destructivo por ultrasonidos según la norma ASTM y los criterios de aceptación o rechazo en función de las discontinuidades presentes en la soldadura de los juegos infantiles de la comunidad el Copal y la Josefina de la parroquia Guasaganda, cantón La Maná, provincia de Cotopaxi.

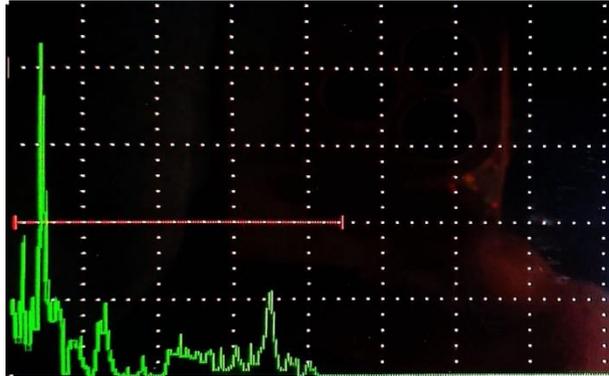
Tabla 3. Parámetros del análisis de ultrasonido del columpio de la comunidad el Copal

| | | |
|----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| Ganancia | Ángulo | Velocidad del sonido |
| 78, 1 | 69.1º | 5920 m/s |
| Espesor del trabajo | Frecuencia de prueba | Altura de onda |
| 8 mm | 5 mhz | 98,5% |
| Tipo de sonda | Amortiguación | Método |
| MonoCristal angular | 50 ohmios | Pulso-eco |
| | Análisis de discontinuidad | |
| Profundidad | Clase | Resultado del ensayo |
| 27,3 mm | A | Rechazado |

Análisis de ultrasonido del columpio de la comunidad el Copal

En la Tabla 3 se muestra los parámetros utilizados en el análisis de ultrasonido realizado en el columpio de la comunidad el Copal, revelando una discontinuidad a una profundidad de 27,3 mm. Esta se clasificó como tipo A, correspondiente a defectos de gran magnitud o discontinuidades grandes que deben ser rechazadas, sin importar su longitud.

Figura 3. Discontinuidad del columpio



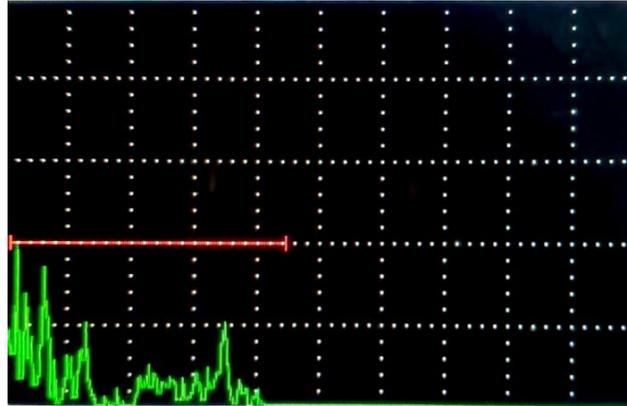
Análisis de ultrasonido de la resbaladera de la comunidad el Copal

El análisis realizado mediante el método de ultrasonido en la resbaladera de la comunidad el Copal, evidenció una discontinuidad a una profundidad de 24,1 mm, clasificada como tipo B, siendo una discontinuidad de tamaño medio que debe ser rechazada ver en la Tabla 4.

Tabla 4. Parámetros del análisis de ultrasonido de la resbaladera de la comunidad el copal.

| | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Ganancia | Angulo | Velocidad del sonido |
| 78, 1 | 69.1º | 5920 m/s |
| Espesor del trabajo | Frecuencia de prueba | Altura de onda |
| 7,8 mm | 5 mhz | 38 % |
| Tipo de sonda | Amortiguación | Método |
| MonoCristal angular | 50 ohmios | Pulso-eco |
| Análisis de discontinuidad | | |
| Profundidad | Clase | Resultado del ensayo |
| 24,1 mm | B | Rechazado |

Figura 4. Indicación de la discontinuidad del columpio.



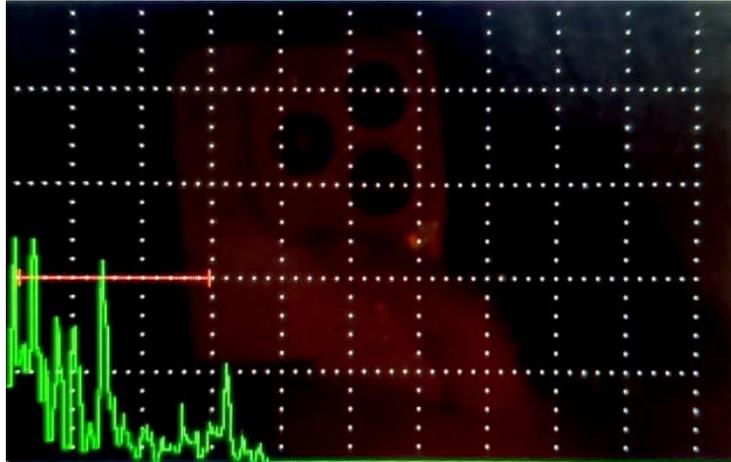
Análisis de ultrasonido del columpio de la comunidad de la Josefina

El análisis de ultrasonido realizado en el columpio de la comunidad la Josefina, reveló una discontinuidad a una profundidad de 25,2 mm, clasificada como tipo B, haciendo referencia a discontinuidades de tamaño medio que deben ser rechazadas. Este resultado demuestra que discontinuidades de este tipo afectan negativamente la integridad estructural de la soldadura (15).

Tabla 5. Parámetros del análisis de ultrasonido del columpio de la comunidad la josefina.

| | | |
|----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| Ganancia | Angulo | Velocidad del sonido |
| 67,0 | 69.1º | 5920 m/s |
| Espesor del trabajo | Frecuencia de prueba | Altura de onda |
| 8 mm | 5 mhz | 48 % |
| Tipo de sonda | Amortiguación | Método |
| MonoCristal angular | 50 ohmios | Pulso-eco |
| | Análisis de discontinuidad | |
| Profundidad | Clase | Resultado del ensayo |
| 25,2 mm | A | Rechazado |

Figura 5. Indicación de la discontinuidad del columpio.



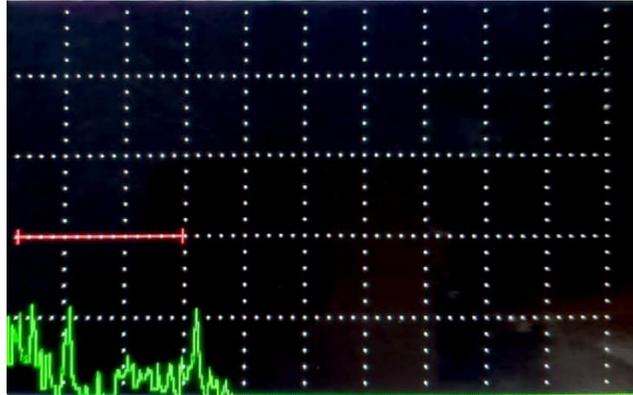
Análisis de ultrasonido de la resbaladera de la comunidad La Josefina

El análisis realizado mediante el método de ultrasonido en la resbaladera de la comunidad la Josefina, no evidenció discontinuidad y obtuvo una profundidad de 20,1 mm, siendo clasificada como tipo D, que se refiere a discontinuidades menores, siendo esta aceptada sin importar su localización o longitud en la soldadura. La tabla 6 muestra los parámetros utilizados para la investigación.

Tabla 6. Parámetros del análisis de ultrasonido de la resbaladera columpio de la comunidad la Josefina.

| | | |
|----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| Ganancia | Angulo | Velocidad del sonido |
| 67,0 | 69.1º | 5920 m/s |
| Espesor del trabajo | Frecuencia de prueba | Altura de onda |
| 7,9 mm | 5 mhz | 19,5 % |
| Tipo de sonda | Amortiguación | Método |
| MonoCristal angular | 50 ohmios | Pulso-eco |
| | Análisis de discontinuidad | |
| Profundidad | Clase | Resultado del ensayo |
| 20,1mm | D | Aceptada |

Figura 6. Indicación de la discontinuidad del columpio.



DISCUSIÓN

Esta se clasificó como tipo A, correspondiente a defectos de gran magnitud o discontinuidades grandes que deben ser rechazadas, sin importar su longitud. Además, estudios recientes, como los de (14), menciona que discontinuidad de este tipo deben ser reparadas inmediatamente para prevenir fallos estructurales, ya que, según los criterios de evaluación al estar clasificada como Clase A, se consideran inaceptables al comprometer la seguridad estructural de los juegos infantiles.

Por otro lado, la altura de onda alcanzó el 98,5%, detectando una discontinuidad grande que indicó la presencia de un defecto interno severo clasificado como una grieta de solidificación (15). Según estándares de la norma la (16), los defectos con amplitudes superiores al 90% requieren atención inmediata, ya que representan un riesgo para los usuarios. Esto se debe a que compromete la estabilidad y seguridad estructural. Por ello, se debe realizar una inspección para evitar fallos que puedan afectar su funcionalidad y estabilidad a largo plazo.

Los parámetros utilizados en la tabla 4, permitieron detectar la discontinuidad en una zona difícil acceso, siendo similares a los utilizados en el estudio de (17), para evaluar uniones soldadas.

Según la norma (18), indica que una altura de onda con el 38%, se relaciona con una discontinuidad de porosidad en la soldadura. Por otro lado, (19) señala que este porcentaje podría indicar defectos internos que pueden comprometer la estabilidad estructural, destacando la efectividad del ultrasonido como método para detectar imperfecciones en estructuras.

La tabla 5 muestra los parámetros utilizados para la investigación que permitieron detectar la discontinuidad en el columpio facilitando una evaluación precisa del material.

Asimismo, se obtuvo una altura de onda del 48%, denominada como grieta de solidificación según la norma (17), siendo esta un defecto que compromete la integridad estructural del material (figura 5). Por otro lado, (20), destacan la efectividad del ultrasonido en la detección y clasificación de los defectos internos en la estructura de la soldadura, ya que permite identificar grietas, porosidad y otras discontinuidades de forma precisa destacando la importancia de la seguridad estructural de la soldadura.

La tabla 6 muestra los parámetros utilizados para la investigación. De acuerdo con la norma (17), se registró una altura de onda del 19,5%. Este tipo de discontinuidad de baja intensidad no afecta la integridad estructural de la soldadura, dado que cumple con los criterios de aceptación, sin importar su tamaño o localización (Figura 6). Mientras que, la investigación de (21), señala que discontinuidades con bajos porcentajes de altura de onda son aceptados y no influyen en la funcionalidad ni la resistencia estructural de la soldadura de los juegos infantiles. De esta forma, se garantizó que la pieza analizada es segura para los usuarios, cumpliendo con los estándares establecidos en la norma AWS D1.1 para su correcto funcionamiento.

CONCLUSIONES

El análisis realizado en el columpio y la resbaladera de la comunidad El Copal y La Josefina identificaron discontinuidades de diferentes tipos y profundidades, que llevaron al rechazo o aceptación del material según los parámetros establecidos por la norma AWS D1.1. En El Copal, el columpio presentó una profundidad de 27,3 mm (tipo A) con una altura de onda de 98,5%, lo que evidenció una grieta de solidificación siendo rechazado el material. Mientras que la resbaladera presentó una profundidad 24,1 mm (tipo B) con una altura de onda del 38%, relacionada con la porosidad, lo que también llevó a su rechazo. En La Josefina, el columpio presentó una profundidad de 25,2 mm (tipo B) con una altura de onda del 48%, siendo rechazo el material, mientras que la resbaladera presentó una profundidad de 20,1 mm (tipo D) con una altura de onda del 19,5%, permitiendo su aceptación al no comprometer la seguridad estructural. El uso del ultrasonido permitió realizar una evaluación no destructiva muy eficaz, detectando con precisión defectos internos. Los resultados obtenidos de ambas comunidades resaltan la importancia de realizar inspecciones periódicas de las estructuras siendo fundamental para establecer criterios de aceptación-rechazo que garanticen la seguridad, fiabilidad y funcionalidad de las estructuras, con la finalidad de prevenir accidentes y fortalecer la durabilidad de los juegos infantiles en beneficio de la comunidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Tasigchana, P. (2023). Ensayos no descriptivos de los materiales.
2. Ospina, R. (2021). Aplicación and selection of non-destructive test for the evaluation of welded joints. *Scientia et Technica* Año XVI, 48.
3. Bastos, J. (2022). Inspección de integridad mecánica mediante ensayos no destructivos para caldera pirotubular.

**ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LA ESTRUCTURA Y MECANISMOS DEL PROYECTO DE VINCULACIÓN SOCIAL
“SOLUCIONES ELECTROINDUSTRIALES PARA EL PROGRESO COMUNITARIO” MEDIANTE ENSAYOS NO
DESTRUCTIVOS**

4. Gómez, S., & Izquierdo, J. (2021). Ensayo de tintas penetrantes fluorescentes para evaluar la calidad de la soldadura, en una tina utilizada para fermentar mosto de mortiño con una capacidad de 1000 lt, ubicada en la comunidad de quinticusig.
5. Fuentes, J., & Núñez, J. (2023). Diseño y construcción de un banco de pruebas de ensayos no destructivos para inspecciones mediante partículas magnéticas fluorescentes (mt) para el laboratorio de materiales de la carrera de mecánica.
6. Serrano, R. (2023). Ensayos no destructivos: Ultrasonidos
7. Villavicencio, G. (2015). Estudio de los métodos de ensayos no destructivos bajo la norma api 650 y su incidencia en la evaluación de juntas soldadas en tanques de almacenamiento.
8. Oliva, M. (2024). Diseño de procedimientos de inspección de pernos mediante una técnica de ultrasonido en base a documentos estandarizados aplicables y obtención de patrones de examinación.
9. Martínez, J., & Reyes, J. (2021). Banco de pruebas para la caracterización elástica de materiales compuestos mediante ultrasonido
10. Quintana, P., & Sánchez, L. (2023). Implementación de un banco de pruebas de ensayos no destructivos para la carrera de electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.
11. Romero, D., & Brito, G. (2023). Ultrasonido Industrial Aplicado en Ensayos no Destructivos para la Evaluación de Integridad mecánica de líneas y/o recipientes a precisión en la industria petrolera orientado hacia la ciber resiliencia. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(5), 1298–1318. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i5.7805
12. ASTM E543. (2021). Specification for Agencies Performing Nondestructive Testing. ASTM International. <https://doi.org/10.1520/E0543>
13. Carlos, P. (2024). Determinación de los parámetros de soldadura y su efecto en la microempresa y las propiedades mecánicas en aceros antidesgastes T-500 soldados mediante proceso SMAW.
14. Alcocer, F. (2021). Evaluación de la calidad de procesos de soldadura a través de realidad aumentada.
15. Araque de los Ríos, O. J. (2015). Caracterización de discontinuidades típicas en soldadura, utilizando la técnica de Ultrasonido Pulso Eco-Scan A. *Scientia et Technica*, 20(04).
16. ISO 5817. (2023). Uniones soldadas por fusión en acero, níquel, titanio y sus aleaciones (excluido el soldeo por haz de electrones). Niveles de calidad para las imperfecciones. www.une.org
17. AWS D1.1. (2016). Código de soldadura estructural- Acero. American Welding Society.
18. Miño, B. (2020). Determinación, interpretación y evaluación de discontinuidades en juntas soldadas de estructuras metálicas por ensayos no destructivos, basado en el código AWS D1.1
19. Canga, A., & Beltrán, C. (2019). Control de calidad en la soldadura de la estructura metálica del terminal de transporte terrestre del cantón Gualaceo de la provincia del Azuay”.
20. AWS D1.1. (2016). Código de soldadura estructural- Acero. American Welding Society.
21. . Serrano, R. (2023). Ensayos no destructivos: Ultrasonidos
22. Aguas, E., & García, T. (2019). Estudios de discontinuidades en juntas soldadas mediante el método de ultrasonido por arreglo de fases.

**ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LA ESTRUCTURA Y MECANISMOS DEL PROYECTO DE VINCULACIÓN SOCIAL
“SOLUCIONES ELECTROINDUSTRIALES PARA EL PROGRESO COMUNITARIO” MEDIANTE ENSAYOS NO
DESTRUCTIVOS**

23. Castelú, P. (2018). Plan de mantenimiento predictivo mediante ensayos no destructivos en aducciones de agua superficial para la represa tuni condoriri a planta de el alto. EPSAS – La Paz.
24. Serrano, R. (2023). Ensayos no destructivos: Ultrasonidos.

LA CULTURA ORGANIZACIONAL Y EL BIENESTAR LABORAL DE LOS SERVIDORES DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE CHIMBORAZO

THE ORGANIZATIONAL CULTURE AND WORK WELL-BEING OF THE SERVANTS OF THE DECENTRALIZED AUTONOMOUS PROVINCIAL GOVERNMENT OF CHIMBORAZO

Jenny Lilián Isa Jara¹, Edith Josefina Liccioni²

{jenny.isa@unach.edu.ec¹, edith.liccioni@unach.edu.ec²}

Fecha de recepción: 20/12/2024 / Fecha de aceptación: 04/01/2025 / Fecha de publicación: 06/01/2025

RESUMEN: La cultura organizacional abarca valores, normas y comportamientos que moldean las interacciones entre los empleados, sus compañeros y los directivos, definiendo así el ambiente de trabajo. En el estudio se planteó investigar la relación entre la cultura organizacional y el bienestar laboral en los servidores del Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Chimborazo (GADP Chimborazo). La metodología empleada en el estudio fue de enfoque mixto, combinando la aplicación de encuestas y entrevistas para obtener una visión integral del objeto de estudio. Se trabajó con una muestra de 222 servidores a quienes se les aplicó una encuesta de 20 preguntas, basada en una escala de Likert. En los resultados obtenidos se observó que la cultura organizacional en el GADP Chimborazo se encuentra en un nivel sólido y positivo. Las dimensiones evaluadas reflejan un entorno organizacional bien estructurado, que favorece la integración y alineación con los valores y objetivos institucionales. También, se evidenció que los servidores presentan un nivel general de bienestar laboral favorable. Los análisis estadísticos, como el coeficiente de correlación de Spearman, demostraron una influencia significativa de la cultura organizacional sobre el bienestar laboral. El estudio confirma que el fortalecimiento de la cultura organizacional actúa como un factor clave para elevar el bienestar de los servidores, mejorando tanto el entorno físico como las dinámicas sociales y psicológicas en el trabajo.

Palabras clave: *Cultura organizacional, bienestar laboral, servidores públicos, gobierno autónomo descentralizado*

ABSTRACT: Organizational culture encompasses values, norms, and behaviors that shape interactions among employees, their peers, and management, thereby defining the work

¹Maestría en Gestión de Talento Humano, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, <https://0009-0005-3154-5374>.

²Facultad de Ciencias Políticas y Administrativas, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, <https://0000-0001-6142-7022>.

environment. This study aimed to investigate the relationship between organizational culture and job well-being among employees of the Decentralized Autonomous Provincial Government of Chimborazo (GADP Chimborazo). The methodology employed a mixed-methods approach, combining surveys and interviews to gain a comprehensive understanding of the subject. The study involved a sample of 222 employees who completed a 20-question survey based on a Likert scale. The results revealed that the organizational culture within GADP Chimborazo is solid and positive. The evaluated dimensions indicated a well-structured organizational environment that fosters integration and alignment with institutional values and objectives. Furthermore, the findings showed that employees generally experience favorable job well-being. Statistical analyses, including Spearman's correlation coefficient, demonstrated a significant influence of organizational culture on job well-being. The study confirmed that strengthening organizational culture is a key factor in enhancing employee well-being by improving both the physical work environment and the social and psychological dynamics at work.

Keywords: *Organizational culture, workplace well-being, public servants, decentralized autonomous government*

INTRODUCCIÓN

La cultura organizacional impacta significativamente la motivación y satisfacción de los empleados a lo largo de su trayectoria profesional, desde que inician sus actividades en las unidades asignadas hasta que cesa sus funciones laborales. Según (1) y (2) esta cultura abarca los valores, normas y comportamientos que moldean el comportamiento dentro de la organización afectando la forma en que los empleados interactúan entre sí, con sus compañeros y sus directivos.

La realización de este estudio en una institución pública como es el Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial (GADP) de Chimborazo es fundamental debido a la relevancia de identificar y analizar factores clave que impactan el bienestar laboral y la cultura organizacional en un contexto público. Según (3), se observa una significativa carencia de literatura teórica y científica en el ámbito del sector público. Este aspecto restringe la comprensión holística de los fenómenos organizacionales que inciden en el rendimiento y la satisfacción de los empleados en dichas instituciones.

En un entorno donde los servidores públicos cumplen un rol esencial para el desarrollo local y regional y la prestación de servicios a la ciudadanía, es necesario abordar esta brecha investigativa para proponer estrategias específicas que fomenten un ambiente de trabajo saludable y eficiente. Además, estudiar el caso del GADP de Chimborazo permitió generar conocimiento contextualizado que contribuye no solo a mejorar las prácticas internas de esta entidad, sino también a ampliar el corpus teórico sobre bienestar laboral y cultura organizacional en el sector público, sentando precedentes para investigaciones futuras.

Además, el estudio se basó en la necesidad de entender cómo los valores, prácticas y normas que constituyen la cultura organizacional influyen de manera directa en la calidad de vida laboral de los empleados en esta institución. Por lo tanto, este análisis resulta relevante debido a que el bienestar laboral no solo repercute en la productividad y eficiencia institucional, sino también en el desarrollo personal y profesional de los servidores públicos. De esta manera, este estudio permitió enriquecer la literatura existente, aportar a la mejora de las políticas laborales en el sector público y fortalecer las capacidades institucionales del GADP de Chimborazo para responder de manera efectiva a las necesidades de sus colaboradores y de la comunidad que sirve.

En consecuencia, el estudio contribuye a la literatura existente sobre las dinámicas laborales en el sector público, también sirve como base para el diseño de políticas laborales más efectivas en el sector público, que permitan fortalecer las capacidades institucionales del GADP de Chimborazo para atender las necesidades de sus colaboradores y de la comunidad a la que presta servicio.

Cultura Organizacional

A lo largo de la historia el concepto de cultura organizacional ha venido evolucionando, en este sentido (4) después de una revisión literaria donde cita varios autores como Granell (1997), Chiavenato (1989), Valle (1995), Serna (1997), concluye que la Cultura Organizacional es un sistema de significaciones, expresiones, categorías, imágenes, modos de vida, creencias, valores, reglas, normas, procedimientos que son aceptadas pública y colectivamente en el seno de un grupo social, transmitidas a través de las generaciones.

Otras definiciones como las de (5) citado por (6) definen que la cultura organizacional está influenciada por los valores, filosofías y prácticas comunes de tiene una organización. Es decir, la cultura organizacional se refiere al conjunto de valores, normas, creencias y prácticas que caracterizan la forma en que los empleados de una organización o empresa interactúan entre sí y con otros actores, así como cómo perciben su trabajo, sus responsabilidades y la misión de la organización en general. Esta cultura puede ser muy influyente en la eficiencia, la transparencia y la calidad de los servicios que se prestan a la ciudadanía en instituciones públicas (3).

Dimensiones de la cultura organizacional

(7), retomando las bases teóricas previamente planteadas por (8), identifican y estructuran ocho factores o dimensiones que ejercen una influencia significativa en el Clima Organizacional. Cada una de estas dimensiones aborda aspectos que permiten diagnosticar, evaluar y mejorar el Clima Organizacional, considerando tanto las percepciones de los empleados como las políticas y estrategias de la organización. Los detalles de estas dimensiones se resumen de manera más específica en la Tabla 1.

Tabla 1. Dimensiones que indican en la Cultura Organizacional.

| Dimensiones/Factores | Descripción de incidencia |
|-----------------------------------|--|
| Comunicación | Implica la creación de redes que permitan una interacción bidireccional, asegurando que los trabajadores tengan espacio para expresarse y ser escuchados. |
| Relaciones interpersonales | Se refiere a la interacción entre empleados, donde destacan aspectos como respeto, colaboración, comunicación, y compañerismo en el desarrollo de actividades conjuntas. |
| Liderazgo | Representa la responsabilidad de los líderes en fomentar y mantener un clima organizacional positivo. |
| Profesionalización | Enfatiza el desarrollo de habilidades, destrezas y formación académica del personal, promoviendo tanto su desempeño laboral como su crecimiento profesional dentro de la organización. |
| Satisfacción | Refleja las emociones positivas o negativas que un empleado siente hacia su trabajo, a nivel individual. |
| Condiciones y recursos | Abarca los ambientes laborales, herramientas, equipos y medios necesarios para que el empleado desempeñe sus tareas eficientemente. |
| Toma de decisiones | Relacionada con las acciones del líder, como establecer objetivos, definir estrategias, resolver conflictos y guiar a la organización con buen juicio. |
| Identidad | Es el grado de pertenencia y alineación del empleado con los objetivos de la organización, lo que refuerza su compromiso con la empresa. |

Fuente: (7)

Bienestar Laboral

Según (9) el bienestar laboral se refiere a un sentimiento general de satisfacción en el trabajo que se extiende más allá de la mera ausencia de problemas de salud. Además, (10) enfatiza que el bienestar laboral denota un estado psicológico positivo percibido por los trabajadores, influenciado por la funcionalidad ocupacional, percepción de riesgo, y negociaciones proactivas para mejorar las condiciones de trabajo.

La carencia de bienestar laboral puede influir negativamente en la productividad de una organización, manifestándose en un desempeño deficiente, un incremento en las quejas, ausencias laborales frecuentes o la rotación de personal (1).

Según (11) y (12), cuando los colaboradores en un entorno laboral experimentan emociones positivas, estas suelen asociarse con una percepción favorable de sí mismos, incluyendo una autoimagen sólida, confianza, independencia y autonomía, además de una mayor satisfacción en sus relaciones sociales y vínculos beneficiosos tanto dentro como fuera de la organización. En contraste, las emociones negativas en el trabajo pueden generar inseguridad, miedo al fracaso,

frustración, dudas sobre las propias capacidades, dificultades para construir o mantener relaciones interpersonales, falta de motivación y la aparición de conflictos que perjudican el rendimiento laboral.

Dimensiones del Bienestar Laboral

(9), basándose en lo propuesto por (13) describe seis factores de bienestar laboral. La primera dimensión o factor del bienestar laboral es la relación con la dirección, dentro de los cuales se consideran elementos como las relaciones interpersonales, la calidad de la supervisión, el apoyo recibido para el desempeño, entre otros. El segundo factor corresponde a la participación en la toma de decisiones, cuyos indicadores tienen que ver con la autonomía, el involucramiento, la aceptación de opiniones y demás. El tercer factor es la posibilidad de promoción que existe en la organización, en la cual se considera las oportunidades de formación y promoción, los planes de carrera y la evaluación de necesidades de desarrollo. Continuando con el cuarto factor que es el ambiente físico del trabajo, cuyos indicadores describe el espacio físico óptimo, la higiene, iluminación, entre otras características, según (14), las características del espacio y las condiciones laborales son fundamentales para generar bienestar dentro de las organizaciones, contemplando elementos como la higiene, la iluminación, la distribución del área de trabajo y otras condiciones físicas esenciales. El quinto factor es la participación, que hace referencia al gusto por el trabajo, las oportunidades y los retos que enfrentan dentro de la organización, ya que el bienestar laboral implica que las personas disfruten lo que hacen y tengan amplias oportunidades para destacar en actividades que les resulten gratificantes. Finalmente, el sexto factor es la Compensación y beneficios, que aborda los incentivos y reconocimientos, así como el salario y el cumplimiento de acuerdos legales.

Relación entre Cultura Organizacional y Bienestar Laboral

La cultura organizacional y el bienestar laboral están estrechamente relacionados, ya que una cultura organizacional positiva contribuye a mejorar el bienestar de los empleados, lo que a su vez mejora el rendimiento y la satisfacción en el trabajo. Diversos estudios han analizado esta relación. Por ejemplo, (15) demostraron que una cultura organizacional fuerte se correlaciona con un bienestar laboral alto, en particular en las dimensiones de desarrollo en el trabajo, interrelación sus superiores, oportunidades e incentivos, y ambiente de trabajo. De manera similar, (16) confirmaron esta relación, sugiriendo que se debe considerar para futuros estudios un modelo de gestión que se base en una cultura organizacional que favorezca el bienestar laboral. Además, (17) destacó que la medición de la cultura organizacional, en relación con factores como la estrategia, el liderazgo y la orientación a resultados, es esencial para comprender cómo estos elementos pueden incidir en el bienestar de los empleados.

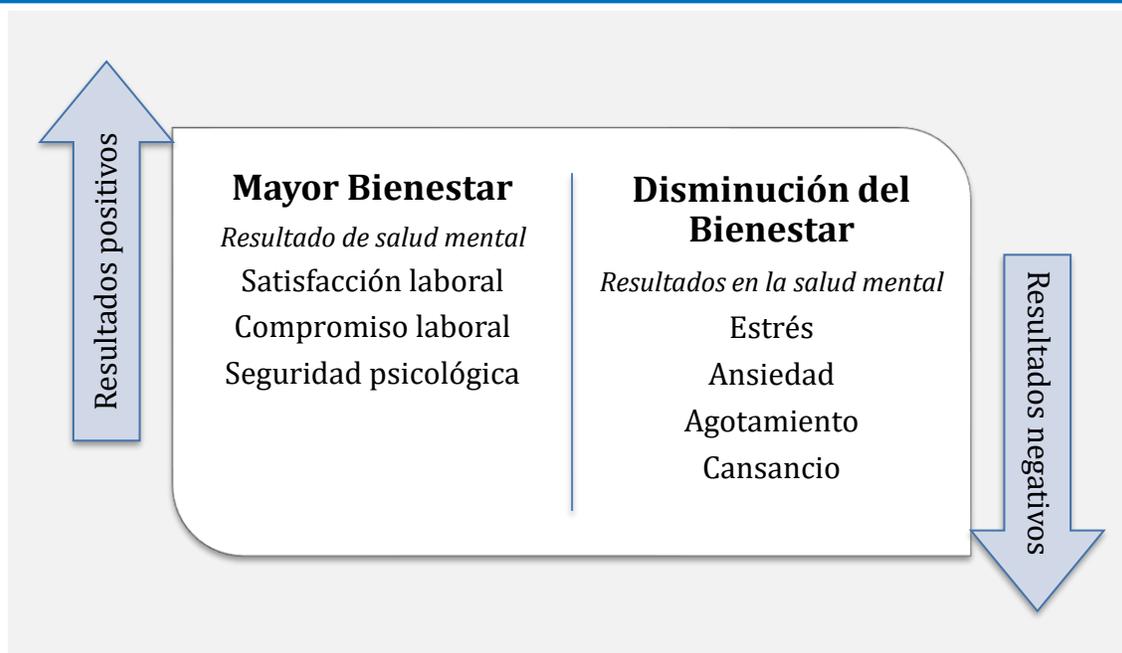


Figura 1. Cultura laboral y resultados de salud mental/bienestar.

Fuente: (6)

Como se ilustra en la Figura 1, (6) enfatizan que la cultura organizacional positiva genera un mayor bienestar, lo que da lugar a resultados favorables en la salud mental, como satisfacción laboral, compromiso laboral y seguridad psicológica. En cambio, una disminución del bienestar se asocia con resultados negativos en la salud mental, como estrés, ansiedad, agotamiento y cansancio.

MATERIALES Y MÉTODOS

El enfoque aplicado en la investigación fue Mixto, lo cual permitió abordar objetivas y subjetivas (18), con un diseño del tipo descriptivo y no experimental, ya que, según (19) mediante este permite caracterizar un fenómeno o situación concreta indicando sus rasgos más peculiares o diferenciadores, sin manipular las variables ni el entorno. Su meta no se limita solo a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables.

Como principal instrumento para la recopilación de información se consideró la encuesta mediante un cuestionario de 20 preguntas que incluyeron ciertos datos demográficos y afirmaciones evaluadas mediante una escala de Likert de 5 puntos, donde 1 indica "Totalmente en desacuerdo" y 5 indica "Totalmente de acuerdo", que permitió captar la intensidad de las percepciones y actitudes de los encuestados sobre la cultura organizacional y el bienestar laboral en la institución pública.

La población de estudio comprendió a todos los servidores que laboran en el GAD Provincial de Chimborazo, ya sea bajo el régimen LOSEP o por contrato, lo cual, de acuerdo con el Director de Talento Humano son a 520. A través de la implementación de un muestreo aleatorio simple, se identificó una muestra de 222 individuos, a quienes se aplicó la encuesta correspondiente al estudio.

El procedimiento para acceder a los participantes consistió en el envío un formulario de manera online con la encuesta del estudio sobre la cultura organizacional y bienestar laboral a través del departamento de talento humano del GAD Provincial de Chimborazo, en el cual se especificó el objetivo de la investigación y precautelando el anonimato de los participantes y la confidencialidad de la información para que las respuestas sean objetivas y no se vean presionados con expresar libremente. Adicionalmente, se llevó a cabo una entrevista individual a cada uno de los responsables de las once direcciones del GAD Provincial de Chimborazo. Estas entrevistas se llevaron a cabo de manera oral utilizando una guía y posteriormente se transcribieron para su análisis cualitativo, con el propósito de entender las percepciones subjetivas de cada director respecto a la cultura organizacional dentro de la institución.

RESULTADOS

Una vez recopilada la información, los resultados fueron tabulados y calculados mediante el software estadístico SPSS versión 18.0.0 para Windows. En primer lugar, se analizaron los datos demográficos de los participantes, considerando variables como género, edad, ocupación y tiempo de antigüedad en la institución, cuyos resultados obtenidos se detallan a continuación: En la encuesta aplicada se obtuvo como resultado que un 52% hombres y 48% mujeres, lo cual refleja una composición equilibrada de género entre los participantes.

Tabla 2. Género.

| GÉNERO | Frecuencia | Porcentaje |
|-----------|------------|------------|
| Masculino | 115 | 52,0% |
| Femenino | 107 | 48,0% |
| Total | 222 | 100,0% |

También se observó en los resultados que entre los participantes existió una mayor concentración en el rango de edades de 36 a 45 años (38,4%), seguido del grupo de 46 años en adelante con un 32%, mientras que el 28% se encuentra en el intervalo de 26 a 35 años y un pequeño grupo, 1,6%, tiene menos de 25 años.

LA CULTURA ORGANIZACIONAL Y EL BIENESTAR LABORAL DE LOS SERVIDORES DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE CHIMBORAZO

Tabla 3. Edad.

| EDAD | Frecuencia | Porcentaje |
|--------------------------|-------------------|-------------------|
| Menos de 25 años | 4 | 1,6% |
| De 26 a 35 años | 62 | 28,0% |
| De 36 a 45 años | 85 | 38,4% |
| De 46 en adelante | 71 | 32,0% |
| Total | 222 | 100,0% |

Ademas, la distribución por ocupación mostró que la mayoría de los participantes (67,2%) desempeñan roles profesionales, seguidos por 19,2% en funciones no profesionales, mientras que los roles directivos y ejecutivos corresponden al 8,8% y 4,8%, respectivamente.

Tabla 4. Ocupación.

| OCUPACIÓN | Frecuencia | Porcentaje |
|-----------------------|-------------------|-------------------|
| Ejecutivo | 11 | 4,8% |
| Directivo | 20 | 8,8% |
| Profesional | 149 | 67,2% |
| No profesional | 43 | 19,2% |
| Total | 222 | 100,0% |

Respecto al tiempo de antigüedad en la institución, se observó en los resultados que un 21,2% con menos de 1 año, un 39,4% de los participantes cuenta con una antigüedad de 1 a 5 años, un 18,2% cuenta con más de 15 años en la institución, mientras que los periodos de 6 a 10 años y 11 a 15 años representan el 13,6% y 7,6%, respectivamente.

Tabla 5. Tiempo que labora.

| TIEMPO LABORADO | Frecuencia | Porcentaje |
|------------------------|-------------------|-------------------|
| Menos de 1 año | 47 | 21,2% |
| 1 - 5 años | 87 | 39,4% |
| 6 - 10 años | 30 | 13,6% |
| 11 - 15 años | 17 | 7,6% |
| Más de 15 años | 40 | 18,2% |
| Total | 222 | 100,0% |

La cultura organizacional en el GAD Provincial de Chimborazo

Según el personal de Recursos Humanos de la Institución la cultura organizacional se fundamenta en normas, reglamentos y resoluciones administrativas, incluyendo la implementación de estándares como las ISO 37001, que promueven la transparencia y la tolerancia. La situación actual de la cultura organizacional de los servidores del Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Chimborazo, el cual se resume en el Gráfico 2, que refleja una tendencia

mayoritariamente positiva en varias dimensiones de la cultura organizacional lo que sugieren un entorno organizacional con una cultura sólida.

En la dimensión de identidad se consultó si la visión y misión del GAD Provincial de Chimborazo les inspiran y motivan en su trabajo diario, a lo cual en los resultados se observan que un 86,4% de los encuestados afirma que estos elementos les inspiran y motivan en su labor diaria, lo que indica un fuerte alineamiento de los servidores con los objetivos institucionales y la orientación hacia un propósito común. En relación con la dimensión de toma de decisiones se observa en los resultados que un 67,2% está satisfecho y totalmente satisfecho con los procesos de rotación de puestos dentro de la organización, lo cual refleja que las prácticas de gestión de personal están siendo bien percibidas.

En relación con la dimensión de recursos y herramientas se interrogó si la institución les proporciona las herramientas y recursos necesarios para realizar sus labores de manera eficiente, a lo cual se observa en los resultados que el 82,4% de los encuestados están de acuerdo y totalmente de acuerdo con esta afirmación. Una de las dimensiones que se destaca con un alto porcentaje entre todas las dimensiones evaluadas es la satisfacción laboral que existe, ya que un 90,4% de los participantes expresando estar satisfecho y totalmente satisfecho con el trabajo que desempeña. Este alto nivel de satisfacción subraya que existe un ambiente organizacional positivo.

En la dimensión de profesionalización, se consultó si la institución ofrece programas de capacitación que mejoran las habilidades y competencias de los servidores públicos que laboran. Se observó en los resultados que un 72% de los trabajadores está de acuerdo o totalmente de acuerdo con esta afirmación, lo que resalta el compromiso de la GAD Provincial de Chimborazo con el desarrollo continuo de su personal y el fortalecimiento de la capacidad organizativa.

La dimensión de liderazgo muestra que un 64% de los servidores públicos encuestados están de acuerdo o totalmente de acuerdo con el estilo de liderazgo dentro de la institución. Sin embargo, un 22,4% se muestra indiferente y el 13,6% manifiesta desacuerdo y totalmente en desacuerdo, lo cual sugiere que, a pesar de que la percepción es en su mayoría positiva, existen áreas para mejorar el liderazgo institucional.

En la dimensión de relaciones interpersonales, un 76% de los participantes indicó estar de acuerdo y totalmente de acuerdo con que el GAD Provincial de Chimborazo fomenta un ambiente de trabajo inclusivo y respetuoso, lo cual indica que las interacciones dentro del equipo son mayormente positivas y que la organización promueve un clima laboral saludable. Respecto a la dimensión de comunicación, un 71,2% de los encuestados está de acuerdo y totalmente de acuerdo que la comunicación interna dentro la institución es clara y efectiva, siendo importante para asegurar que los empleados cuenten con la información adecuada para desempeñar sus funciones de manera eficiente.

LA CULTURA ORGANIZACIONAL Y EL BIENESTAR LABORAL DE LOS SERVIDORES DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE CHIMBORAZO

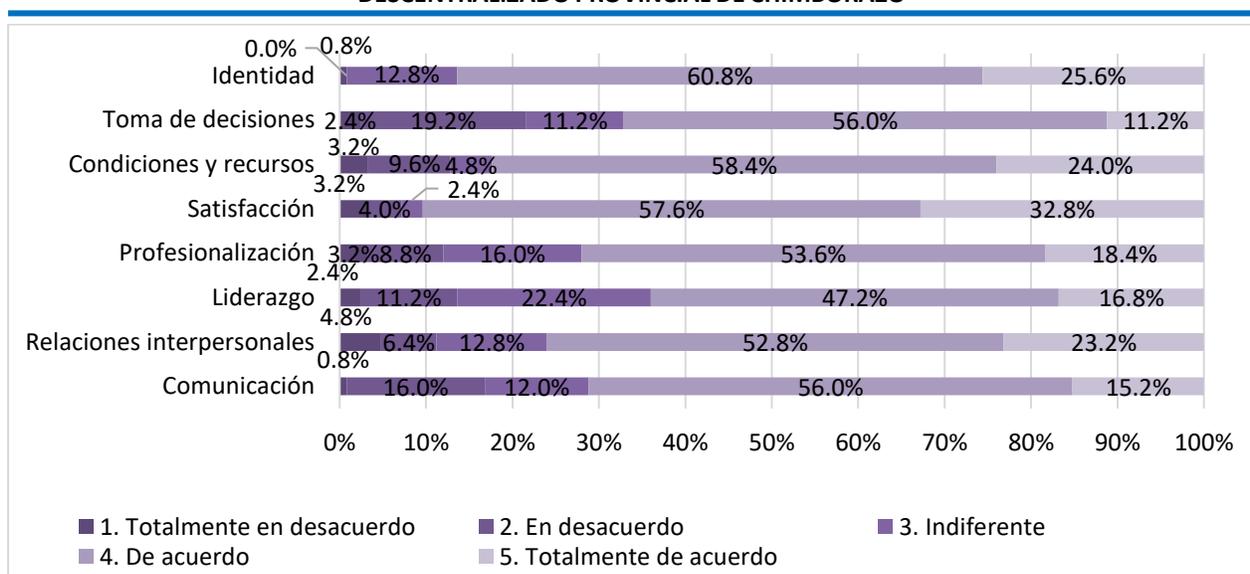


Figura 2. Resultados de la cultura organizacional en el GAD Provincial de Chimborazo.

En este mismo contexto, las entrevistas realizadas a los directivos de la institución permitieron ampliar el análisis y profundizar en ciertos aspectos que no se evidenciaron en las encuestas. Algunos participantes señalaron que existen diferencias internas que dificultan la integración total, mencionando que un aspecto que afecta negativamente la cultura organizacional es la percepción de que algunos funcionarios que, tras varios años en la institución, tienden a disminuir su rendimiento, debido a que tienen una la estabilidad laboral.

Respecto a la satisfacción, la mayoría de los encuestados coincidieron en que servir a la ciudadanía es una de sus motivaciones, destacando el impacto positivo de los proyectos que la institución genera para el bienestar de la población. Esto coincide con lo expuesto por (20) que muchas veces la motivación en el trabajo no depende en su totalidad del ambiente laboral, sino la vocación de servir. Además, mencionaron como prioridad mejorar continuamente los procesos administrativos para asegurar un servicio público eficiente.

Bienestar Laboral de los servidores del GAD Provincial de Chimborazo

En el estudio también se planteó describir los resultados del nivel de bienestar laboral de los servidores del Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Chimborazo, para lo cual se tomaron como referencia las seis dimensiones propuestas por (9), basadas en el modelo desarrollado por (13).

De manera general, los resultados obtenidos reflejan un amplio nivel de bienestar laboral dentro de la institución analizada. Al sumar las respuestas de las escalas de valoración, la mayoría de los encuestados manifestó estar "de acuerdo" o "totalmente de acuerdo", alcanzando porcentajes superiores al 66,4% (ver Figura 3).

LA CULTURA ORGANIZACIONAL Y EL BIENESTAR LABORAL DE LOS SERVIDORES DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE CHIMBORAZO

En la dimensión referente a la relación con la dirección se observó que el 78,4% (56% de acuerdo y 22,4% totalmente de acuerdo) de los participantes expresó que en la institución se fomenta activamente la salud y el bienestar de los servidores, lo cual demuestra un compromiso institucional con el desarrollo integral del personal.

Con respecto a la dimensión de participación en la toma de decisiones, se indagó si los servidores perciben que pueden comunicarse de manera efectiva con sus colegas y superiores, y si consideran que sus opiniones son tomadas en cuenta. En este aspecto, el 24% señaló estar "totalmente de acuerdo" y el 61,6% afirmó estar "de acuerdo". Estos resultados evidencian que una mayoría significativa de servidores percibe un ambiente laboral incluyente y participativo.

En cuanto a la dimensión de promoción, se consultó si el trabajo en el GAD Provincial de Chimborazo permite el desarrollo profesional y personal. Un 75,2% (52% de acuerdo y 23,2% totalmente de acuerdo) de los encuestados respondió afirmativamente, lo que sugiere que la institución brinda oportunidades de crecimiento integral de los servidores que laboran en la institución.

Respecto al ambiente físico de trabajo, que incluye aspectos como espacio, iluminación y temperatura, el 77,6% (56,8% de acuerdo y 20,8% totalmente de acuerdo) de los servidores manifestó que las instalaciones son cómodas y adecuadas para el desempeño laboral. También, en relación con la satisfacción laboral, los resultados mostraron una elevada valoración, donde el 90,4% (57,6% de acuerdo y 32,8% totalmente de acuerdo) de los participantes seleccionaron opciones de 4 y 5 en la escala de satisfacción.

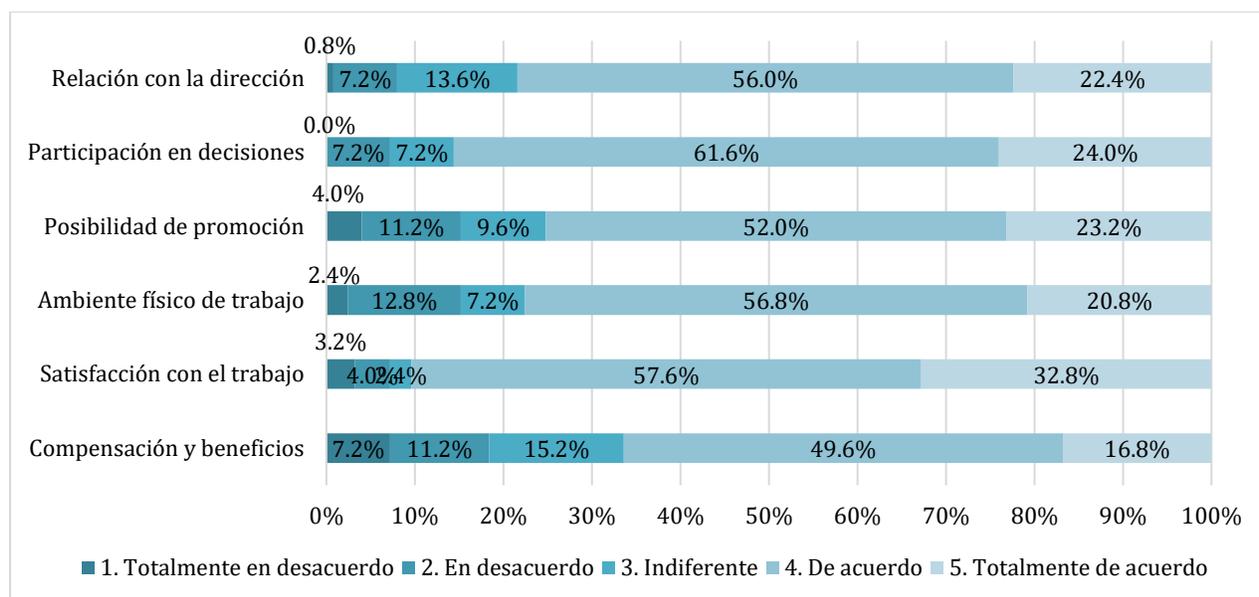


Figura 3. Resultados Bienestar Laboral de los servidores del GAD Provincial de Chimborazo.

Finalmente, se consultó a los servidores si perciben que sus esfuerzos y logros son valorados. En los resultados se observó que el 49,6% está "de acuerdo" y el 16,8% "totalmente de acuerdo",

LA CULTURA ORGANIZACIONAL Y EL BIENESTAR LABORAL DE LOS SERVIDORES DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE CHIMBORAZO

siendo una parte considerable de los encuestados que perciben un reconocimiento adecuado por parte de la institución. Sin embargo, también se observó que un 33,6% respondieron de manera indiferente o negativa siendo este porcentaje el más alto entre todas las dimensiones evaluadas, lo cual indica que esta área debe ser mejorado, en cuanto al reconocimiento y retribución del desempeño laboral.

En el GAD Provincial de Chimborazo el departamento de Talento Humano, en coordinación con el área de seguridad ocupacional, lleva a cabo evaluaciones periódicas del bienestar laboral del personal, según lo evidenciado en las entrevistas realizadas.

Influencia de la cultura organizacional en el bienestar laboral de los servidores del GAD Provincial de Chimborazo.

Considerando las dimensiones de la cultura organizacional y del bienestar laboral se aplicó un análisis de correlación de Spearman para evaluar el grado de influencia entre las variables estudiadas. En la Tabla 6, se presentan los resultados cada una de las dimensiones en donde el liderazgo destaca como una dimensión con la mayor correlación hacia la compensación y beneficios (0,794) y una fuerte relación con la promoción (0,717), evidenciando su importancia en la percepción de reconocimiento y desarrollo laboral.

Tabla 6. Correlación de Spearman de las variables de estudio.

| | | Relación con la dirección | Participación | Posibilidad de promoción | Ambiente físico | Satisfacción | Compensación y beneficios |
|-----------------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------|--------------------------|-----------------|--------------|---------------------------|
| Comunicación | Coefficiente de correlación | 0,353** | 0,324** | 0,451** | 0,405** | 0,282** | 0,448** |
| Relaciones interpersonales | Coefficiente de correlación | 0,664** | 0,585** | 0,715** | 0,610** | 0,415** | 0,641** |
| Liderazgo | Coefficiente de correlación | 0,678** | 0,552** | 0,717** | 0,592** | 0,326** | 0,794** |
| Profesionalización | Coefficiente de correlación | 0,589** | 0,392** | 0,718** | 0,610** | 0,367** | 0,591** |
| Satisfacción | Coefficiente de correlación | 0,458** | 0,318** | 0,372** | 0,393** | 0,920 | 0,374** |
| Condiciones y recursos | Coefficiente de correlación | 0,612** | 0,453** | 0,674** | 0,520** | 0,369** | 0,522** |
| Toma de decisiones | Coefficiente de correlación | 0,188* | 0,077 | 0,215* | 0,259** | -0,009 | 0,284** |
| Identidad | Coefficiente de correlación | 0,661** | 0,594** | 0,636** | 0,516** | 0,374** | 0,619** |

Nota: **: La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral), *: La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

De manera similar, las relaciones interpersonales y la profesionalización también presentan altas correlaciones con la promoción (0,715 y 0,718, respectivamente), indicando que estos factores fortalecen el crecimiento profesional y el vínculo con la dirección (0,664 y 0,589). Por otro lado, la dimensión de comunicación, aunque moderada en sus correlaciones, mantiene relaciones significativas con el ambiente físico (0,405) y la compensación (0,448). Sin embargo, la toma de decisiones muestra las correlaciones más bajas, en particular con el ambiente físico (0,259) y la relación con la dirección (0,188), sugiriendo áreas de mejora en la percepción de inclusión de los colaboradores en los procesos de decisión. Estos resultados destacan que factores como el liderazgo, las relaciones interpersonales y la profesionalización son determinantes en el bienestar laboral dentro de la organización.

Además, los resultados obtenidos en la correlación de Spearman son estadísticamente significativos, ya que los valores p de significancia asociados a las correlaciones fueron menores a 0,05. Este nivel de significancia indica una alta probabilidad de que las relaciones observadas entre las dimensiones analizadas no sean producto del azar, sino que reflejen vínculos reales y consistentes dentro del contexto organizacional evaluado. Esto resalta la fiabilidad del análisis y subraya la relevancia de las dimensiones estudiadas, particularmente aquellas con correlaciones más fuertes, como liderazgo, relaciones interpersonales y profesionalización, en la influencia del bienestar laboral y la cultura organizacional.

Algunos directivos encuestados señalaron preocupaciones dentro de la institución, como la discriminación de género o las tensiones derivadas de diferencias ideológicas, que pueden impactar negativamente tanto la cultura organizacional como el bienestar laboral. Asimismo, recomendaron la consideración de ciertos aspectos, como la mejora de los permisos, el reconocimiento de derechos laborales y la generación de oportunidades equitativas para el desarrollo profesional.

DISCUSIÓN

Los hallazgos del presente estudio confirman la premisa teórica de que la cultura organizacional tiene una influencia significativa en el bienestar laboral de los servidores del Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Chimborazo. Los resultados empíricos demuestran que el fortalecimiento de dimensiones culturales clave, llevado a cabo de manera coordinada, puede incidir indirectamente, pero de forma significativa en la mejora de los indicadores de bienestar laboral percibido por los empleados.

Tal y como lo plantea (21) es fundamental la adopción de buenas prácticas de gestión del talento humano, como la implementación de sistemas de evaluación y retroalimentación continuos para la mejora constante de estrategias organizacionales que permitan a los empleados expresar sus opiniones y sugerencias, proporcionando información valiosa para la toma de decisiones, contribuyendo así a la confianza y el compromiso de los empleados con la organización.

El buen nivel de cultura organizacional evidenciado en el estudio puede estar relacionado con diversos factores, entre ellos, la antigüedad de los colaboradores. Un porcentaje significativo de empleados (78,8%) cuenta con más de un año laborando en la institución, lo que les ha permitido internalizar profundamente los valores, prácticas y procesos operativos de la organización. Sin embargo, en las entrevistas manifestaron que ciertos servidores tras varios años en la institución tienden a disminuir su rendimiento.

La experiencia acumulada por los empleados facilita su integración al entorno organizacional, convirtiéndolos en actores esenciales para difundir y fortalecer la visión y misión de la institución. Además, los colaboradores con mayor tiempo en la institución desempeñan un papel fundamental en la consolidación y sostenibilidad de los principios organizacionales dentro de la dinámica laboral diaria. Asimismo, (21) y (22) plantean que, para optimizar el bienestar de los colaboradores, es fundamental implementar un enfoque integral que abarque mejoras en las condiciones laborales y sociales, además de promover un ambiente que priorice la salud mental y el bienestar emocional de todos los integrantes de la organización.

Otro aspecto importante que menciona (23) es fomentar una cultura de comunicación abierta, pues este es el primer paso hacia el establecimiento de una relación de confianza entre los miembros de la organización. También recalca que se debe establecer programas de capacitaciones y desarrollo dirigidos al personal, con el objetivo de fortalecer las habilidades de comunicación, fomentar la colaboración y reforzar la ética organizacional.

CONCLUSIONES

La cultura organizacional de los servidores del Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Chimborazo se encuentra en un nivel sólido y positivo. Las dimensiones evaluadas muestran que existe un entorno organizacional bien estructurado que favorece la integración y alineación con los valores y objetivos institucionales.

Además, los servidores que laboran el GAD Provincial de Chimborazo presentan un nivel general de bienestar laboral favorable, especialmente en dimensiones como la satisfacción laboral, el ambiente físico de trabajo y las posibilidades de promoción personal y profesional. No obstante, se identificaron áreas de mejora en cuanto a la dimensión de compensación y beneficios, ya que un porcentaje significativo de respuestas reflejan ligera indiferencia o percepción negativa respecto a esta dimensión.

Los análisis estadísticos realizados, incluidos los resultados de la correlación de Spearman, demuestran una influencia significativa de la cultura organizacional sobre el bienestar laboral. Dimensiones como liderazgo, relaciones interpersonales y profesionalización presentaron las correlaciones más fuertes con indicadores de bienestar laboral, como satisfacción y percepción de reconocimiento (compensación y beneficios). Esto valida empíricamente que el fortalecimiento de la cultura organizacional actúa como un factor determinante en la percepción

del bienestar de los servidores, al influir tanto en el entorno físico como en las dinámicas sociales y psicológicas del trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Williams P. Organisational culture: Definitions, distinctions and functions. In: Newton C, Knight R, editors. Handbook of research methods for organisational culture. Edward Elgar Publishing; 2022. p. 5–22.
2. Yopan Fajardo JL, Palmero Gómez N, Santos Mejía JR. Organizational culture: From communicative theories to the complex organizational approach and Latin American anthropological perspectives. *Cultura Organ.* 2020;11(20):263-89.
3. Gonzabay Moreno MP, Tualombo Tituaña JJ. Cultura organizacional y toma de decisiones en la unidad educativa "Manuel Inocencio Parrales y Guale" . *Pentaciencias* [Internet]. 10 de octubre de 2024 ;6(7):1-12. Disponible en: <https://editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/1280>
4. Belalcázar S. Cultura organizacional. *Informes Psicológicos.* 2012;12(1):41-51.
5. Monteiro E, Joseph J. A Review on the Impact of Workplace Culture on Employee Mental Health and Well-Being. *Int J Case Stud Bus IT Educ.* 2023;7(2):291-317. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7999328>
6. Méndez Bravo JC, Bolaños Piedrahita CJ, Méndez Bravo MA. La cultura organizacional y su efecto en el desempeño empresarial. *Rev Eruditus.* 2023;4(1):59–74. <https://doi.org/10.35290/re.v4n1.2023.718>
7. Chiang M, Hidalgo-Ortiz J, Gómez-Fuentealba N. Efecto de la satisfacción laboral y la confianza sobre el clima organizacional, mediante ecuaciones estructurales. *Retos.* 2021;11(22):347-62. <https://doi.org/10.17163/RET.N22.2021.10>.
8. Calderón Hernández G, Murillo Galvis SM, Torres Narváez KY. Cultura Organizacional y Bienestar laboral. *Cuadernos De Administración.* 2003;16(25).
9. Cezar-Vaz MR, Xavier DM, Bonow CA, Vaz JC, Cardoso LS, Sant'Anna CF, et al. Occupational Well-Being of Multidisciplinary PHC Teams: Barriers/Facilitators and Negotiations to Improve Working Conditions. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(23):15943. <https://doi.org/10.3390/ijerph192315943>
10. Ahumada Muñoz Y, Alvarado Ordoñez JG, Morillo Chaves DE. Bienestar laboral y calidad de vida de los colaboradores de la Corporación Universitaria Minuto de Dios. *Boletín Informativo CEI.* 2018;5(2):59–65. Disponible en: <https://revistas.umariana.edu.co/index.php/BoletinInformativoCEI/article/view/1675>
11. Casademunt A, Morales A, Montes J. La implicación emocional en el puesto de trabajo: un estudio empírico. *Rev Intang Cap.* 2012;8(2):364-405.
12. Meliá JL, Peiró JM. La medida de la satisfacción laboral en contextos organizacionales: el cuestionario de satisfacción S20/23. *Psicologemas.* 1989;3:59-74.
13. Díaz-Soloaga P. La triple dimensión de la cultura organizacional: un estudio aplicado a empresas de moda españolas. *Revista Prisma Social.* 2020;(29):80–97. Disponible en: <https://revistaprismasocial.es/article/view/3617>.

14. Ortiz De Agui ML, Villar-Carbajal EI, Llanos De Tarazona MI. Cultura organizacional y bienestar laboral de los trabajadores de la Red de Salud Huamalíes. *Gac Científica*. 2021;7(1):37–45. <https://doi.org/10.46794/gacien.7.1.1064>
15. Alarcón Villanueva G, Cubas Carranza JI. Cultura organizacional y bienestar laboral en las empresas de saneamiento del norte del Perú. *Horizonte Empresarial*. 2019;6(1):1-11. <https://revistas.uss.edu.pe/index.php/EMP/article/view/1083>
16. Carrillo Punina Á. P, MEDICIÓN DE LA CULTURA ORGANIZACIONAL. *Ciencias Administrativas [Internet]*. 2016; (8):61-73. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=511653788007>
17. Guelmes Valdés EL, Nieto Almeida LE. Algunas reflexiones sobre el enfoque mixto de la investigación pedagógica en el contexto cubano. *Rev Univ Soc*. 2015;7(2):23–29. Disponible en: <http://rus.ucf.edu.cu/>
18. Guevara Alban GP, Verdesoto Arguello AE, Castro Molina NE. Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *RECIMUNDO*. 2020;4(3):163–173. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)
19. Naranjo Castillo MM, Cejas Martinez MF. Clima organizacional y su relación con el desempeño laboral con los trabajadores de atención primaria de salud . *Pentacencias [Internet]*. 18 de diciembre de 2024; 6(7):485-9. Disponible en: <https://editorialalema.org/index.php/pentacencias/article/view/1355>
20. Calderón Rodríguez LK, Silva Rivera DR, Zevallos Echegaray MM, Salinas Gainza FR, Bermúdez Alejo D. Analysis of occupational well-being and its relationship with sociodemographic factors in public workers. *Universidad Ciencia Y Tecnología*. 2024;28(124):67-75. <https://doi.org/10.47460/uct.v28i124.845>
21. Hurtado Ramírez RA. Optimización de estrategias de desarrollo organizacional en los gobiernos autónomos descentralizados provinciales del centro de Ecuador: enfoque en gestión y desarrollo del talento humano. *Rev Imaginario Soc*. 2024;7(3). <https://doi.org/10.59155/is.v7i3.212>
22. González-Pinargote A, Palma-Samaniego M. Cultura Organizacional y Bienestar Social del Personal de la Asociación Artesanal Detalles Mágicos del Barrio Emperatriz del Cantón Santa Elena, 2022. 593 *Digital Publisher CEIT*. 2023;8(4):107-117. <https://doi.org/10.33386/593dp.2023.4.1903>
23. Gonzáles Vásquez J, Ramírez López R, Terán Ayay NT, Palomino Alvarado GP. Clima organizacional en el sector público Latinoamericano. *Ciencia Latina Rev Cient Multidisciplinar*. 2021;5(1):1157-1170. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i1.318



■ Revista Científica Multidisciplinaria InvestiGo

ISSN: 2953-6367

Enero 2025

© Ecuador

Código Postal 060102

📞 Contacto +593 97 911 9620 | ✉ revisinvestigo@gmail.com

✉ investigo@istra.edu.ec

