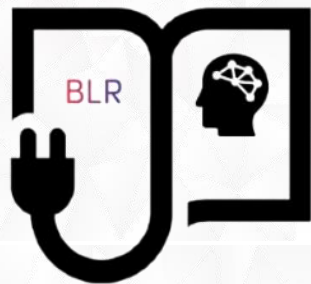


# InvestiGO

Revista Científica Multidisciplinaria

ISSN: 2953-6367



**InvestiGO**  
Revista Científica  
Multidisciplinaria

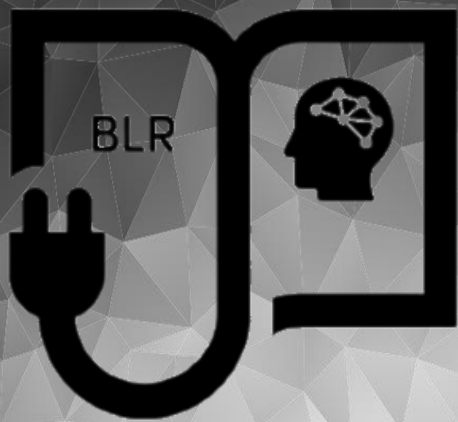
Volumen 5

#10

Julio - Diciembre 2024

<https://doi.org/10.56519/0rrxya47>





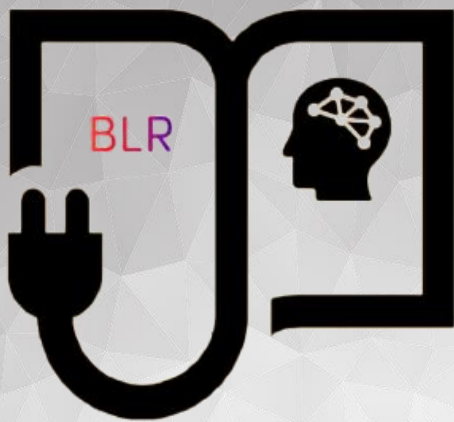
**InvestiGO**  
Revista Científica  
Multidisciplinaria

**InvestiGO**

**Revista Científica Multidisciplinaria**

Ecuador

Julio - Diciembre 2024



# InvestiGO

Revista Científica  
Multidisciplinaria

 Revista Científica Multidisciplinaria Investigo

ISSN: 2953-6367

Código Postal 060102

📍 Ecuador

📞 Contacto +593 97 911 9620 | ✉ [revisinvestigo@gmail.com](mailto: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 5 N°10**

**14 de Julio de 2024**

**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.

## EDITOR EN JEFE

 Ing. Roberto Remache Rivera MSc.

Revista Científica Multidisciplinaria Investigo

ISSN: 2953-6367

Enero – junio | julio - diciembre de 2024

📍 Ecuador

Código Postal 060102

📞 Contacto +593 97 911 9620

✉ [revisinvestigo@gmail.com](mailto:revisinvestigo@gmail.com)

**Revista Científica Multidisciplinaria Investigo**

Riobamba – Ecuador  
Cel: +593 97 911 9620  
[revisinvestigo@gmail.com](mailto:revisinvestigo@gmail.com)

## CONTENIDO

**NIVELES DE GAS METANO EN LA PARROQUIA ELOY ALFARO – CHONE** \_\_\_\_\_ **8-21**

*ANGIE BELÉN VÉLEZ SÁNCHEZ  
JUAN MANUEL GUERRERO CALERO*

**INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y ÉTICA EDUCATIVA: ABORDANDO LA DESHONESTIDAD  
ACADÉMICA EN EL ENTORNO DIGITAL** \_\_\_\_\_ **22-34**

*JULIANA VANESSA LAVAYEN HERRERA  
GLODECINDA ISABEL OCAÑA SÁNCHEZ  
NANCY DEL ROCÍO ZUÑIGA LEÓN  
ANA MARÍA REYES MURILLO*

**GESTIÓN DE LA VACUNACIÓN PARA COVID 19, SECTOR URBANO CANTÓN  
RIOBAMBA - UTILIZANDO TECNOLOGÍA Y GEORREFERENCIACIÓN** \_\_\_\_\_ **35-50**

*ALFREDO RODRIGO COLCHA ORTIZ  
RAQUEL VIRGINIA COLCHA ORTIZ  
MARÍA DEL CONSUELO OROZCO CORONEL  
VIVIANA DEL ROCIO MERA HERRERA*

**INFLUENCIA DE LAS DIFERENTES CONCENTRACIONES DE SALMUERA EN LAS  
CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL CHUCRUT** \_\_\_\_\_ **51-61**

*LUIS FERNANDO ARBOLEDA ÁLVAREZ  
MORENO ANDRADE GEORGINA IPATIA  
MATEO SEBASTIAN MÁRQUEZ NARANJO  
STEFANY CATALINA MAYGUALEMA OJEDA*

**INTEGRACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES Y SOSTENIBLES EN EXPLOTACIONES  
GANADERAS DE LA RAZA CHAROLAIS** \_\_\_\_\_ **62-69**

*DIEGO IVAN CAJAMARCA CARRAZCO  
MARÍA MAGDALENA PAREDES GODOY  
MARÍA FERNANDA ROMERO VILLACRÉS  
ORLANDO EFRAÍN BRAVO CALLE  
LUIS ESTIVEN TIPAN TIPAN*

**SECADO POR CONVECCIÓN CON AIRE CALIENTE DE MANZANILLA (MATRICARIA  
CHAMOMILLA L) - ANÁLISIS DESDE LA PERSPECTIVA DE PROGRAMACIÓN EN  
PYTHON** \_\_\_\_\_ **70-80**

*MARÍA FERNANDA ROJAS VALLEJO  
MARÍA ISABEL UVIDIA FASSLER  
ANDREA FERNANDA HIDROBO NINA  
PABLO MÉNDEZ NARANJO*

**EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE PLANTACIONES DE TECTONA GRANDIS L. F. EN  
LOS CANTONES QUEVEDO, MOCACHE Y VALENCIA, PROVINCIA LOS RÍOS** \_\_\_\_\_ **81-96**

CÉSAR ALBERTO CABRERA VERDESOTO  
VLADIMIR EDUARDO SARMIENTO HOLGUIN  
GUILLERMO LAW BLANCO  
DARWIN MARCOS SALVATIERRA PILOZO  
JUAN MANUEL GUERREO CALERO  
VALERIA LISSETTE CALI LIGUA

**EMPRENDIMIENTO E INNOVACION EN ECUADOR, ANALISIS EMPRESARIAL PARA LA CONSOLIDACION DE PYMES Y SU IMPACTO SOCIOECONOMICO** \_\_\_\_\_ **97-108**

MARÍA BELÉN BRAVO AVALOS  
GABRIELA CECILIA QUIROLA QUIZHPI  
MARÍA FERNANDA MIRANDA SALAZAR  
ANA JULIA VINUEZA SALINAS

**DIAGNÓSTICO Y OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ACOPIO DE LECHE CRUDA DEL CENTRO DE ACOPIO CHUQUIPOGYO** \_\_\_\_\_ **109-122**

NILO ISRAEL CABEZAS OVIEDO  
FREDY PATRICIO ERAZO RODRIGUEZ

**IMPACTO DE LA TECNOLOGÍA EN EL MERCADO LABORAL: AVANCES, DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES** \_\_\_\_\_ **123-140**

STINLY ELIZABETH OVIEDO CARPIO  
PAOLA MARISOL PILLACELA CARPIO  
JANNETH ALEXANDRA CAISAGUANO VILLA  
MARCELA PATRICIA GONZÁLEZ ROBALINO

**LA PANDEMIA REDEFINE EL MERCADO DE LOS SEGUROS DE SALUD Y ACCIDENTES PERSONALES EN ECUADOR: UN ANÁLISIS DE 2018-2022** \_\_\_\_\_ **141-162**

JOSUE ALAIN D'ESPAUX GARRIDO  
IRMA YOLANDA GARRIDO BAYAS  
RAQUEL VIRGINIA COLCHA ORTIZ  
BYRON NAPOLEÓN CADENA OLEAS

**INCIDENCIA DE LOS COSTOS DE SINIESTROS EN LA RENTABILIDAD DE LAS COMPAÑÍAS ASEGURADORAS EN ECUADOR** \_\_\_\_\_ **163-180**

JOSUE ALAIN D'ESPAUX GARRIDO  
IRMA YOLANDA GARRIDO BAYAS  
RAQUEL VIRGINIA COLCHA ORTIZ  
NILO ISRAEL CABEZAS OVIEDO

**ANÁLISIS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD EN EL PROCESO DE FAENAMIENTO DE PORCINOS - CASO PRÁCTICO** \_\_\_\_\_ **181-197**

JORGE PATRICIO FREIRE ROBALINO  
ALEXANDRA MARCELA DUQUE GÓMEZ

*GEORGINA ESTHER CARMILEMA YUNGAN  
IVONNE MERCEDES ALCOCER VILLACIS*

**GENERACIÓN DE BIOENERGÍA A PARTIR DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS: EN  
BASE A UNA REVISIÓN ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA** \_\_\_\_\_ **198-206**

*DIEGO IVAN CAJAMARCA CARRAZCO  
MARÍA MAGDALENA PAREDES GODOY  
EDWIN ROGELIO GUANGA CASCO  
JORGE WASHINGTON CARRASCO BARRIONUEVO  
BRYAN ROGELIO VACA BARAHONA*

**USO DEL GOOGLE SITE COLABORATIVO PARA LA MEJORA DEL RENDIMIENTO  
ACADÉMICO EN LA UNIDAD EDUCATIVA PAUL PONCE RIVADENEIRA** \_\_\_\_\_ **207-226**

*MARTHA NARCISA ROBLES PULECIO  
INGRID MARIANELA CARPIO QUIROZ  
JUAN EDUARDO ANZULES BALLESTEROS  
WELLINGTON ISAAC MALIZA CRUZ*

**LA PLATAFORMA QUIZIZZ, PARA FOMENTAR EL APRENDIZAJE DE PROGRAMACIÓN  
ORIENTADA A OBJETOS EN LA GAMIFICACIÓN** \_\_\_\_\_ **227-235**

*ERIKA ELIZABETH LLERENA CHOEZ  
BELKYS QUINTANA SUÁREZ  
FRANCISCO JAVIER MONTESDEOCA COELLO  
EDGAR FREDDY MORALES CAGUANA*

**ECONOMÍA CIRCULAR Y SOSTENIBILIDAD EMPRESARIAL: UN ENFOQUE  
INTEGRADO EN LA ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS** \_\_\_\_\_ **236-253**

*MARÍA BELÉN BRAVO AVALOS  
GRACE NATALIE TAMAYO GALARZA  
ANA JULIA VINUEZA SALINAS  
XIMENA PATRICIA GRANIZO ESPINOZA*

# NIVELES DE GAS METANO EN LA PARROQUIA ELOY ALFARO - CHONE

## METHANE GAS LEVELS IN THE ELOY ALFARO-CHONE PARISH

Angie Belén Vélez Sánchez<sup>1</sup>, Juan Manuel Guerrero Calero<sup>2</sup>

{velez-angie5375@unesum.edu.ec<sup>1</sup>, juan.guerrero@unesum.edu.ec<sup>2</sup>}

Fecha de recepción: 5 de febrero de 2024

/ Fecha de aceptación: 18 de marzo de 2024

/ Fecha de publicación: 14 de julio de 2024

**RESUMEN:** La investigación se llevó a cabo en la zona rural de la Parroquia Eloy Alfaro, en el Cantón Chone, durante el mes de marzo de 2023. El propósito fue evaluar los niveles de gas metano (CH<sub>4</sub>) generados por el estiércol del ganado vacuno, así como crear un mapa que muestre la concentración de metano y otro que refleje los cambios en la cobertura vegetal desde 2018 hasta 2023. La metodología incluyó el uso de un dispositivo portátil Crowcon Tetra 3 para monitorear el CH<sub>4</sub>, un GPS para registrar las coordenadas y el software estadístico Minitab para analizar los datos. Se realizó un monitoreo en cinco fincas diferentes dos veces al día durante cuatro días a la semana (a las 6:00 a. m. y a las 17:00 p. m.) durante un mes. En cada punto de monitoreo se registraron los niveles de concentración de metano, que luego fueron comparados entre las mediciones matutinas y vespertinas. Los resultados indicaron que los niveles de CH<sub>4</sub> por la mañana eran más altos que por la tarde, debido a varios factores ambientales como la temperatura, dirección y velocidad del viento, entre otros. Además, se observó que, en las horas vespertinas, debido al viento, los gases no eran tan intensos, lo que resultaba en una disminución en la concentración de metano. Se realizó un cálculo utilizando datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) para determinar la emisión anual de metano, lo que reveló que un mes de monitoreo representaba el 1,6% de la emisión total de metano. El mapa de concentración de metano mostró variaciones entre diferentes zonas y horarios de monitoreo, mientras que los mapas de cobertura vegetal evidenciaron cambios desde 2018 hasta 2023, destacando áreas de reforestación en varias partes de la parroquia.

**Palabras clave:** *Aprovechamiento del estiércol, cambio climático, concentración del gas, gas metano, ganado vacuno*

**ABSTRACT:** The research was carried out in the rural area of the Eloy Alfaro Parish, in the Chone Canton, during the month of March 2023. The purpose was to evaluate the levels of methane gas (CH<sub>4</sub>) generated by cattle manure, as well as how to create a map that shows the concentration of methane and another that reflects changes in vegetation cover from 2018 to 2023. The methodology included the use of a Crowcon Tetra 3 portable device to monitor CH<sub>4</sub>,

<sup>1</sup>Instituto de posgrado, Programa de Maestría en Gestión Ambiental, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Manabí, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0005-4057-9744>

<sup>2</sup>Instituto de posgrado, Programa de Maestría en Gestión Ambiental/ Carrera de Ingeniería Ambiental, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Manabí, Ecuador, <https://orcid.org/0000-0002-1356-0475>



a GPS to record the coordinates and the Minitab statistical software to analyze the data. Monitoring was carried out on five different farms twice a day for four days a week (at 6:00 a.m. and 17:00 p.m.) for one month. At each monitoring point, methane concentration levels were recorded, which were then compared between the morning and afternoon measurements. The results indicated that CH<sub>4</sub> levels in the morning were higher than in the afternoon, due to several environmental factors such as temperature, wind direction and speed, among others. Furthermore, it was observed that, in the evening hours, due to the wind, the gases were not as intense, resulting in a decrease in the methane concentration. A calculation was carried out using data from the Ministry of Agriculture and Livestock (MAG) to determine the annual methane emission, which revealed that one month of monitoring represented 1.6% of the total methane emission. The methane concentration map showed variations between different monitoring zones and schedules, while the vegetation cover maps showed changes from 2018 to 2023, highlighting areas of reforestation in various parts of the parish.

*Keywords: Use of manure, climate change, gas concentration, methane gas, cattle*

## INTRODUCCIÓN

La crianza de ganado bovino a nivel global ha evolucionado hacia una actividad de índole industrial, así mismo la deforestación y la erosión del suelo derivadas del pastoreo intensivo representan factores clave que contribuyen a la devastación de los bosques, generando la fragmentación de hábitats y la pérdida de biodiversidad en diversas regiones del planeta (1), por otro lado los informes de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) de 2006 y 2013 enfatizan la relación entre la fermentación de la celulosa consumida por los animales y los altos niveles de gas metano (CH<sub>4</sub>) (2).

Según información proporcionada por la FAO, la ganadería representa el 18% de las emisiones totales de GEI, siendo responsable del 37% de las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>), cabe instar que esta actividad incide en el cambio climático, provocando alteraciones en los ecosistemas terrestres y planteando una amenaza para las generaciones actuales y futuras (3). De acuerdo con Espejo (4), la ganadería se posiciona como la principal usuaria de tierras, abarcando más de 3,900 millones de hectáreas, lo que equivale a aproximadamente el 30% de la extensión total de la superficie terrestre. Según las proyecciones de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), basadas en datos de la FAO del año 2011, se anticipa un incremento del 19% en la producción mundial de carne de ganado vacuno para el año 2023, alcanzando un total de 47,7 millones de toneladas (5).

Los países que más influyen en el aumento de la producción de ganado vacuno incluyen América Latina, Asia, América del Norte, El Caribe y África (5), otros países, como México (6,62 Mt), Argentina (5,19 Mt), Canadá (4,44 Mt), Colombia (3,26 Mt), Venezuela (2,48 Mt), Perú (1,19 Mt), Ecuador (0,86 Mt), Cuba (0,53 Mt), Portugal (0,38 Mt) y El Salvador (0,14 Mt), también tienen niveles significativos (6), no obstante, es importante señalar que la actividad pecuaria sustenta a 1300 millones de personas y representa el 40% de la producción agrícola mundial (7). De igual

manera la ganadería desempeña un papel crucial en la agricultura al contribuir a la seguridad alimentaria (8).

En Ecuador, el 84% de los hogares en zonas rurales poseen ganado, con un promedio de 2,8 cabezas por hogar (9), con un sistema ganadero extensivo, abarcando 5 millones de hectáreas, lo cual es gestionado para 4,1 millones de cabezas de ganado a través de aproximadamente 300,000 explotaciones ganaderas (10), esto resulta en la contaminación del suelo y del agua, así como en la pérdida de biodiversidad, entre otros impactos (11).

La actividad ganadera desempeña un papel crucial en Manabí, pues contribuye a la eficiencia de la economía rural campesina y a la seguridad alimentaria (12). El cantón Chone se destaca por ser predominantemente ganadero, lo que motiva la realización de un estudio para medir las emisiones de gas metano (CH<sub>4</sub>) en la parroquia Eloy Alfaro. Según datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (13), en el 2022, se registraron un total de 30,052 cabezas de ganado en dicha parroquia. De acuerdo con Gerber (14), la ganadería, tanto de ganado vacuno como lechero, contribuye con el 14,5% de las emisiones antropogénicas de GEI.

Las actividades ganaderas son responsables de aproximadamente el 18% de las emisiones de gases de efecto invernadero de origen humano (15), aunque el gas metano (CH<sub>4</sub>) tiene una vida corta, es 28 veces más potente que el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) (16), y su duración podría disminuir si las tasas de emisión se reducen (17), por consiguiente, los impactos del metano en el entorno son diversos y, al persistir en concentraciones elevadas y en espacios cerrados, pueden provocar consecuencias graves, como explosiones, quemaduras, asfixia y enfermedades (18).

En Ecuador, la ganadería desempeña un papel económico importante, pero persiste como una actividad altamente insostenible (19), por ejemplo, en el 2012, las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) en Ecuador totalizaron 11,724.12 Gg, con un 82.74% proveniente de la fermentación entérica (20), la provincia de Manabí lidera estas emisiones, representando el 19% del total nacional con casi un millón de cabezas de ganado vacuno (21). Es esencial destacar que una vaca deposita aproximadamente 50 kilos de estiércol diario, totalizando 1,500 kilos al mes y 18,000 kilos al año (22).

Por esta razón, la investigación sobre la ganadería y su impacto en los niveles de gas metano es imperativa debido a los graves efectos de esta actividad en los recursos agua, aire y suelo, a través de los desechos biológicos, en consecuencia, el objetivo principal de esta investigación fue determinar los niveles de gas metano (CH<sub>4</sub>) generados por el estiércol del ganado vacuno en la Parroquia Eloy Alfaro del Cantón Chone-Manabí.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en diversos terrenos dedicados a la ganadería, con el propósito de evaluar los efectos ocasionados por prácticas ganaderas inadecuadas, se constató la presencia de varios problemas ambientales derivado de la cría de ganado vacuno en la zona. Estos predios ganaderos se encuentran geográficamente ubicados en las siguientes coordenadas UTM WGS84.

## NIVELES DE GAS METANO EN LA PARROQUIA ELOY ALFARO- CHONE

*Tabla 1: Coordenadas geográficas del área de investigación*

DESCRIPCIÓN	Coordenadas UTM WGS84	
	X	Y
Rancho San Pedro	605302.00	9937914.00
Rancho Los Cirilos	605367.00	9938888.00
Rancho Santa Marianita	606596.00	9938124.00
Rancho Isabelita	606431.00	9938462.00
Rancho Los Almendros	604703.00	9938027.00

La parroquia Eloy Alfaro posee 30 explotaciones ganaderas, con un total de 30,052 cabezas de ganado, el método de muestreo utilizado por este proyecto implica realizar un análisis entre los individuos de la población total, por ende, el muestreo aleatorio simple garantiza la obtención de muestras representativas en función del número de cabezas de ganado, en consecuencia, la muestra estará compuesta por cinco fincas ganaderas, ya que esto equivale al número representativo de cabezas de ganado, es decir, 500 reses.

En este estudio, se empleó la metodología de campo, la cual implica la extracción directa de información de la realidad, esta metodología se aplicó mediante la realización de entrevistas en la Parroquia Eloy Alfaro, la investigación experimental incorporó la manipulación de variables, adoptando así un enfoque mixto que incluye la recopilación de datos tanto cuantitativos como cualitativos. Se recurrió al método estadístico para comparar y gestionar los datos cuantitativos, generando gráficos representativos que muestran el porcentaje de gas metano en la zona de estudio, asimismo, se utilizó el método cartográfico para representar geográficamente la investigación, incluyendo la ubicación espacial del área de estudio, así como la representación de concentraciones altas y bajas de gas metano (CH<sub>4</sub>) y mapas de cambios en la cobertura vegetal.

El recurso principal utilizado se centra en las fincas ganaderas, y los materiales empleados incluyeron un medidor de gases Crowcon Treta 3, software cartográfico ArcGIS 10.8, software estadístico Minitab 21 y un dispositivo GPS. A la vez se optó por utilizar la observación y la entrevista como técnicas, ya que son métodos objetivos y directos que posibilitaron obtener una comprensión precisa de la realidad asociada al problema objeto de investigación.

Procedimiento: Monitorear los niveles de gas metano (CH<sub>4</sub>) en las zonas con mayor producción ganaderas de la Parroquia Eloy Alfaro. El enfoque metodológico seleccionado para alcanzar este objetivo fue el método de campo, en esta instancia, la identificación se llevó a cabo mediante la observación, eligiendo cinco fincas ganaderas para vigilar los niveles de gas metano (CH<sub>4</sub>), los cuales fueron muestreados aleatoriamente debido a la representatividad del número de cabezas de ganado, se empleó el medidor de gases Crowcon Tetra 3 como herramienta de vigilancia, el cual es un dispositivo confiable diseñado para funcionar en todas las condiciones ambientales.

Este dispositivo permitió la medición de los niveles de gas metano (CH<sub>4</sub>), el proceso de medición consistió en una vigilancia de cuatro días a la semana, realizada en dos horarios distintos (6:00 a.m. y 17:00 p.m.) durante un mes determinado, una vez obtenidos los resultados, se introdujeron en el software estadístico Minitab 21, donde se calcularon y representaron gráficamente las emisiones totales.

Es importante destacar que durante el monitoreo realizado se consideraron todas las cabezas de ganado (tanto lecheras como de carne), por esta razón, el monitoreo se extendió a lo largo de un mes, ya que los datos obtenidos no varían significativamente, o en caso de variar, la diferencia es mínima, esto se debe a que, en marzo, al ser un mes lluvioso, el ganado permanece en los potreros cercanos a los corrales, lo que ocasiona una mayor concentración de estiércol y facilita el monitoreo, cabe recalcar, que el dispositivo mencionado proporciona datos en unidades de partes por millón (ppm), sin embargo, estos valores fueron convertidos a gramos utilizando factores de conversión establecidos.

También se recopilaron datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería sobre el recuento total de cabezas de ganado en la Parroquia Eloy Alfaro durante el año 2022, esta información facilitó la determinación del nivel anual de gas metano (CH<sub>4</sub>) mediante la aplicación de la ecuación proporcionada por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), dicha ecuación establece que se debe multiplicar el factor de emisión por el número de cabezas de ganado/kg, los resultados obtenidos se expresaron en kilogramos (kg) y se convirtieron a gigagramos (Gg) para una mejor comprensión. Adicionalmente, se llevaron a cabo múltiples entrevistas con los residentes de la Parroquia Eloy Alfaro, lo que permitió obtener una comprensión más detallada de la situación.

Procedimiento: Identificar las zonas con mayor concentración de gas metano (CH<sub>4</sub>) y los cambios de cobertura de suelo en la Parroquia Eloy Alfaro. Para alcanzar este objetivo, se llevó a cabo una visita de campo, utilizando la técnica de observación para identificar las áreas con mayor actividad ganadera en la Parroquia Eloy Alfaro, una vez completado este proceso, se procedió a recopilar las coordenadas geográficas de cinco fincas utilizando un dispositivo GPS, con el propósito de generar mapas que mostraran las áreas con mayor concentración de gas metano (CH<sub>4</sub>), utilizando los datos obtenidos del monitoreo.

Adquisición y pre-procesamiento de las imágenes: Para los mapas de cobertura vegetal se utilizaron imágenes satelitales Sentinel 2-10m, las cuales fueron adquiridas en el portal web Coberturas de La Tierra (<https://www.arcgis.com/apps/instant/media/index.html?appid=fc92d38533d440078f17678ebc20e8e>). Estas imágenes satelitales fueron desde el año 2018 hasta el 2023, para ello, se utilizó el software cartográfico ArcGIS 10.8, una vez, obtenidas las imágenes Sentinel, mediante la herramienta arctoolbok, fueron convertidos de ráster a polígono, lo cual, después de este procedimiento se procedió a su clasificación.

Clasificación supervisada: Esta técnica de teledetección es utilizada, debido a que, el investigador tiene la facilidad de determinar forma, colores y patrones para categorizar diferentes tipos de cobertura terrestre, en este caso la vegetación, utilizando algoritmos y datos satelitales, una vez identificadas las áreas representativas, se creó una lista de clases de cobertura vegetal, luego se delimitó las áreas en las imágenes satelitales para cada cobertura y finalmente se procedió a la asignación de colores espectrales.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se seleccionaron y delimitaron diversas áreas de emisión de gas metano (CH<sub>4</sub>) en la Parroquia Eloy Alfaro, del Cantón Chone, estas áreas incluyeron Rancho Isabelita (120 cabezas de ganado), Rancho Los Almendros (150 cabezas de ganado), Rancho Los Cirilos (50 cabezas de ganado), Rancho San Pedro (80 cabezas de ganado), y Rancho Santa Mariana (100 cabezas de ganado), asimismo, se llevó a cabo el seguimiento de los niveles de gas metano (CH<sub>4</sub>) en los cinco puntos de estudio, y los resultados se detallan en la tabla 2, se emplearon pruebas de ANOVA para comparar las medias de las muestras generales y la prueba de Tukey para agrupar las medias en distintos grupos y compararlas entre sí.

**Tabla 2:** Medias comparativas mediante la prueba ANOVA

Áreas	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
R. Isabelita	4	585.0	96.8	(494.2; 675.8)
R. Los Almendros	4	731.3	121.0	(640.4; 822.1)
R. Los Cirilos	4	243.8	40.3	(152.9; 334.6)
R. San Pedro	4	390.0	64.5	(299.2; 480.8)
R. Snta. Marianita	4	487.5	80.7	(396.7; 578.3)

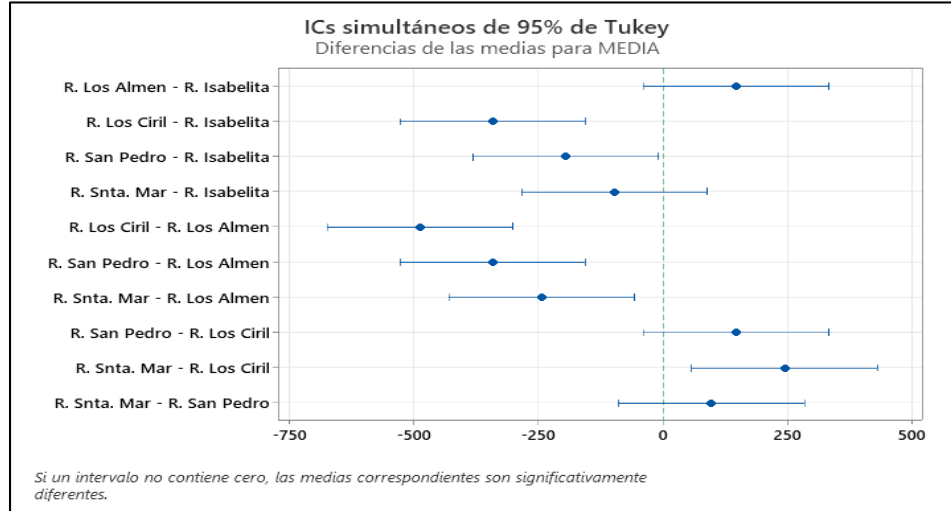
En la Tabla 2 se muestra la aplicación de la prueba estadística ANOVA con un nivel de confiabilidad del 95%, esta prueba compara las medias de las muestras generales de los cinco sitios de muestreo ubicados en la parroquia rural de Eloy Alfaro. Se observa que los ranchos con mayor emisión de gas metano (CH<sub>4</sub>) son Rancho Los Almendros y Rancho Isabelita, lo cual indica que existe una diferencia estadísticamente significativa en la comparación de las medias de los otros sitios de estudio.

**Tabla 3:** Agrupación de información, método Tukey

Áreas	N	Media	Agrupación			
R. Los Almendros	4	731.3	A			
R. Isabelita	4	585.0	A	B		
R. Snta. Marianita	4	487.5		B	C	
R. San Pedro	4	390.0			C	D
R. Los Cirilos	4	243.8				D

En la Tabla 3 se presentan los datos del seguimiento de los niveles de gas metano (CH<sub>4</sub>) llevado a cabo en diversos ranchos de la parroquia rural Eloy Alfaro, en el cantón Chone, durante los horarios de 6:00 a 17:00, como se puede observar, los niveles más elevados de gas metano (CH<sub>4</sub>) se registraron en el Rancho Los Almendros, con 731.3 gramos, seguido por el Rancho Isabelita, con 585.00 gramos, por otro lado, el Rancho Santa Marianita mostró valores de 487.5 gramos, el Rancho San Pedro registró niveles de 390 gramos, y finalmente, el Rancho Los Cirilos presentó valores de 243.8 gramos. Es evidente que todas las variables son estadísticamente diferentes entre sí, ya que comparten un grupo que no es significativamente diferente estadísticamente, además, es importante destacar que los valores más altos del monitoreo se obtuvieron durante el horario de 6:00 am en cada una de las áreas monitoreadas, la información previamente mencionada se respalda con los datos presentados en el grafico 1, donde se evidencia que las variables que no incluyen un intervalo que abarca el cero son notablemente distintas.

## NIVELES DE GAS METANO EN LA PARROQUIA ELOY ALFARO- CHONE



**Gráfico 1:** Diferencia entre las cinco áreas de monitoreo de gas metano

Basándonos en los datos proporcionados por el Ministerio de Agricultura y Ganadería para el año 2022, se registra un total de 30,052 cabezas de ganado en la parroquia Eloy Alfaro, al aplicar la ecuación proporcionada por el IPCC para calcular los niveles anuales de gas metano (CH<sub>4</sub>), se obtuvo el siguiente resultado:

**Ecuación de Fermentación Entérica para Ganado**

$$\text{Emisiones} = (\text{FE} * \text{norteT})$$

FE: factor de emisión  
norteT: número de cabezas de ganado

**Gráfico 2:** Ecuación del IPCC

Fuente: (23)

**Tabla 4:** Emisiones totales

Cálculo de las emisiones totales de CH <sub>4</sub> de la Parroquia Eloy Alfaro							
FE*N	Terneras	Vaonas	Vacas	Terneros	Toretos	Toros	Total
FE=56	213920kg	321440kg		229040kg	228312kg	54264kg	1864608 kg
FE=72			817632kg				

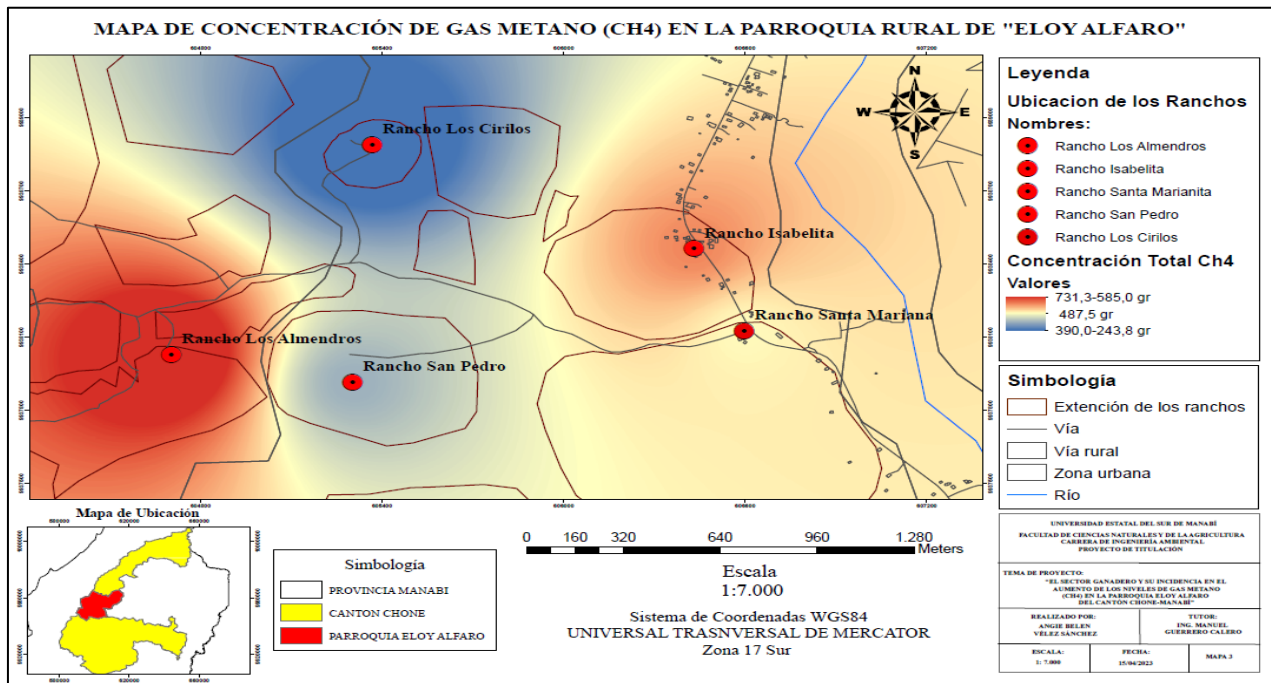
$$\text{Emisiones totales} = \frac{1864608 \text{ kg}}{1000} = \mathbf{1.864,608 \text{ Gg (Anual)}}$$

La Tabla 4 presenta los datos generales de la Parroquia Eloy Alfaro en relación al factor de emisión (FE), donde se utiliza un factor de emisión de 72 para el sector lácteo y un FE de 56 para el sector cárnico, entre otros, esto resulta en un total de 1.864,608 Gg para el año 2023, por lo tanto, diversos factores que afectan los resultados obtenidos incluyen la diversidad arbórea, el número de cabezas de ganado destinadas a la producción de leche y los factores ambientales, entre otros. Según la entrevista realizada a los propietarios de los ranchos, indicaron que han estado dedicados a la ganadería durante más de 50 años, con la producción de carne y leche como las

## NIVELES DE GAS METANO EN LA PARROQUIA ELOY ALFARO- CHONE

actividades más rentables, la cantidad de ganado varía en cada rancho, oscilando entre 50 y 300 cabezas, aunque actualmente esta cifra ha disminuido debido a las actividades de producción y consumo. Los propietarios y trabajadores dedican entre 8 y 10 horas diarias a la ganadería, debido al número de ganado y las diversas actividades involucradas, como el ordeño y el pesaje, que se realizan manualmente, en cuanto al impacto ambiental de la ganadería, mencionaron su falta de conocimiento al respecto, pero expresaron interés en recibir capacitación para aplicar prácticas ambientales adecuadas.

Aunque no están al tanto del impacto específico del metano (CH<sub>4</sub>) generado por la ganadería en el medio ambiente y la salud, reconocen que la ganadería afecta los suelos, contamina el agua y el aire, y contribuye a la deforestación debido al pastoreo excesivo. En relación con el estiércol, mencionaron que lo utilizan como fertilizante en cultivos de maíz, cacao, maracuyá, entre otros, pero, aunque algunos están familiarizados con las técnicas para obtener biol y biogás, no las han implementado debido a la falta de conocimientos sobre estas aplicaciones, sobre las técnicas de aprovechamiento del estiércol en los ranchos, los propietarios estuvieron de acuerdo, siempre y cuando reciban asesoramiento adecuado, ya que señalaron que el Ministerio de Agricultura y Ganadería rara vez proporciona capacitación sobre estos temas, que consideran deberían ser de conocimiento público.

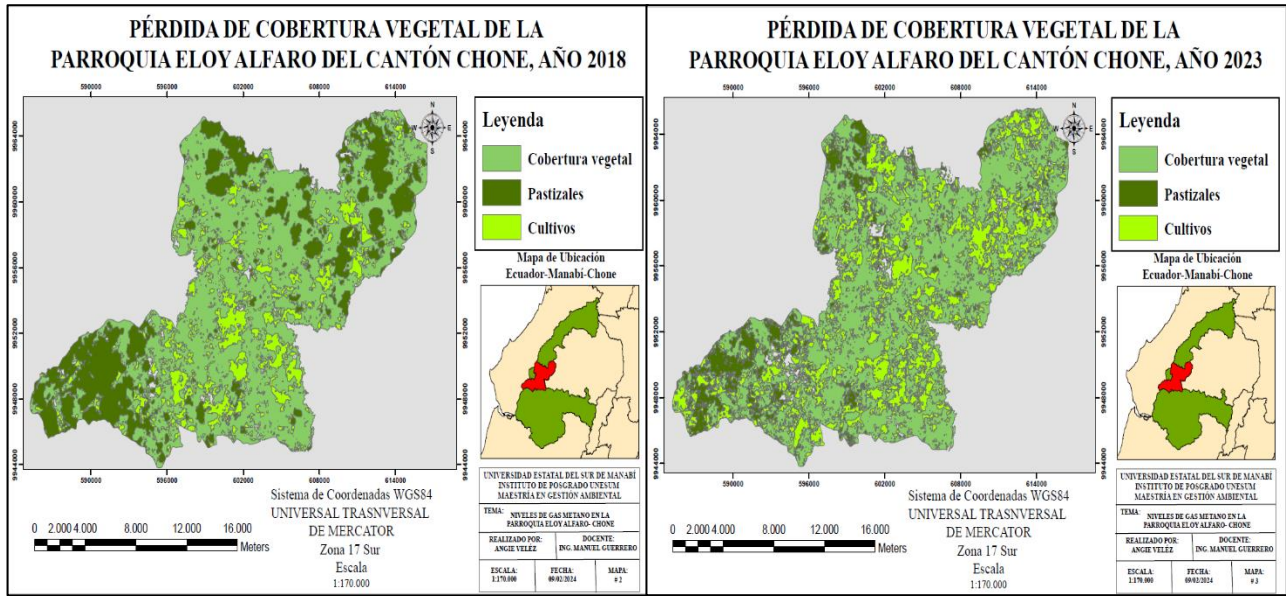


**Gráfico 3:** Mapa de concentración de los niveles de gas metano

En el gráfico 3 se evidencian los niveles de concentración de gas metano (CH<sub>4</sub>), resaltando que la mayor concentración se registra en el Rancho Los Almendros (731.1 gr), seguido por el Rancho Isabelita (585.0 gr), el Rancho Santa Marianita (487.5 gr), el Rancho San Pedro (390.0 gr) y finalmente el Rancho Los Cirilos (243.8 gr). Estas diferencias en los niveles se atribuyen a las disparidades en la cantidad de ganado presente en cada finca ganadera, además, es importante

## NIVELES DE GAS METANO EN LA PARROQUIA ELOY ALFARO- CHONE

notar que varios de estos predios emplean sistemas silvopastoriles, lo que resulta relevante pues contribuye a mitigar problemas como la erosión y la degradación del suelo, además de reducir las emisiones de gas metano, ayudando así a abordar el cambio climático. Al comparar los niveles registrados por la mañana con los obtenidos por la tarde, se observa que los niveles matutinos son más altos, esto se explica por la influencia de factores ambientales como la temperatura, la presión atmosférica, la dirección y la velocidad del viento, además, por la mañana, el ganado está confinado, mientras que por la tarde regresa a los pastizales.



**Gráfico 4:** Mapa de cambio de cobertura vegetal, Parroquia Eloy Alfaro 2018-2023

A continuación, en la Tabla 6 y 7, se muestra el número y porcentaje de hectáreas de cobertura vegetal y uso de suelo.

**Tabla 5:** Número de hectáreas de cobertura vegetal y uso de suelo

Cobertura y uso de la tierra		
Clase	Número de hectáreas-Año 2018	Número de hectáreas-Año 2023
Cobertura vegetal	192399071.57	190084414.67
Pastizales	78977249.08	34482481.41
Cultivos	50379942.72	95963789.11
<b>Total</b>	<b>321756263.36</b>	<b>320530685.19</b>

**Tabla 6:** Porcentaje de hectáreas de cobertura vegetal y uso del suelo

Cobertura y uso de la tierra		
Clase	% de hectáreas-Año 2018	% de hectáreas-Año 2023
Cobertura vegetal	59.80 %	59.30 %
Pastizales	24.55 %	10.76 %
Cultivos	15.66 %	29.94 %
<b>Total</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>

En la tabla 7 se detalla el porcentaje en pérdida y aumento de la cobertura vegetal, en el período 2018-2023.



## NIVELES DE GAS METANO EN LA PARROQUIA ELOY ALFARO- CHONE

*Tabla 7: Porcentaje en pérdida y aumento de la cobertura vegetal, 2018-2023*

Porcentaje en pérdida y aumento de la cobertura vegetal, 2018-2023		
Clase	Pérdida	Aumento
Cobertura vegetal	0.49 %	
Pastizales	13.79 %	
Cultivos		14.28 %

Según información proporcionada por la Comisión Nacional de Erradicación de la Fiebre Aftosa (CONEFA), la parroquia Eloy Alfaro abarca aproximadamente 32.768 hectáreas, las cuales el 50% son utilizadas para la actividad ganadera, 17% agrícola, el 13% agropecuario mixto, 0.37% actividades antrópicas, entre otros, además, se observa un aumento en la producción ganadera cada década, lo que indica un incremento en el uso y la transformación del suelo (24).

Además, la falta de un adecuado sistema de eliminación de residuos, derivada de la ausencia de vehículos recolectores, conduce a un aumento en la quema de desechos, por otro lado, los incendios forestales, causados tanto por actividades humanas como por condiciones climáticas extremas como sequías, podrían haber ocasionado la destrucción de extensas áreas de vegetación en la Parroquia Eloy Alfaro durante ese periodo, también es importante señalar que el crecimiento de zonas urbanas y la expansión de infraestructuras humanas, como carreteras, viviendas y otras edificaciones, posiblemente han contribuido a la pérdida de hábitats naturales y a la consiguiente reducción de la cobertura vegetal.

En el análisis comparativo de los mapas del año 2023 respecto al 2018, se evidencia una pérdida del área de pastizales, atribuible principalmente a la actividad ganadera, sin embargo, se observa la existencia de áreas que han experimentado procesos de reforestación, así como una regeneración natural de la vegetación, la cual podría haber desempeñado un papel significativo, es posible que especies vegetales autóctonas hayan proliferado y se hayan regenerado de manera natural en las zonas afectadas.

En la Tabla 7, se observa los porcentajes de pérdida y aumento de la cobertura vegetal, en el cual se identifica que, en los cultivos, aumento las áreas del año 2018 al 2023 a un 14.28%, es importante señalar que es factible que se hayan implementado cambios en las prácticas agrícolas y de uso del suelo que favorecieron la conservación y restauración de la vegetación, esto podría incluir la adopción de métodos agrícolas más sostenibles o la limitación de la expansión urbana sobre áreas naturales.

Discusión: Según los datos obtenidos en relación al primer objetivo, se evidencia que los niveles de gas metano (CH<sub>4</sub>) oscilan entre 975 gramos y 2925 gramos, sin embargo, se observa que dos de los cinco predios investigados, es decir, los ranchos Los Almendros e Isabelita, registran valores altos tanto a las 06:00 am como a las 17:00 pm, por otro lado, el rancho Santa Marianita alcanzó valores de hasta 1950 gramos a las 06:00 am.

De acuerdo con Del Prado y Manzano (2), estos niveles elevados de gas metano (CH<sub>4</sub>) se atribuyen a los impactos ambientales acelerados provocados por la ganadería, que es el principal emisor de gases de efecto invernadero (GEI) a nivel mundial, estos datos demuestran que la ganadería

contribuye significativamente a las emisiones de varios gases, incluido el metano, que tiene un potencial de calentamiento atmosférico hasta 23 veces mayor que el dióxido de carbono, lo que contribuye al calentamiento global.

Además, los datos obtenidos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (13), indican que se emiten un total de 1.864,608 gigagramos anuales de gas metano, destacando que el ganado destinado a la producción lechera emite el doble de gas metano (CH<sub>4</sub>) debido a la mayor cantidad de reses destinadas a esta actividad, por ende, es relevante señalar que, según el monitoreo realizado en los cinco predios ganaderos, el 0.031% del metano emitido corresponde a 500 reses. Con respecto al segundo objetivo, sobre las zonas de mayor concentración de gas metano, en la figura 5 se observa que los valores más altos se registran durante la mañana.

Varios factores influyen en la concentración de gas metano (CH<sub>4</sub>), como la dieta del ganado, el procesamiento de alimentos y otros factores mencionados por Johnson & Johnson (25), lo que puede conducir a altas concentraciones de este gas. En relación con las entrevistas realizadas a los propietarios de los predios ganaderos, señalaron que la ganadería conlleva deforestación, erosión y degradación del suelo.

Así como la contaminación de las fuentes de agua, sin embargo, debido al crecimiento de la producción, los propietarios necesitan expandir la extensión de sus tierras para la ganadería, lo que afecta a la biodiversidad, como indican Milesi & Gutiérrez (8), ya que, los niveles de deforestación continúan aumentando con el paso del tiempo. Con respecto a los mapas de cobertura vegetal (gráfico 4), se observa un cambio en la estructura del paisaje, principalmente debido a actividades antrópicas generadas por la ganadería que utiliza el 50% de las tierras, según lo señalado por la CONEFA (24), no obstante, se observa que hay restauración en varias áreas que han sido intervenidas por actividades antrópicas.

## CONCLUSIONES

Después de llevar a cabo esta investigación, se pudo determinar que, entre las cinco zonas estudiadas, los ranchos Los Almendros y Santa Isabelita fueron los lugares donde se registraron los niveles más altos de gas metano (CH<sub>4</sub>), es importante destacar que estos niveles pueden variar debido a diversos factores como las condiciones ambientales, la alimentación del ganado y la implementación de sistemas silvopastoriles, entre otros, asimismo, se observó que los niveles de metano fueron más altos durante la mañana, lo cual sugiere que en ese momento el ganado se concentra más en los corrales, lo que aumenta la concentración de metano, según la relación de los niveles de metano anual, se estima que el 0.031% equivale a la emisión de metano de 500 reses.

Se generó un mapa que representa los niveles de concentración de gas metano (CH<sub>4</sub>), el cual exhibe variaciones en las zonas de monitoreo y en los horarios de muestreo (mañana y tarde), este mapa refleja un comportamiento dinámico del gas mediante colores que van desde el rojo (mayor concentración) hasta el azul (menor concentración), se observa un aumento en los niveles de gas por la mañana, mientras que disminuyen por la tarde.

Por otro lado, al analizar los mapas de cobertura vegetal, se constató que ha habido una pérdida de cobertura desde el año 2018 hasta el 2023, esta disminución se atribuye principalmente a la actividad ganadera, especialmente al pastoreo intensivo, cabe recalcar que, en los cultivos, las áreas reforestadas aumentaron un 14,28%, esto debido a que es muy probable que los agricultores hayan adoptado métodos agrícolas más sostenibles

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. WRM 85 Boletín. La agricultura y la ganadería de la deforestación | Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales [Internet]. 2004 [cited 2023 Feb 9]. Available from: <https://www.wrm.org.uy/es/articulos-del-boletin/la-agricultura-y-la-ganaderia-de-la-deforestacion>
2. Del Prado A, Manzano P. La ganadería y su contribución al cambio climático. Helda [Internet]. 2020;1–36. Available from: <http://hdl.handle.net/10138/328757>
3. Rivera-Ferre MG. Impactos de la ganadería industrial IAASTD View project Impacts, vulnerability and Adaptation of Mediterranean Apiculture to climate change View project. 2007 [cited 2022 Dec 20]; Available from: [www.fao.org/newsroom/es/](http://www.fao.org/newsroom/es/)
4. Espejo RP. El lado oscuro de la ganadería. El lado oscuro la Ganad [Internet]. 2008 [cited 2023 Feb 10];39(154):217–27. Available from: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301-70362008000300011&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-70362008000300011&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
5. Casamiquela C, Delgado RG, Dillon J, Otaño C, Naso G, Boari R, et al. Mercado de Ganados y Carnes Proyecciones 2023 OCDE-FAO. 2014;
6. Datosmacro. Emisiones de metano (CH4) 2018 | [Internet]. 2018 [cited 2023 Mar 5]. Available from: <https://datosmacro.expansion.com/energia-y-medio-ambiente/emisiones-ch4?anio=2018>
7. ONU. La ganadería produce más gases contaminantes que el transporte | Noticias ONU [Internet]. 2006 [cited 2022 Dec 4]. Available from: <https://news.un.org/es/story/2006/11/1092601>
8. Milesi O, Gutiérrez E. GANADERÍA, OPORTUNIDAD Y AMENAZA PARA UNA AMÉRICA LATINA SOSTENIBLE Volver a: Orígenes, evolución, estadísticas y análisis de la ganadería LA GANADERÍA LATINOAMERICANA ES UN SECTOR ESTRATÉGICO PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA DE LA REGIÓN Y DEL MUNDO. 2016 [cited 2023 Mar 5]; Available from: [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)
9. FAO. Producción pecuaria en América Latina y el Caribe | Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [Internet]. 2022 [cited 2023 Mar 5]. Available from: <https://www.fao.org/americas/prioridades/produccion-pecuaria/es/>
10. FAO. Una colaboración estratégica entre la empresa privada y la FAO Ganadería climáticamente inteligente en Ecuador. 2021;(Ganadería climáticamente inteligente en Ecuador).
11. Franco WR, Catucuago CL, Alvarez WG, Bazantes K del R. Uso pecuario intensivo, propiedades químicas del suelo y sostenibilidad en los Andes al norte del Ecuador. Scielo

- [Internet]. 2021 [cited 2022 Dec 21];39. Available from: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1850-20672021000100079&lang=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672021000100079&lang=es)
12. Taípe M, Duicela L, Solorzano J, Molina C, López Z, Aranguren J, et al. Vista de Realidades de la ganadería bovina en la provincia de Manabí | Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar [Internet]. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinaria. 2022 [cited 2022 Dec 21]. p. 1–20. Available from: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/2588/3830>
  13. MAG. Ministerio de Agricultura y Ganadería [Internet]. 2022 [cited 2023 Apr 27]. Available from: <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/sipa-estadisticas/estadisticas-productivas>
  14. Gerber. P, Steinfeld. H, Henderson. B, Mottet. A, Opio. C, Dijkman. J, et al. Enfrentando el cambio climático a través de la ganadería – Una evaluación global de las emisiones y oportunidades de mitigación. 2019 [cited 2022 Dec 19]; Available from: [www.fao.org/publications](http://www.fao.org/publications)
  15. Zambrano CAC, Solórzano LJZ, Vargas DMP, Gómez SGC. Impactos Ambientales Generados Por La Ganadería En La Provincia De Santo Domingo De Tsáchilas. UNESUM-Ciencias Rev Científica Multidiscip ISSN 2602-8166. 2021;5(2):69–78.
  16. Barrero A. Panorama - Acuerdo mundial para reducir las emisiones de metano - Energías Renovables, el periodismo de las energías limpias. 2021 [cited 2022 Dec 19]; Available from: <https://www.energias-renovables.com/panorama/el-gas-natural-tiene-una-potencia-de-20211103>
  17. Harris L. La verdad detrás de la ganadería y el cambio climático [Internet]. 2021 [cited 2023 Feb 10]. Available from: <https://www.alltech.com/es-mx/blog/la-verdad-detras-de-la-ganaderia-y-el-cambio-climatico>
  18. Flickr. Fuentes, usos y efectos del gas metano en el medio ambiente | My Star Idea [Internet]. 2021 [cited 2023 Feb 11]. Available from: [https://mystaridea.com/es/qué-es-el-gas-metano/#Efectos\\_del\\_gas\\_metano\\_en\\_nuestro\\_entorno](https://mystaridea.com/es/qué-es-el-gas-metano/#Efectos_del_gas_metano_en_nuestro_entorno)
  19. MAE. MAE ejecuta proyecto sobre manejo de ganadería sostenible – Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [Internet]. 2023 [cited 2023 Mar 7]. Available from: <https://www.ambiente.gob.ec/mae-ejecuta-proyecto-sobre-manejo-de-ganaderia-sostenible/>
  20. García W. Ministerio del Ambiente de Ecuador. 2019;(Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del Ecuador):12.
  21. SPAC. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC 2012 Contenido. 2012;
  22. Morales IM. La acumulación de estiércol en los pastizales ganaderos [Internet]. 2021 [cited 2023 Feb 19]. Available from: <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/408-la-acumulacion-de-estiercol-en-los-pastizales-ganaderos>
  23. IPCC. Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. 2006.
  24. PDOT CHONE. PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTÓN CHONE. GADS CHONE. 2014.
  25. Johnson KA, Johnson DE. Methane emissions from cattle. J Anim Sci [Internet]. 1995 Aug 1

[cited 2023 Jan 15];73(8):2483–92. Available from:  
<https://academic.oup.com/jas/article/73/8/2483/4632901>

# INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y ÉTICA EDUCATIVA: ABORDANDO LA DESHONESTIDAD ACADÉMICA EN EL ENTORNO DIGITAL

## BEHIND THE DIGITAL CURTAIN: ETHICAL CHALLENGES OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATION AND THE BATTLE AGAINST ACADEMIC DISHONESTY

Juliana Vanessa Lavayen Herrera<sup>1</sup>, Glodecinda Isabel Ocaña Sánchez<sup>2</sup>, Nancy Del Rocío Zuñiga León<sup>3</sup>, Ana María Reyes Murillo<sup>4</sup>

{juliana\_lavayen@hotmail.com<sup>1</sup>, glode\_isa71@hotmail.com<sup>2</sup>, nanro1485zu-iga@hotmail.com<sup>3</sup>, 1970anitareyes@gmail.com<sup>4</sup>}

Fecha de recepción: 17 de mayo de 2024

/ Fecha de aceptación: 24 de mayo de 2024

/ Fecha de publicación: 14 de julio de 2024

**RESUMEN:** La sociedad del conocimiento demanda transformaciones urgentes en los sistemas educativos a nivel global, las cuales deben alinearse con las nuevas tecnologías y los servicios intangibles. En la actualidad, nos encontramos inmersos en la Era de la Inteligencia Artificial (IA), la cual desempeña un papel crucial en diversas áreas como el transporte, la atención médica, los servicios financieros, las plataformas de entretenimiento, la robótica y la fabricación. El propósito de esta investigación, de naturaleza proyectiva y con un diseño bibliográfico, es presentar una metodología para la implementación de la IA en el ámbito educativo. Los fundamentos teóricos de esta investigación se basan en las contribuciones de Tascón y Collaut, Yan-Tak, así como en la orientación proporcionada por organismos destacados como ISO/IEC y UNESCO. Los resultados de la propuesta se dividen en categorías que abordan procesos de supervisión, admisión y retención universitaria, detección temprana de problemas de conducta, y estrategias metodológicas para el aprendizaje de personas con discapacidad. La conclusión principal extraída es que la IA posee un valor inestimable en el mercado, no solo en términos monetarios, sino especialmente en su capacidad para optimizar procesos no comerciales, como es el caso del sector educativo. La IA se presenta y continuará siendo un elemento clave en la transformación de los paradigmas tradicionales en la educación.

**Palabras clave:** *Inteligencia artificial, aprendizaje automático, aprendizaje profundo*

**ABSTRACT:** The knowledge society demands urgent transformations in global educational systems, which must align with new technologies and intangible services. Currently, we find ourselves immersed in the era of Artificial Intelligence (AI), which plays a crucial role in various areas such as transportation, healthcare, financial services, entertainment platforms, robotics, and manufacturing. The purpose of this research, of a projective nature with a bibliographic

<sup>1</sup>Investigadora independiente; <https://orcid.org/0009-0009-9050-6219>

<sup>2</sup>Investigadora independiente; <https://orcid.org/0009-0003-9639-1295>

<sup>3</sup>Investigadora independiente; <https://orcid.org/0009-0003-9189-8273>

<sup>4</sup>Investigadora independiente; <https://orcid.org/0009-0002-8396-5969>

design, is to present a methodology for the implementation of AI in the educational domain. The theoretical foundations of this research are based on the contributions of Tascón and Collaut, Yan-Tak, as well as the guidance provided by prominent organizations such as ISO/IEC and UNESCO. The results of the proposal are categorized into processes of supervision, university admission and retention, early detection of behavioral problems, and methodological strategies for the learning of individuals with disabilities. The main conclusion drawn is that AI holds invaluable value in the market, not only in monetary terms but especially in its ability to optimize non-commercial processes, such as those within the educational sector. AI is and will continue to be a key element in transforming traditional paradigms in education.

*Keywords: Artificial Intelligence, machine learning, deep learning*

## INTRODUCCIÓN

Ada Lovelace una matemática visionaria y pionera de la informática, trazó el camino hacia la era digital y con ello mencionó la profecía de la Inteligencia Artificial, en el año de 1842. Ada Lovelace escribió el primer algoritmo para ser procesado por una máquina, anticipando las posibilidades que esta tecnología, lograría avanzar más allá de los números. Predijo que la máquina "podría actuar sobre otras cosas", incluso componer piezas musicales complejas (1).

Muchos años después, la visión de Ada se desarrolló en todo el mundo, ahora denominada Inteligencia Artificial (IA). Esta tecnología revolucionaria ha transformado nuestras vidas, desde la automatización de tareas en la industria, en las aplicaciones usadas en la vida diaria, en la educación de niños, jóvenes, adultos, hasta la creación de sistemas que aprenden y se adaptan por sí mismos.

Sin embargo, el origen del término "inteligencia artificial" se remonta a una conferencia histórica en Dartmouth en 1956. Organizada por John McCarthy, Marvin Minsky, Claude Shannon y Nathaniel Rochester, este evento marcó un hito en la historia de la IA, sentando las bases para el desarrollo de este campo de estudio (1).

La inteligencia artificial fue un sueño ancestral, ahora hecho realidad, un anhelo de la automatización desde la antigüedad, la humanidad ha soñado con máquinas capaces de resolver problemas de forma autónoma, imitando el comportamiento humano. Sin embargo, no fue hasta mediados del siglo XX, con el avance de la computación, que este deseo comenzó a tomar forma (2).

El desarrollo de las ciencias de la computación permitió plantear la posibilidad de que las computadoras brindaran soluciones "inteligentes" a diversos problemas. Y en este siglo, gracias a los avances informáticos, estas soluciones se han materializado en aplicaciones del mundo real (2).

La pregunta planteada por expertos ¿Si una máquina puede pensar? ha fascinado a filósofos y científicos durante siglos. En la década de 1950, Alan Turing planteó un test simple para evaluar

la capacidad de una máquina para lograr imitar el comportamiento humano inteligente, este test, fue conocido como el "Test de Turing", se basó en la idea de que, si una máquina podía mantener una conversación indistinguible de la de un humano, entonces se podía considerar que la máquina "Pensaba".

El Test de Turing fue un punto de partida crucial en el desarrollo de la Inteligencia Artificial (IA). En 1956, John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester y Claude Shannon se reunieron en Dartmouth College para discutir la posibilidad de crear "cerebros artificiales". Este evento se considera el nacimiento oficial del campo de la Inteligencia Artificial (3).

La inteligencia artificial (IA) se define como la capacidad de las máquinas para realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana. En términos más detallados, implica el uso de algoritmos, aprendizaje a partir de datos y la toma de decisiones basada en dicho aprendizaje, imitando el proceso humano. A diferencia de las personas, los dispositivos de IA no necesitan descansar, ejecutando acciones durante horas sin detenerse, pueden analizar grandes cantidades de información simultáneamente y tienden a cometer menos errores en comparación con tareas humanas equivalentes.

La capacidad de aprendizaje y toma de decisiones de los sistemas de IA ha permitido que realicen muchas tareas anteriormente reservadas a los humanos. Aunque la IA ya se utiliza para mejorar la eficiencia en diversos aspectos de la vida, su rápido crecimiento también exige una atención cuidadosa para anticipar y analizar posibles desventajas directas o indirectas asociadas con su proliferación (4).

La Inteligencia Artificial busca comprender y replicar las formas de pensar y actuar del ser humano. Su objetivo es crear sistemas capaces de tomar decisiones, aprender de la experiencia y adaptarse a diferentes situaciones. Aunque aún hay mucho camino por recorrer, la IA ya está presente en muchos dispositivos y aplicaciones que utilizamos a diario.

Algunos ejemplos son:

- Reconocimiento facial: Permite desbloquear dispositivos móviles o realizar pagos con tan solo un vistazo.
- Asistentes virtuales: Responden a nuestras preguntas, controlan dispositivos inteligentes y nos ayudan a realizar tareas cotidianas.
- Traducción automática: Traduce textos de un idioma a otro en tiempo real.
- Filtros de spam: Protegen nuestras bandejas de entrada de correos electrónicos no deseados.
- Motores de búsqueda: Nos ayudan a encontrar la información que necesitamos de forma rápida y eficiente (5).

Ventajas de la inteligencia artificial

La inteligencia artificial tiene un aporte significativo de apoyo en las actividades diarias en el ámbito educativo, logrando desempeñar tareas eficientes, automatizarlas, impulsar la



innovación, brindar análisis predictivos, asistir en la toma de decisiones, optimiza procesos en los ámbitos que se le soliciten, por ejemplo:

- Personalización del aprendizaje: La IA puede analizar el estilo de aprendizaje, el ritmo y las necesidades de cada estudiante para crear experiencias de aprendizaje personalizadas.
- Detección temprana de dificultades: La IA puede identificar dificultades de aprendizaje en una etapa temprana, lo que permite a los profesores intervenir de manera oportuna y brindar el apoyo necesario.
- Mayor acceso a la educación: La IA puede proporcionar acceso a la educación a estudiantes en áreas remotas o con discapacidades (6).

#### Desventajas de la Inteligencia Artificial

Desempleo: ante la creciente inquietud sobre el impacto de la automatización y la Inteligencia Artificial en el empleo, surgen preguntas sobre qué ocupaciones podrían ser reemplazadas por máquinas. Se destacan divergencias en las estimaciones, oscilando entre perspectivas optimistas y pesimistas (7).

Se señala que, para 2030, entre 75 y 375 millones de trabajadores, representando del 3% al 14% de la población activa global, podrían necesitar cambiar de empleo y adquirir nuevas habilidades. La transición hacia una mayor automatización plantea desafíos para garantizar que la fuerza laboral esté preparada para nuevos roles, especialmente considerando el impacto más significativo en trabajos menos especializados (7).

La introducción de robótica e IA contribuye a la disminución de oportunidades laborales en sectores menos capacitados, exacerbando la polarización de ingresos y aumentando el desempleo. La inseguridad económica resultante podría amenazar las democracias al socavar la confianza en las instituciones políticas, generando malestar generalizado. Por lo tanto, la transformación laboral impulsada por la IA podría propiciar la simpatía hacia partidos populistas y fomentar actitudes despectivas hacia las democracias liberales representativas (7).

Falta de transparencia: la IA puede ser defectuosa por errores en los datos o sesgos en su entrenamiento. La falta de visibilidad dificulta la detección de errores y fallos en los algoritmos. Algunos algoritmos son inexplicables o secretos, limitando la comprensión de sus sesgos. La falta de transparencia en herramientas como las de predicción de delitos genera problemas legales y éticos (8).

Desinformación: es fundamental tomar medidas para combatir la desinformación y proteger la verdad en la era de la inteligencia artificial. Se necesitan estrategias para educar a la población sobre cómo identificar contenido falso, así como regulaciones que limiten el uso de tecnologías como deepfakes para fines malintencionados. La defensa de la verdad y la confianza en las instituciones son pilares fundamentales para la salud de nuestras sociedades (9).

- El auge de la inteligencia artificial trae consigo la preocupante proliferación de la desinformación.

- Los deepfakes, como el caso del video manipulado de la primera ministra belga, son un ejemplo de cómo se puede usar la IA para crear información falsa y engañosa.
- Los bots también son utilizados para generar textos falsos, como noticias o publicaciones en redes sociales, con el objetivo de difundir ideas o agendas específicas.
- La combinación de deepfakes y bots, en un contexto donde la confianza en las instituciones está debilitada, puede generar un "colapso de la realidad" y amenazar la democracia (9).

El dominio de la inteligencia artificial está en manos de las grandes empresas tecnológicas (Big Tech). Desde 2007, Google ha adquirido al menos 30 empresas especializadas en IA, abarcando desde el reconocimiento de imágenes hasta voces computarizadas más naturales, consolidando un extenso monopolio en esta tecnología. Sin embargo, Google no está solo en esto. En 2016, Google, Apple, Facebook, Microsoft y Amazon, junto con destacadas empresas chinas, destinaron hasta 30.000 millones de dólares de una cifra global estimada en 39.000 millones para investigaciones, desarrollo y adquisiciones vinculadas a la inteligencia artificial (10).

La preocupación radica en que, al adquirir nuevas empresas de Inteligencia Artificial en todo el mundo, todas estas grandes corporaciones tendrán una influencia desproporcionada en la dirección que tome la tecnología y su aplicación para los seres humanos.

Por ejemplo, con su control sobre búsquedas, redes sociales, comercio minorista en línea y tiendas de aplicaciones, estas empresas prácticamente monopolizan los datos de los usuarios y se consolidan como los principales proveedores de IA para toda la industria. Esta concentración de poder presenta riesgos, ya que existe la posibilidad de que las grandes empresas tecnológicas lleguen a imponerse sobre los gobiernos elegidos democráticamente (10).

El uso de la inteligencia artificial en la educación: La Inteligencia Artificial (IA) proporciona el potencial necesario para abordar algunos de los desafíos mayores de la educación actual, innovar las prácticas de enseñanza y aprendizaje y acelerar el progreso para la consecución del ODS 4. Sin embargo, los rápidos desarrollos tecnológicos conllevan inevitablemente múltiples riesgos y desafíos, que hasta ahora han superado los debates políticos y los marcos regulatorios.

La UNESCO se compromete a apoyar a los Estados Miembros para que saquen provecho del potencial de las tecnologías de la IA con miras a la consecución la Agenda de Educación 2030, al tiempo que vela por que su aplicación en contextos educativos responda a los principios básicos de inclusión y equidad (11).

Lo que hace algunos años podía parecer parte de la ciencia ficción, hoy en día se ha convertido en una realidad totalmente aplicable a proyectos e instituciones de diversas índoles gracias a la presencia de la Inteligencia Artificial.

La IA se apoya en disciplinas como el Aprendizaje Automático (Machine Learning), el Aprendizaje Profundo (Deep Learning) y el Procesamiento del Lenguaje Natural (PLN) para permitir que los algoritmos adquieran la capacidad de aprender de manera autónoma.

En otras palabras, la capacidad de procesar, automatizar y organizar grandes cantidades de datos con el objetivo de llevar a cabo una acción específica y obtener resultados concretos.

Incorporar estas innovaciones en el ámbito educativo puede generar múltiples ventajas. Esto es especialmente relevante dado que la transformación digital se ha convertido en una realidad que determinará nuestras interacciones en los próximos años. Por lo tanto, el sector educativo se encuentra en un momento crucial que demanda renovación.

En este contexto, la tecnología se erige como la mejor aliada para aportar valor a los estudiantes, mejorar las estrategias de Marketing Educativo y posicionar a la institución educativa a la vanguardia de las tendencias (12).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El objetivo general de este estudio era valorar y analizar las percepciones de la IA en la educación y sobre sus usos, potencialidades y dificultades. De acuerdo con (13) la codificación tiene como objetivo presentar los resultados de forma simple a través de la reducción de la variedad de respuestas a un código o categoría que pueda ser tabulado posteriormente.

Así mismo, este trabajo pretende contribuir a la adquisición de habilidades tecnológicas por parte del alumnado para a través de la Inteligencia Artificial, hacer un uso adecuado de la competencia digital a la hora de dar respuesta a los retos que presentará la escuela en los próximos años y también como futuras docentes, participando en la creación de recursos educativos abiertos basados en IA. Para ello, se plantea un proceso de innovación y creatividad a través del establecimiento de una comunidad de práctica que pretende contribuir al cambio social (14).

El futuro de la inteligencia artificial y la educación en América Latina busca comprender las opiniones de diversos participantes acerca de la función que la IA desempeña actualmente en la educación, así como el papel que desempeñará en el futuro. Además, se pretende analizar las percepciones sobre la importancia que diferentes actores e instituciones tendrán en este proceso, y se buscan recomendaciones para posibles medidas en políticas públicas (15).

Diagnóstico y planificación: Se realizar un análisis de las necesidades y características de los estudiantes, considerando factores como estilos de aprendizaje, conocimientos previos y habilidades. Establecer objetivos claros y medibles, definidos en función de los resultados de aprendizaje deseados y las competencias a desarrollar. Identificar las herramientas y recursos de IA más adecuados para alcanzar los objetivos, considerando su disponibilidad y capacidad de personalización.

La metodología propuesta busca romper las barreras educativas tradicionales al aprovechar las ventajas y capacidades de la IA en la enseñanza universitaria. Mediante la integración estratégica de la IA en las actividades de aprendizaje, se busca potenciar el desarrollo de habilidades, personalizar el aprendizaje y superar los desafíos que pueden surgir en un entorno educativo cada vez más complejo (16).

Los tres pilares fundamentales de todo sistema educativo es: leer, escribir y contar, ahora, en la sociedad de la información y el conocimiento estos pilares deben ser ampliados con competencias no cognitivas, como: empatía, creatividad y pensamiento crítico (17).

La inteligencia artificial (IA) puede ayudar de manera significativa para alcanzar estas competencias necesarias utilizando aplicaciones pedagógicas fundamentadas en la Big Data, aprendizaje automático y aprendizaje profundo, y así descentralizar y personalizar el proceso enseñanza-aprendizaje, orientar a los estudiantes sobre los planes de estudios o incluso sobre capacitación a distancia. A continuación, se presentan una serie de propuestas las cuales pueden ser diseñadas y aplicadas para el beneficio del sector educativo (18).

La incorporación de la inteligencia artificial (IA) abre una puerta hacia la automatización de la supervisión de la calidad en los procesos educativos, tanto administrativos como de enseñanza-aprendizaje. Esto, al aprovechar las diferentes normativas y modelos existentes, puede traducirse en una mejora sustancial de la eficiencia, precisión y toma de decisiones en este ámbito.

La aplicación de la IA puede ayudar recopilando y examinando información de distintas fuentes (resultados académicos, asistencia, participación en clase), la IA puede identificar patrones y tendencias que indiquen dónde mejorar. Incluso, podrá predecir potenciales problemas y generar estrategias preventivas (18).

Esta tecnología automatiza tareas repetitivas como calificar exámenes, detectar plagio o evaluar el progreso de los alumnos. Además, permite personalizar el aprendizaje y la evaluación en función de las necesidades individuales, adaptando contenidos y actividades a diversos estilos de aprendizaje (19).

Ofrecen soporte constante a los estudiantes respondiendo dudas en tiempo real, brindando orientación personalizada y liberando al docente para tareas más creativas y estratégicas (20).

Podemos aprovechar las siguientes normativas y modelos:

Normas ISO 9000 (2015) e ISO 9001 (2015): Enfocadas en la gestión de calidad y mejora continua, facilitan la aplicación de la IA para automatizar la recopilación de datos, evaluación de indicadores y generación de informes.

Modelo EFQM (2012): Basado en la gestión por procesos y la satisfacción de los involucrados, permite utilizar la IA para analizar la satisfacción de los estudiantes, la eficiencia de los procesos y la eficacia de las prácticas educativas.

La presente investigación se realizó mediante fuentes confiables como artículos científicos, base de datos académicos de tal manera que se garantice un trabajo con precisión y credibilidad.

- Artículos científicos revisados por pares:

Se ha hecho investigaciones publicadas en revistas científicas especializadas en inteligencia artificial, educación, psicología educativa, y disciplinas relacionadas.

- **Libros académicos:**  
Consulta textos académicos que aborden la integración de la inteligencia artificial en el ámbito educativo, así como libros sobre la teoría y práctica de la enseñanza y el aprendizaje.
- **Frameworks y Normativas:**  
Marcos teóricos y modelos conceptuales que guíen la implementación exitosa de la IA en la educación.
- **Normativas y directrices éticas para el desarrollo y uso de sistemas de IA en contextos educativos.**

La Agenda Mundial de Educación 2030, en calidad de Organización de las Naciones Unidas especializada en educación, la UNESCO ha recibido el encargo de dirigir y coordinar la Agenda de Educación 2030. Este programa forma parte de un movimiento mundial encaminado a erradicar la pobreza mediante la consecución, de aquí a 2030, de 17 Objetivos de desarrollo sostenible.

La educación, fundamental para alcanzar todos estos objetivos, cuenta con su propio objetivo específico, el ODS 4, que se ha propuesto “garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos”. El Marco de Acción de Educación 2030 ofrece orientación para la aplicación de este ambicioso objetivo y sus compromisos (21).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La Inteligencia Artificial ha permitido adaptar los materiales de aprendizaje según las necesidades individuales de los estudiantes, facilitando un enfoque personalizado.

**Mejora en la Retroalimentación:** Sistemas de IA que proporcionan retroalimentación inmediata y detallada a los estudiantes, lo que puede mejorar la comprensión y el rendimiento académico.

**Acceso a la Educación:** Plataformas de aprendizaje basadas en IA pueden facilitar el acceso a la educación en lugares remotos o áreas con recursos limitados.

**Eficiencia en la Evaluación:** Automatización de la corrección y evaluación de tareas, lo que puede ahorrar tiempo a los educadores y ofrecer resultados más rápidos a los estudiantes.

**Desarrollo de Habilidades:** La IA puede ser utilizada para enseñar y desarrollar habilidades específicas, incluyendo habilidades del siglo XXI como la resolución de problemas, la creatividad y la colaboración.

**Gestión Educativa:** Herramientas basadas en IA para la gestión de aulas y la planificación del currículo pueden ayudar a los educadores y administradores escolares en la organización eficiente de recursos.

Desafíos Éticos y de Privacidad: La intervención de la IA también ha planteado desafíos éticos, especialmente en términos de privacidad de los datos de los estudiantes y la toma de decisiones automatizada.

Brecha Digital y Desigualdades: La implementación de tecnologías basadas en IA en la educación puede acentuar las brechas digitales y socioeconómicas, ya que no todos los estudiantes tienen igual acceso a la tecnología.

Necesidad de Desarrollo Profesional: La introducción de la IA en la educación destaca la necesidad de un desarrollo profesional continuo para los educadores, para que puedan aprovechar al máximo estas herramientas.

(22), el profesorado en formación inicial destaca la flexibilidad como un rasgo que presenta la IA y que contribuye a dar respuesta a las necesidades del alumnado, al permitir la personalización de los aprendizajes y dar lugar a la creación de recursos educativos inclusivos. De ese modo, se constata que como señala (23), la IA contribuye al logro del cuarto ODS propuesto por la ONU en el 2019 al promover una educación inclusiva, equitativa y de calidad que, además, los prepara para enfrentarse a los requerimientos actuales y futuros de la sociedad de la que forman parte como ciudadanos digitales.

(24) así lo manifiesta el alumnado universitario, al señalar que pueden desarrollar proyectos de IA si cuentan con apoyo, como ya apuntaban las investigaciones de (25) y (26), centradas en experiencias de creación de objetos digitales con Realidad Aumentada (R.A). No obstante, pese a haber tenido que adaptarse a la virtualidad a causa de las medidas sanitarias adoptadas, los/as estudiantes valoraron positivamente que los seminarios se desarrollasen bajo esta modalidad y consideran que les ha facilitado el aprendizaje de los contenidos trabajados.

(25), las estudiantes destacan que han disfrutado realizando los proyectos de IA. Si bien, en discrepancia con (27), el disfrute percibido no ha influido positivamente en la percepción de facilidad de uso de la tecnología, aunque coincidimos con estos autores al considerar que las actividades propuestas en la formación inicial del profesorado deben no solo centrarse en la adquisición de habilidades que les preparen para su futuro trabajo, sino también en generar disfrute y placer al alumnado para que se impliquen más en el desarrollo de las mismas y no perciban las tecnologías como una amenaza.

En este sentido, vemos como el alumnado a pesar de la dificultad ha llegado a catalogar la actividad como su favorita o valorar su potencial pedagógico llegando a reconocer la utilidad de la IA en el proceso de enseñanza y recomendar su uso a otros/as docentes.

(28) y (29), la incorporación de la IA lleva retos asociados a los que las instituciones educativas y el profesorado deben hacer frente. En este sentido, el alumnado universitario identifica la necesidad de incorporar experiencias de IA en otras asignaturas de grado que no sean específicas de tecnología, así como la carencia de recursos que podrían dificultar el uso de la IA en los centros educativos.

Otro aspecto para considerar es la falta de tiempo y formación del profesorado que podría repercutir negativamente en el uso de nuevas herramientas tecnológicas para diseñar recursos digitales con contenidos actuales (30).

## CONCLUSIONES

La Inteligencia Artificial desempeña un papel significativo en la educación y tiene el potencial de mejorar la eficiencia y la calidad de la enseñanza. Sin embargo, su implementación exitosa requiere de la colaboración entre diferentes sectores de la sociedad y la disposición a adaptarse el docente y aprender el alumno a medida que avanza.

La Inteligencia Artificial es y será un punto de inflexión en los cambios de paradigmas tradicionales educativos, si bien las modalidades pedagógicas en todos los niveles de los sistemas educativos se encuentran en proceso de adaptación, dadas las herramientas tecnológicas actuales, las modalidades de la educación virtual son cada día más frecuentes en las políticas educativas de los países del primer mundo. La IA puede optimizar el uso de estos recursos de gran valor, ya que en la actualidad uno de los grandes problemas es la subutilización de las herramientas tecnológicas o su uso aislado y fuera de contexto.

El uso de la Inteligencia Artificial en los estudiantes sin establecer parámetros basados en la educación en valores hace que sea mal utilizada reemplazando el criterio individual por el artificial o la opinión alimentada de la IA, es fundamental la posición del docente como guía en la orientación de actividades y estrategias éticas, explicando su uso para crecimiento del conocimiento del alumno, mientras que los representantes de estudiantes deben aportar con el control y buen uso de la IA en el proceso educativo y diario que permita encaminar a los estudiantes, es un valor humano necesario para una sociedad de bien estar, con políticas éticas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Polis, Revista de la Universidad Bolivariana [Internet]. Redalyc.org. 2001 [citado el 2 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/305/30500219.pdf>
2. Marzo M. Autor: Álvaro Serrahima de Bedoya Director: Josefina Bengoechea Fernández [Internet]. Comillas.edu. [citado el 2 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/57178/Avances%20y%20desafios%20de%20la%20inteligencia%20artificial%20-%20Serrahima%20de%20Bedoya%20C%20Alvaro.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
3. La inteligencia artificial en la educación [Internet]. Unesco.org. 2023 [citado el 2 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://www.unesco.org/es/digital-education/artificial-intelligence>
4. Mántaras RL. El futuro de la IA: hacia inteligencias artificiales realmente inteligentes [Internet]. OpenMind. [citado el 2 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://www.bbvaopenmind.com/articulos/el-futuro-de-la-ia-hacia-inteligencias-artificiales-realmente-inteligentes/>

5. Ricardo JE, Vázquez MYL, Palacios AJP, El Assafiri Ojeda Y. Inteligencia artificial y propiedad intelectual. Universidad y Sociedad [Internet]. 2021 [citado el 2 de febrero de 2024];13(S3):362–8. Disponible en: <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/249>
6. Quiroga LP, Jaramillo S, Vanegas OL. Ventajas y desventajas de las tic en la educación “Desde la primera infancia hasta la educación superior”. Revista Educación y Pensamiento [Internet]. 2019 [citado el 2 de febrero de 2024];26(26):77–85. Disponible en: <http://www.educacionypensamiento.colegiohispano.edu.co/index.php/revistaeyp/articloe/view/103>
7. European Liberties Platform. 7 desventajas de la inteligencia artificial que todo el mundo debería conocer [Internet]. Liberties.eu. [citado el 2 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://www.liberties.eu/es/stories/desventajas-de-la-inteligencia-artificial/44289>
8. Bernat ANÁ. Los riesgos de la inteligencia artificial en la educación: el caso del [Internet]. Uji.es. [citado el 2 de febrero de 2024]. Disponible en: [https://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/203577/TFG%20\\_2023\\_%C3%81lvarez\\_Bernat\\_Naiara.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/203577/TFG%20_2023_%C3%81lvarez_Bernat_Naiara.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
9. Tropnikov AS, Uglova AB, Nizomutdinov BA. Application of social networks users digital fingerprints to predict their information image. En: Proceedings of the 13th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance. New York, NY, USA: ACM; 2020.
10. Vega AG. INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LAS EMPRESAS [Internet]. Www.uv.mx. [citado el 2 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://www.uv.mx/iiesca/files/2013/01/artificial2002-1.pdf>
11. Norman-Acevedo E. La inteligencia artificial en la educación. Panorama [Internet]. 2023 [citado el 2 de febrero de 2024]; Disponible en: <https://www.unesco.org/es/digital-education/artificial-intelligence>
12. Forero T. Conoce los principales impactos de la inteligencia artificial (IA) en la educación y sus posibilidades futuras [Internet]. Rock Content - ES. Rock Content; 2020 [citado el 2 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://rockcontent.com/es/blog/inteligencia-artificial-en-la-educacion/>
13. Ayuso del Puerto D, Gutiérrez Esteban P. La Inteligencia Artificial como recurso educativo durante la formación inicial del profesorado. RIED Rev Iberoam Educ Distancia [Internet]. 2022;25(2). Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=331470794017>
14. Rincón Gómez W. Preguntas abiertas en encuestas ¿cómo realizar su análisis? Universidad Santo Tomas. 2014 Diciembre; 7(2).
15. Arias VGS. Aplicaciones de la inteligencia artificial en educación: un panorama para docentes y estudiantes [Internet]. Org.mx. [citado el 2 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v16/doc/2050.pdf>
16. Cruz ET, Chipana GJF. PROPUESTA METODOLÓGICA EN LA ENSEÑANZA [Internet]. Disponible en: <https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/230613271.pdf>
17. Macías Y, Grandío A, DESO y Bachiller M en P, de Idiomas FP y. E. La tecnología y la Inteligencia Artificial en el sistema educativo [Internet]. Uji.es. [citado el 2 de febrero de 2024]. Disponible en:



- [https://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/195263/TFM\\_2021\\_Mac%C3%ADas%20Moles\\_Yovanna.pdf?sequence=1](https://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/195263/TFM_2021_Mac%C3%ADas%20Moles_Yovanna.pdf?sequence=1)
18. González LAO, Baren CYO, Zapata EJP. El impacto de la inteligencia artificial en el ámbito educativo. Revista Científica FIPCAEC (Fomento de la investigación y publicación científico-técnica multidisciplinaria) ISSN : 2588-090X Polo de Capacitación, Investigación y Publicación (POCAIP) [Internet]. 2023 [citado el 2 de febrero de 2024];8(3):342–54. Disponible en: <https://www.fipcaec.com/index.php/fipcaec/article/view/871>
  19. Holmes W, Hui Z, Miao F, Ronghuai H, UNESCO. Inteligencia artificial y educación: Guía para las personas a cargo de formular políticas. UNESCO Publishing; 2021.
  20. Costa S. Inteligencia artificial y personalización educativa: enfoques, beneficios y desafíos. Santos Costa; 2023.
  21. Bossio J. La Educación en Inteligencia Artificial: Un Panorama Global - Innovación Educativa [Internet]. Innovación Educativa. 2023 [citado el 2 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://innovacioneducativa.upc.edu.pe/2023/08/16/la-educacion-en-inteligencia-artificial-un-panorama-global/>
  22. Hutchins D. Edtech. [Online].; 2017 [cited 2024 Abril 23. Available from: <https://edtechmagazine.com/higher/article/2017/11/ai-boosts-personalized-learning-higher-education>.
  23. UNESCO. Ética de la inteligencia artificial. [Online].; 2021 [cited 2024 Abril 26. Available from: <https://www.unesco.org/es/artificial-intelligence/recommendation-ethics>.
  24. Taveras Pichardo , López P, Silvestre E, Montes Miranda , Figueroa Gutiérrez. Satisfacción de los estudiantes universitarios con las clases virtuales adoptadas en el marco de la pandemia por COVID-19. EDMETIC. 2021; 10(2).
  25. Martínez Pérez , Fernández Robles B. Objetos de Realidad Aumentada: percepciones del alumnado de Pedagogía. Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación. 2018 Noviembre;(53).
  26. Fernández Robles. La utilización de objetos de aprendizaje de realidad aumentada en la enseñanza universitaria de Educación Primaria. International Journal of Educational Research and Innovation. 2017;(9).
  27. Teo T, Noyes. An assessment of the influence of perceived enjoyment and attitude on the intention to use technology among pre-service teachers: A structural equation modeling approach. Computers & Education. 2011 Septiembre; 57(2).
  28. León Rodríguez GdlC, Viña Brito S. La inteligencia artificial en la educación superior. Oportunidades y amenazas. INNOVA Research Journal. 2017; 2(1).
  29. Eaton E, Koenig S, Schulz C, Maurelli F. Blue sky ideas in artificial intelligence education from the EAAI 2017 new and future AI educator program. ACM Digital library. 2018; 3(4).
  30. López Meneses E, Fernández Cerero J. Information and Communication Technologies and functional diversity: knowledge and training of teachers in Navarra. IJERI: Revista internacional de investigación e innovación educativas. 2020;(14).



# GESTIÓN DE LA VACUNACIÓN PARA COVID 19, SECTOR URBANO CANTÓN RIOBAMBA - UTILIZANDO TECNOLOGÍA Y GEORREFERENCIACIÓN

## VACCINATION MANAGEMENT FOR COVID 19, URBAN SECTOR CANTON RIOBAMBA - USING TECHNOLOGY AND GEOREFERENCING

Alfredo Rodrigo Colcha Ortiz<sup>1</sup>, Raquel Virginia Colcha Ortiz<sup>2</sup>, María del Consuelo Orozco Coronel<sup>3</sup>, Viviana del Rocio Mera Herrera<sup>4</sup>

{alfredo.colcha@unach.edu.ec<sup>1</sup>, raquel.colcha@esPOCH.edu.ec<sup>2</sup>, del.orozco@unach.edu.ec<sup>3</sup>, vmerah@unach.edu.ec<sup>4</sup>}

Fecha de recepción: 26 abril de 2024 / Fecha de aceptación: 8 de junio de 2024 / Fecha de publicación: 14 de julio de 2024

**RESUMEN:** El presente estudio investiga la gestión de la vacunación contra el COVID-19 en el sector urbano del cantón Riobamba, empleando tecnología y georreferenciación como herramientas clave. El objetivo principal fue analizar y evaluar la gestión del proceso de vacunación en dicho sector, considerando aspectos logísticos, administrativos y de acceso a la población objetivo. Para ello, se utilizó una metodología de enfoque mixto que combina técnicas cualitativas y cuantitativas, integrando herramientas tecnológicas avanzadas para mejorar la organización y seguimiento del proceso. Se incluyeron análisis de la infraestructura existente, capacidades de almacenamiento de vacunas, tiempos de espera, y la equidad en la distribución de las dosis. Además, se evaluaron las percepciones y experiencias de la población respecto a la campaña de vacunación, los resultados muestran una notable optimización en la distribución y aplicación de las vacunas, asegurando una mayor equidad en el acceso y mejorando significativamente la eficiencia del proceso. Este estudio también identificó desafíos específicos, como la necesidad de mejorar la comunicación entre los diferentes actores del proceso y la importancia de contar con datos actualizados y precisos para la toma de decisiones. La investigación concluye que el uso de tecnología y georreferenciación es esencial para garantizar una distribución justa y efectiva de las vacunas, y propone recomendaciones para fortalecer la gestión de la vacunación en contextos urbanos. Este trabajo no solo proporciona una base sólida para futuros estudios en salud pública y gestión de crisis sanitarias, sino que también sugiere estrategias para enfrentar futuras emergencias sanitarias de manera más eficiente, contribuyendo a un sistema de salud más resiliente y capaz de responder a desafíos similares en el futuro.

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH). <https://orcid.org/0009-0005-2280-5189>

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

<sup>3</sup>Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH). <https://orcid.org/0009-0003-8465-1440>

<sup>4</sup>Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH). Facultad Ciencias de la Salud. Carrera de Enfermería. <https://orcid.org/0000-0002-3823-860X>

**Palabras clave:** *Tecnología, Georreferenciación, COVID-19, Gestión de vacunación, proceso de vacunación*

**ABSTRACT:** The present study investigates the management of vaccination against COVID-19 in the urban sector of the Riobamba canton, using technology and georeferencing as key tools. The main objective was to analyze and evaluate the management of the vaccination process in said sector, considering logistical, administrative and access aspects to the target population. To achieve this, a mixed approach methodology was used that combines qualitative and quantitative techniques, integrating advanced technological tools to improve the organization and monitoring of the process. Included are analyzes of existing infrastructure, vaccine storage capacities, wait times, and equity in the distribution of doses. In addition, the perceptions and experiences of the population regarding the vaccination campaign are evaluated, the results show a notable optimization in the distribution and application of vaccines, ensuring greater equity in access and significantly improving the efficiency of the process. This study also identified specific challenges, such as the need to improve communication between the different actors in the process and the importance of having updated and accurate data for decision making. The research concludes that the use of technology and georeferencing is essential to guarantee a fair and effective distribution of vaccines and proposes recommendations to strengthen vaccination management in urban contexts. This work not only provides a solid foundation for future studies in public health and health crisis management, but also suggests strategies to face future health emergencies more efficiently, contributing to a more resilient health system capable of responding to similar challenges in the future.

**Keywords:** *Technology, Georeferencing, COVID-19, Vaccination management, vaccination process*

## INTRODUCCIÓN

La pandemia de COVID-19 generó una crisis de salud pública a nivel mundial, desafiando la capacidad de los sistemas de salud para contener la propagación del virus y proteger a la población. La vacunación masiva se convirtió en una estrategia fundamental para controlar la pandemia y reducir su impacto en la salud pública y la economía. Sin embargo, la gestión eficiente de la vacunación presentó desafíos significativos, especialmente en entornos urbanos densamente poblados como el cantón Riobamba.

La utilización de tecnología y georreferenciación en la gestión de la vacunación permitió ofrecer soluciones innovadoras para superar estos desafíos. Mediante el uso de herramientas tecnológicas avanzadas, fue posible optimizar la distribución de las vacunas, identificar áreas con mayor necesidad, garantizar la equidad en el acceso a la vacunación y gestionar de manera adecuada todos los centros de vacunación que se implementaron para este proceso. Además, la georreferenciación hizo posible mapear la cobertura de vacunación en tiempo real, identificar posibles brechas y dirigir recursos de manera más efectiva, el objetivo principal de este estudio

fue analizar y evaluar la gestión del proceso de vacunación contra el COVID-19 en el sector urbano del cantón Riobamba, utilizando tecnología y georreferenciación como herramientas claves para la toma de decisiones de las autoridades (1).

Los objetivos planteados son: Evaluar el proceso de vacunación en el sector urbano de Riobamba, identificando posibles deficiencias y áreas de mejora. Implementar herramientas tecnológicas para optimizar la distribución de vacunas y mejorar la eficiencia del proceso de vacunación. Utilizar técnicas de georreferenciación para mapear la cobertura de vacunación e identificar áreas con baja cobertura o necesidades especiales.

Proporcionar recomendaciones prácticas para mejorar la gestión de la vacunación contra el COVID-19 en el sector urbano de Riobamba, con el fin de garantizar una cobertura amplia y equitativa. Contribuir al conocimiento académico y práctico en el campo de la salud pública, la gestión de crisis sanitarias, la implementación de herramientas tecnológicas y adecuación arquitectónica de espacios adecuados ofreciendo lecciones aprendidas y mejores prácticas derivadas de la experiencia en Riobamba.

A lo largo de la historia, la investigación ha descubierto muchos coronavirus que viven en animales y humanos, son virus cuya calificación se deben a su forma similar a una corona alrededor de su núcleo, dando inicio a esta enfermedad en la ciudad itto-knownde Wuhan, China, no fue hasta enero del 2020 que se realizaron los estudios y se pudo conocer cuál era la causa de este tipo de neumonía, trascurridos meses después de conocerse el primer caso de este virus llamado COVID-19 y debido a la velocidad de contagio, la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2) decide declarar oficialmente una “pandemia”, traducida como “enfermedad del pueblo entero”, para dar solución a esta pandemia, se inicia con la búsqueda inminente de una vacuna que pueda mitigar tal enfermedad (3).

La necesidad de buscar protección fuera de los hospitales para evitar la propagación de esta nueva enfermedad ejerce la división y la falta de confianza entre la población local y sus servicios de salud, asimismo, el estado lanzó una campaña llamada "yo me cuido", la precariedad en la salud pública es un problema crónico de la región factor que agudizó el impacto de la pandemia en Ecuador (4). En la actualidad el coronavirus representa un grave problema a la salud pública en el mundo, debido a los altos costos que genera para el sistema de salud y la manera en que repercute a nivel económico, social y psicológico en los individuos (5).

Debido a la crisis de salud mundial causada por la epidemia COVID-19, la comunidad científica, las organizaciones públicas y privadas centraron sus recursos en desarrollar una vacuna contra el COVID-19, el proceso de desarrollo y aprobación de vacunas suele tardar varios años; por lo tanto, la FDA concede autorización de uso de emergencia (AUE) para su distribución. El proceso de desarrollo de la vacuna se divide en la fase preclínica y las fases clínicas, en las cuales, se analizan su seguridad, eficacia e inmunogenicidad, para una apropiada campaña de vacunación, es importante determinar las limitaciones socio-económicas y demográficas de cada país, al igual que los problemas de inequidad en la distribución de vacunas, además se debe tomar en cuenta y priorizar los sectores más vulnerables al momento de su distribución y aplicación de la vacuna (6).

La gestión de la pandemia del del COVID-19 en América Latina y el Caribe ha mostrado la carencia de un plan de distribución de vacunas socialmente equitativas que minimice los riesgos y maximice los beneficios de disponer de una vacuna, existen tres componentes importantes para garantizar la distribución de las vacunas de una manera equitativa y eficiente, que minimice: a) los tiempos muertos; b) las mermas; y c) los costos operativos en su manejo y transporte; con estos componentes en mente y considerando el reto de alcanzar la equidad en la distribución de vacunas contra la enfermedad del COVID-19 en América Latina y el Caribe, en este estudio se considera a Panamá como un país idóneo, por su ubicación geográfica, para establecer un centro de acopio y de distribución de vacunas (7).

Las políticas públicas de vacunación implementadas por el Estado Ecuatoriano frente al COVID-19 en el periodo enero - agosto del 2021, establecieron las características parámetros y alcances de las fases de vacunación establecidas para la inoculación de la población en el país y determinar el alcance de la ejecución del plan de vacunación contra el COVID-19 en el período mencionado (8). Bajo tal contexto, el plan de vacunación en el Ecuador pretende alcanzar el 60% de la población para lograr inmunizar al menos 10,5 millones de ecuatorianos, para lo cual se requiere 21 millones de dosis, con ello para su ejecución necesita componentes sanitarios, logísticos, tecnológicos y comunicacionales que se articulen para alcanzar la meta propuesta (9).

El proceso de vacunación es un desafío que enfrentaron las autoridades nacionales y locales, debido al alto volumen de ciudadanos que deben de ser vacunados en un corto tiempo, los procesos manuales en los centros de vacunación para el registro y control de las vacunas donde se empleaba el papel como elemento de registro de los datos, generaron retraso en los procesos de distribución, aplicación y registro oportuno de la información convirtiendo el proceso de vacunación ineficiente (10).

El uso de la tecnología como estrategia para mejorar los procesos que se llevan en las diferentes etapas de vacunación permitieron mejorar la expectativa ciudadana, haciendo que acudan de manera segura a los centros de vacunación y permitieron a las autoridades disponer de herramientas basadas en datos para la gestión, el control y la toma decisiones en tiempo real (11).

En el período de la emergencia por el COVID-19 se generaron grandes volúmenes de datos a nivel mundial, los mismos que requieren ser analizados mediante sistemas informáticos robustos debido a la situación crítica de la pandemia, los datos recolectados requieren un tratamiento inmediato y eficiente que permitan visualizar información relevante para la toma de decisiones, en el proceso de vacunación las herramientas tecnológicas permitieron dar tratamiento y visualización a los datos oficiales sobre cada fase del COVID-19 utilizando eficazmente sistemas de información geográfica, pueden considerarse parte de un sistema de monitoreo en tiempo real que permite la temprana detección de tendencias, que pueden ser usada a beneficio de la población en general; o tomar decisiones específicas (12).

## MATERIALES Y MÉTODOS

En el desarrollo para la siguiente investigación se consideró el enfoque mixto tanto cualitativo como cuantitativo de los procesos, así como también la revisión de manera descriptiva de varios artículos científicos publicados y referentes a esta investigación, tomando en cuenta una verificación de hechos y sucesos pasados de manera descriptiva. Considerando técnicas de observación e Instrumentos a través de encuestas automatizadas con aplicaciones móviles.

La población considera para esta investigación fue el número de habitantes del cantón Riobamba, entre 18 y 65 años, así como los sectores prioritarios que debían ser vacunados conforme a la tabla de sectores a ser vacunados. EL Ministerio de Salud Pública del Ecuador como ente rector y competente ante esta pandemia COVID -19, articuló acciones con el Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Riobamba, a fin de coordinar y cooperar interinstitucionalmente de acuerdo con sus competencias. En todos los territorios la transmisión comunitaria de elevaba demasiado rápido para lo cual las autoridades decidieron aplicar pruebas rápidas para conocer la realidad de su localidad y tomar las decisiones más adecuadas para el momento ya que los servicios de salud se encontraban totalmente saturados (13).

Para las autoridades conocer la información que se generaba de la aplicación de las pruebas rápidas era sumamente importante por lo que desde el Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Riobamba se genera toda una plataforma tecnológica ayudada por los Sistemas de Información Geográfica para a través de la tecnología contar con información en línea disponible en tiempo real para las autoridades. Los equipos de trabajo para la toma de muestras contaban con una aplicación móvil en la que se registraba los resultados con lo que se podía determinar si la persona estuvo en contacto con el virus midiendo los niveles de IgM e IgG (14).

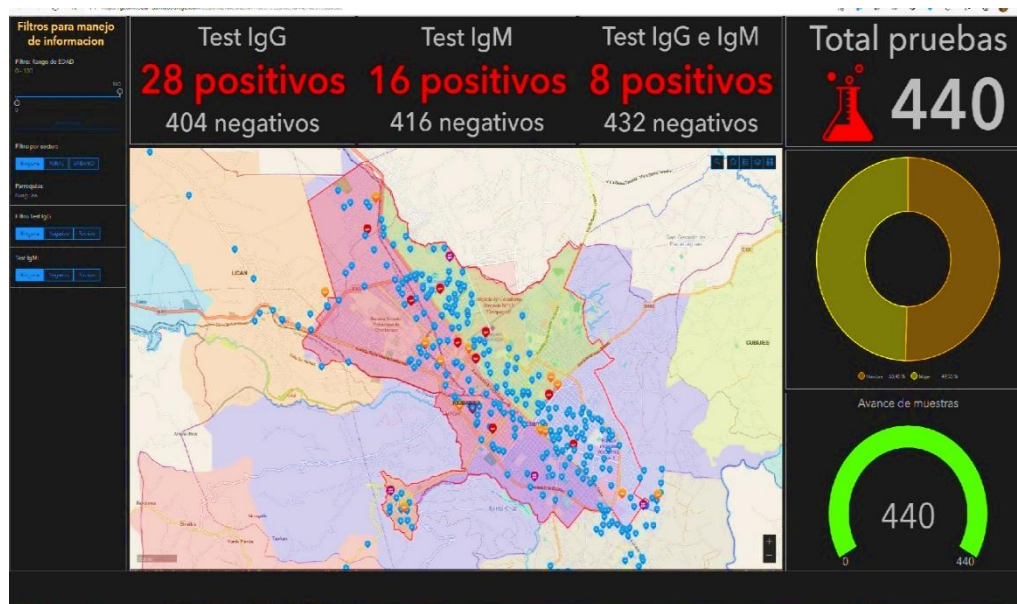
El enfoque de esta investigación radica en la exploración exhaustiva de la gestión de la vacunación contra el COVID-19 en el contexto urbano del cantón Riobamba, con especial énfasis en la incorporación de tecnologías avanzadas y técnicas de georreferenciación. Este estudio abordó cómo estas herramientas pueden optimizar tanto la distribución como la administración de vacunas, garantizando un acceso equitativo y mejorando la eficiencia general del proceso. Se adoptó un enfoque mixto que integra metodologías cualitativas y cuantitativas, permitiendo una comprensión profunda de los aspectos logísticos y administrativos involucrados (15).

A través de la georreferenciación, se buscó mapear la distribución de la población y las áreas de mayor riesgo, facilitando así una asignación de recursos más precisa y dirigida. Por otro lado, la tecnología aplicada en este estudio no solo soporta la recopilación y análisis de datos en tiempo real, sino que también permite una comunicación efectiva entre los diferentes stakeholders y mejora la transparencia en el seguimiento del proceso de vacunación.

Se analizaron casos específicos dentro del cantón para identificar desafíos y oportunidades en la gestión de la vacunación, desde la planificación hasta la ejecución. Este enfoque integrado permitió proporcionar recomendaciones aplicables para futuras intervenciones en salud pública

y podría servir como modelo para otras regiones que enfrentan desafíos similares en la gestión de crisis sanitarias.

Unidades de análisis: Para esta investigación fueron consideradas las parroquias urbanas del Cantón Riobamba toda la información que se obtuvo, se la procesaba y se puso a disposición de las autoridades a través de un panel de control, aquí se podía evidenciar el total de pruebas aplicadas y la clasificación de Positivos o Negativos de los antígenos IgG e IgM, además al contar con los datos georreferenciados se logró visualizar en un mapa interactivo como se distribuían los resultados en cada parroquia urbana del cantón, como se aprecia en la Figura 1 (15).



**Figura 1:** Resultados de la aplicación de pruebas rápidas

Técnicas de recolección: En el marco de la investigación sobre la gestión de la vacunación contra el COVID-19 en el sector urbano del cantón Riobamba, se han seleccionado diversas técnicas de recolección de datos para garantizar una comprensión integral del proceso y sus resultados. Primordialmente, se utilizaron encuestas estructuradas dirigidas a los receptores de la vacuna, para recopilar datos cuantitativos sobre la cobertura, eficacia y posibles barreras en el proceso de vacunación.

Uso de la tecnología y georreferenciación: El uso de la tecnología fue crucial para el control y gestión de los centros de vacunación, el GADM de Riobamba generó una plataforma tecnológica con herramientas de georreferenciación con elementos como Aplicaciones Móviles, bases de datos en la Nube y paneles de control lo que permitía a las autoridades tener información en tiempo real para la toma de decisiones.

Como parte del protocolo del proceso de vacunación se estableció las Zona de Observación con un tiempo de espera de 15 a 30 minutos, es aquí que el personal del GADM de Riobamba realizaba una encuesta a través de una aplicación Móvil (Figura 2) para levantar datos que permitan llevar un control exhaustivo y en tiempo real de las cifras de personas vacunadas,



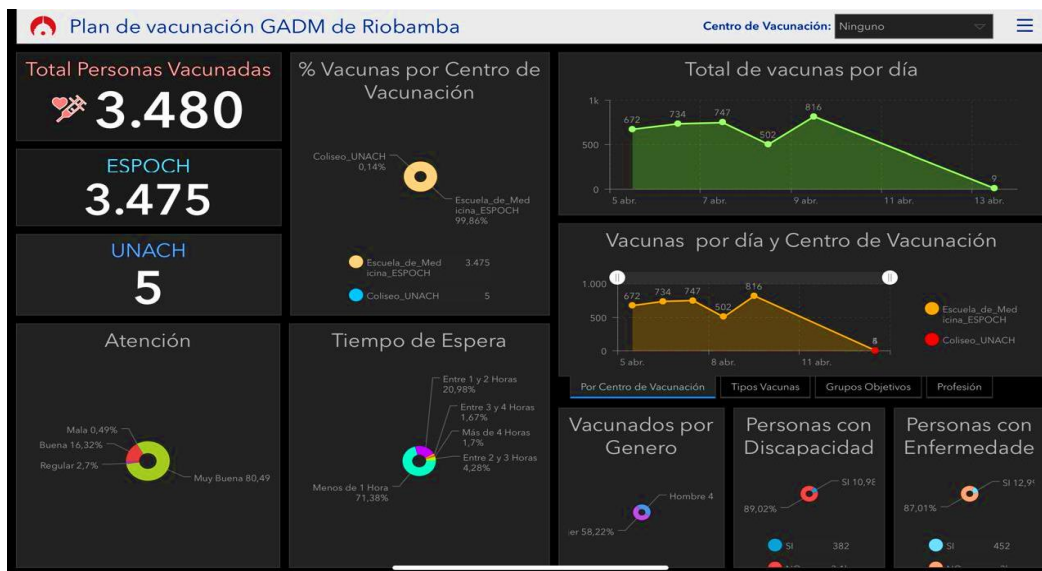
**GESTIÓN DE LA VACUNACIÓN PARA COVID 19, SECTOR URBANO CANTÓN RIOBAMBA - UTILIZANDO TECNOLOGÍA Y GEORREFERENCIACIÓN**

sectores de procedencia, tipos de vacunas utilizadas, Total de vacunas por día, sectores vulnerables y Nivel de atención; con la finalidad de realizar un análisis, evaluación y seguimiento de la gestión de los centros de vacunación (16).



**Figura 2:** Toma de datos a través de aplicaciones móviles

Los datos recolectados de la almacenaba en servidores en la nube en donde se revisaban y se generaba información en paneles de control lo que permitía a las autoridades conocer la actividad de cada centro de vacunación en tiempo real (Figura 3).



**Figura 3:** Panel de control información de avance del proceso de vacunación

## GESTIÓN DE LA VACUNACIÓN PARA COVID 19, SECTOR URBANO CANTÓN RIOBAMBA - UTILIZANDO TECNOLOGÍA Y GEORREFERENCIACIÓN



Figura 4. Panel de control estado y control de los centros de vacunación.

Procesamiento y análisis de la información: En este estudio sobre la gestión de la vacunación contra COVID-19 en el cantón Riobamba, el procesamiento y análisis de la información se realizó mediante una estrategia metódica que integró tecnologías avanzadas y georreferenciación (Figura 4). Los datos recolectados a través de encuestas automatizadas y aplicaciones móviles se almacenaron en bases de datos en la nube, permitiendo un análisis eficiente y en tiempo real. Utilizando sistemas de información geográfica (SIG), se mapeó la cobertura de la vacunación, identificando áreas con baja cobertura y necesidades especiales, lo que facilitó la asignación y redistribución de recursos de manera óptima (17).

El análisis cuantitativo implicó el uso de estadísticas descriptivas y análisis inferencial para evaluar la eficacia de la distribución de las vacunas y la equidad en el acceso. Por otro lado, el análisis cualitativo, basado en entrevistas y grupos focales, proporcionó conocimiento sobre la percepción y experiencias de la comunidad y el personal de salud respecto al proceso de vacunación. La integración de estas técnicas mixtas permitió no solo evaluar la gestión actual de la vacunación, sino también desarrollar recomendaciones prácticas para futuras campañas (19).

Adicionalmente, la visualización de datos jugó un papel crucial. Los paneles de control interactivos permitieron a los gestores de salud pública monitorear en tiempo real el progreso de la campaña de vacunación, adaptando rápidamente las estrategias según fuera necesario. Este enfoque proactivo ayudó a maximizar la eficiencia del proceso y a asegurar una respuesta ágil frente a los desafíos logísticos y administrativos que surgieron durante la implementación del programa de vacunación en Riobamba.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Plan de vacunación: La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda la vacunación contra la COVID-19 como una herramienta de prevención primaria fundamental para limitar los efectos sanitarios y económicos devenidos de la pandemia causada por el COVID 19, el GADM Riobamba inicio con un novedoso plan de vacunación con tres ejes fundamentales.

Cooperación interinstitucional.

Diseño del centro de vacunación modelo.

Uso la Tecnología y Georreferenciación.

Cooperación interinstitucional: El alcalde de la ciudad logró coordinar con varias instituciones como: Ministerio de Salud Pública, Ministerio de Educación, Fuerzas Armadas, Policía Nacional, Gobernación y varias Instituciones Privadas; haciendo que sean parte del plan de vacunación cada uno con roles definidos con el objetivo de inmunizar al menos al 70% de la población entre los 18 y 65 años.

Debido a la disponibilidad gradual de dosis de vacunas fue necesario establecer el orden de prioridad de los grupos de población a vacunar en base a un marco técnico y criterios de riesgo, establecidos en el Plan Nacional de Vacunación del Ministerio de Salud Pública, lo que el control y la gestión de los centros de vacunación se convirtió en algo prioritario (20).

Diseño del centro de vacunación modelo: Se presento el diseño de los espacios mínimos necesarios para la implementación de los Centros de Vacunación para COVID 19 del Cantón Riobamba, definiendo requisitos mínimos de espacio a ser adecuados dentro de los centros:

Filtro de control externo: Todas las unidades debieron contar con un filtro previo ubicada en los ingresos principales de los equipamientos a ser habilitados, que regule el control de las del ingreso de personas que han sido previamente agendadas por parte del Ministerio de Saludo y permita el registro de la cantidad de personas que ingresan al centro.

Sala de espera exterior: Espacio amplio en el cual se ubiquen sillas de espera previo al ingreso y registro de los pacientes, en el cual las personas puedan esperar de manera ordenada y con el distanciamiento correspondiente el turno para ingresar al centro. Dentro de las condiciones importantes a considerar en este espacio es que el mismo sea un espacio abierto y amplio, cubierto o semi cubierto con la finalidad de proteger las personas de las condiciones climáticas y no afectar su estado de salud.

Área de confirmación y registro: Primer filtro interno por el cual debían pasar la persona a ser vacunadas, un espacio amplio en el que se encuentren como mínimo dos escritorios en que se encontraba personal del ministerio al cual se acercaban las personas con su cedula de identidad a confirmar sus datos previo al proceso de vacunación. Espacio cerrado con buena ventilación en el cual se les da una pequeña inducción del proceso a realizar y en mucho centro se firmaba un

acta de consentimiento en el cual ellos aceptan que se realice procedimiento previamente indicado.

Filtro sanitario y de triage respiratorio: Espacio interno, en el que se encuentran enfermeros y doctores realizando el control de los signos vitales e identificando que el paciente se encuentra en condiciones óptimas para ser vacunado, espacio semi amplio que permite una circulación fluida, en este espacio es necesario contar con mesas para cada uno de los enfermeros y un espacio en el cual el usuario se pueda sentar de manera tranquila para que midan sus signos vitales. Dentro de esta zona es necesario adaptar un espacio de conexión directa a un área de almacenamiento de materiales o bodega, así como la implementación de un cuarto que permita mantener la cadena de frío de las vacunas, estos dos ambientes son pequeños pero su acceso debe ser restringido únicamente con ingreso para el personal autorizado.

Zona de vacunación: Espacio amplio, bien distribuido y con una circulación directa, que permita la implementación de varias estaciones de vacunación. Dentro de la estación de vacunación se debe considerar un espacio mínimo de 6 metros cuadrados, en los cuales se cuente con una mesa amplia para colocar los materiales, vacunas e implementos de vacunación, y contar con el espacio mínimo para dos sillas en las que puedan sentarse para las personas a ser vacunadas y de ser necesario un acompañante, se debe ubicar su vez un espacio para la zona de desechos infecciosos.

Mesas de carnetización: Una vez vacunado el usuario debe parar por un filtro a través del cual confirma sus datos y recibe el carnet de vacunación firmado y legalizado por los médicos del Ministerio de Salud, espacio reducido en el cual se ubican como mínimo dos escritorios y permite el tránsito fluido de los pacientes, previo al ingreso de la zona de observación.

Zona de observación: Espacio amplio que puede ser ubicado tanto al interior como al exterior del recinto. En este espacio se debe distribuir una cantidad considerable de sillas de espera, las mismas deben contar con el distanciamiento necesario para la distribución de los pacientes, esto con la finalidad de cumplir con los requerimientos planteados por parte del Ministerio de Salud, en el cual solicita tener a todos los pacientes vacunado en un periodo de observación por el tiempo de 15 a 30 minutos, tiempo en el cual se hará el seguimiento y control de sus signos vitales y se identificará que no tengan ninguna reacción adversa a la vacuna implementada.

De existir alguna complicación el paciente comunicará de manera oportuna a los médicos o enfermeros que se encuentran supervisando el área, de existir complicaciones en su salud será llevado a la estación de área tóxica para que sea controlado de manera directa por el doctor encargado, de no ser así una vez pasado el tiempo de observación el usuario podrá salir del centro y continuar sus actividades de rutina.

Área tóxica: Se identifica la necesidad de contar con un área tóxica en la cual se puedan atender pacientes que muestren alguna reacción adversa a la vacuna implementada, este espacio deberá ser amplio y contar con la posibilidad de instalar como mínimo dos camillas separadas por su respectivo biombo, en los cuales los pacientes puedan descansar de manera adecuada y en el

cual el médico encargado pueda atender al paciente de manera inmediata brindando los primeros auxilios.

Este espacio debe estar articulado de manera directa con el espacio exterior con la finalidad de que si se presentase alguna complicación el doctor pueda hacer uso de las ambulancias afuera ubicadas y trasladar al paciente al centro de salud más cercano de considerarse necesario. Es necesario en esta zona contar con un espacio en el cual se implemente uno o varios escritorios para el doctor encargado del centro de vacunación en el cual se pueda llenar los formularios, llevar el control de los pacientes y presentar los informes diariamente solicitados.

Salida: Conectada directamente con el exterior, espacio abierto y de circulación abierta, directa y bien señalizada por el cual las personas ya inmunizadas pueden salir tanto a los parqueaderos como al exterior y continuar con sus actividades normales.

Con respecto a la discusión de los resultados, al encontrarse con una adecuada organización interinstitucional, un diseño modelo de cómo deben ser implementados los centros de vacunación y un fuerte componente tecnológico se logró cumplir con todas las fases de vacunación que se encontraban determinadas de la siguiente manera:

Fase 1: Corresponde al personal de salud, personas de la tercera edad >65 años, policía y fuerza pública, profesores y docentes, personas con discapacidad, recicladores de residuos, sectores estratégicos.

Fase 2: Corresponde a la población de 18 a 65 años: grupos de actividad económica que requieren mano de obra presencial.

Fase 3: Población de 18 a 65 años.

En la Tabla 1, se representa la población del cantón Riobamba que se consideró para la inmunización acorde a riesgos de vulnerabilidad, exposición y fases contempladas para la inmunización según lo estableció el Plan Nacional de Vacunación del Ministerio de Salud Pública del Ecuador.

**Tabla 1:** Estimación de la población objetiva

<b>Población objeto</b>	<b>Estimación de población</b>	<b>Proyección del 70% -100%</b>
Personal de salud	Médicos, enfermeras, auxiliares de enfermería, odontólogos, fisioterapeutas.	2850 profesionales de la salud (100%)
Personal de la tercera edad	21940 habitantes de la tercera edad.	15358 habitantes
Policía y fuerza pública	Militares	1300 militares (100%)
	Policías	426 policías (100%)
	Bomberos	130 personas (100%)

## GESTIÓN DE LA VACUNACIÓN PARA COVID 19, SECTOR URBANO CANTÓN RIOBAMBA - UTILIZANDO TECNOLOGÍA Y GEORREFERENCIACIÓN

	Agentes de control municipal	74 agentes, 9 inspectores, 2 comisarios, 4 choferes (100%)
	Agentes civiles de tránsito	130 agentes (100%)
Profesores y docentes	Docentes: Fiscales: 2594 Particulares: 686 Fiscomisionales: 448 Total: 3728 Personal administrativo: 186 Personal de servicios: 218	Personal Ministerio de educación: 4132. Unach: 680 Epoch: 992 definitivos, ocasionales 617, administrativos 251 (100%)
Personas con discapacidad	12.148 personas con discapacidad 18 a 65 años: 5919 Más de 65 años: 4074	9993 personas (100%)
Recicladores de residuos	Personal de higiene	215 personas (100%)
Población de 18 a 65 años	145.191 total de población	101.634 habitantes (70%)

En el cantón Riobamba se cumplió con la inmunización de 153.847 personas con primera dosis y 133.488 personas con segunda dosis cumpliendo así con todos los objetivos trazados de acuerdo con cada fase.

La precepción ciudadana también es importante recalcar ya que el 99.43 % estableció que la atención se encontraba entre buena y muy buena, esto también en relación con el 90.43 % de las personas indicaron que a pesar de todos los procesos que se tenía que cumplir se demoraron menos de una hora (Figura 5).



**Figura 5.** Indicadores de gestión

En base a estudios realizados señalan que la georreferenciación permite identificar áreas con baja cobertura de vacunación, facilitando la asignación eficiente de recursos. Esto es crítico en zonas

urbanas densamente pobladas donde la distribución equitativa es un desafío. Sin embargo, critican que la dependencia excesiva en datos geográficos puede pasar por alto factores socioeconómicos que también influyen en la accesibilidad. El uso de plataformas tecnológicas puede mejorar la transparencia y la confianza pública en el proceso de vacunación. Las aplicaciones móviles que muestran en tiempo real la disponibilidad de vacunas y tiempos de espera han demostrado ser efectivas. No obstante, advierten sobre la brecha digital, ya que no todas las personas tienen acceso a dispositivos móviles o internet, lo que puede perpetuar desigualdades (21).

Smith et al argumentan que, aunque la tecnología puede optimizar la logística de la vacunación, la implementación efectiva requiere una infraestructura sólida y capacitación adecuada del personal. En muchos casos, la falta de personal capacitado para manejar nuevas tecnologías puede convertirse en un obstáculo significativo. Es importante la equidad en el acceso a las vacunas, resaltando que la tecnología y la georreferenciación pueden identificar grupos vulnerables que requieren atención prioritaria. Sin embargo, critican que la simple identificación de estas áreas no es suficiente; se necesita una voluntad política y recursos suficientes para abordar las disparidades (22).

Existen diferentes enfoques internacionales, concluyendo que los sistemas de georreferenciación han sido exitosos en países como Corea del Sur y Singapur, donde la integración de datos en tiempo real permitió una respuesta rápida y adaptativa. En estos países, la infraestructura tecnológica avanzada y la capacidad de monitorear la distribución de vacunas en tiempo real facilitaron la identificación de áreas de alta demanda y la redistribución eficiente de recursos. Además, estos sistemas permitieron la reprogramación dinámica de citas de vacunación, minimizando tiempos de espera y evitando aglomeraciones, lo cual fue crucial para mantener el distanciamiento social durante la pandemia.

Sin embargo, advierten que estos modelos no siempre son transferibles a contextos con diferentes estructuras de salud y niveles de recursos. En muchos países en desarrollo, la falta de infraestructura tecnológica, la escasez de personal capacitado y la limitada conectividad a internet pueden ser barreras significativas para la implementación de sistemas de georreferenciación. Además, factores culturales y políticos pueden influir en la aceptación y efectividad de estas tecnologías. Por ejemplo, la desconfianza en el manejo de datos personales puede limitar la participación pública en programas de vacunación basados en tecnología.

Para que estos modelos sean adaptables a diferentes contextos, es necesario considerar soluciones escalables que puedan ser ajustadas a las capacidades locales. Esto incluye la capacitación adecuada del personal, la inversión en infraestructura tecnológica y la implementación de políticas que garanticen la privacidad y seguridad de los datos. La colaboración internacional y el intercambio de mejores prácticas también pueden facilitar la adaptación de estos sistemas en diversos entornos, optimizando la gestión de la vacunación a nivel global (23).

Varios autores plantean preocupaciones sobre la privacidad y seguridad de los datos recopilados a través de tecnologías de georreferenciación. Señalan que es crucial establecer marcos legales

claros para proteger la información personal de los ciudadanos, evitando su uso indebido. En su análisis, subrayan la necesidad de regulaciones estrictas que definan quién puede acceder a los datos y con qué propósito, garantizando que la información no sea utilizada para fines distintos a los originalmente previstos, como el seguimiento de la vacunación. Los ciudadanos deben ser informados claramente sobre qué datos se están recopilando, cómo se almacenan, y quién tiene acceso a ellos. Esto puede incrementar la confianza pública en los sistemas de georreferenciación, lo cual es esencial para la participación y cooperación masiva en programas de vacunación (24).

Se sugiere que la implementación de tecnologías de encriptación avanzada es vital para proteger los datos sensibles contra ciberataques y accesos no autorizados. Dado el aumento de las amenazas cibernéticas, es imperativo que los sistemas de georreferenciación cuenten con medidas de seguridad robustas, incluyendo auditorías regulares y protocolos de respuesta rápida ante posibles brechas de seguridad. Asimismo, abordan la cuestión de la temporalidad de la retención de datos. Argumentan que los datos personales deben ser retenidos solo durante el tiempo necesario para cumplir con los objetivos de salud pública y luego eliminados de forma segura para minimizar riesgos de violación de la privacidad en el futuro (24).

La georreferenciación tiene múltiples ventajas en la distribución de vacunas, especialmente en entornos urbanos facilita la planificación logística, ya que permite la optimización de rutas de distribución, reduciendo el tiempo y los costos asociados con el transporte de vacunas. Otra ventaja significativa es la capacidad de monitorear en tiempo real la distribución y administración de vacunas. Esto no solo mejora la transparencia del proceso, sino que también permite a las autoridades de salud pública responder rápidamente a problemas emergentes, como brotes de COVID-19 en áreas específicas. Al integrar datos geoespaciales con otros indicadores de salud, se puede desarrollar una respuesta más coordinada y efectiva (25).

La georreferenciación también contribuye a mejorar la equidad en la distribución de vacunas. Al mapear detalladamente las poblaciones vulnerables y de difícil acceso, las autoridades pueden diseñar campañas de vacunación más inclusivas y justas. Esto es particularmente importante en contextos urbanos con alta densidad poblacional y diversidad socioeconómica, donde las desigualdades en el acceso a servicios de salud pueden ser más pronunciadas (25).

Además, la utilización de georreferenciación permite una mejor gestión de inventarios y evita desperdicios. Al tener una visión clara de dónde se necesitan las vacunas y en qué cantidad, se puede evitar el envío excesivo de dosis a áreas con baja demanda, reduciendo así el riesgo de desperdicio y asegurando que las vacunas se utilicen de manera eficiente.

## **CONCLUSIONES**

La integración de herramientas tecnológicas y de georreferenciación fue fundamental para optimizar la distribución de vacunas y gestionar los centros de vacunación, permitiendo una asignación más eficiente de recursos y un mejor acceso a la vacunación para la población objetivo.



El uso de tecnologías avanzadas permitió mejorar la eficiencia del proceso de vacunación, reduciendo tiempos muertos, mermas y costos operativos, lo cual fue crucial para enfrentar la alta demanda y la urgencia del contexto pandémico.

La colaboración entre diversas instituciones, incluyendo el Ministerio de Salud Pública, el Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Riobamba y otros actores clave, fue esencial para implementar un plan de vacunación efectivo que lograra altos índices de cobertura vacunal.

La adecuación arquitectónica de los centros de vacunación, incluyendo zonas específicas para cada etapa del proceso de vacunación, contribuyó significativamente a la organización y al manejo seguro y eficiente de las jornadas de vacunación.

La capacidad de adaptación rápida del sistema de vacunación frente a situaciones emergentes fue crucial, utilizando datos en tiempo real para ajustar estrategias y tomar decisiones informadas sobre la marcha, lo que permitió una mejor respuesta a las necesidades de la población.

La percepción general de la campaña de vacunación por parte de la población fue positiva, destacando la eficiencia y buena organización del proceso, lo cual se refleja en altos niveles de satisfacción y una considerable reducción en el tiempo de espera para la vacunación.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Lurie N, SM, HR, & HJ. Developing Covid-19 vaccines at pandemic speed. *New England Journal of Medicine*. 2020; 382(21): p. 1969-1973.
2. Organization. WH. COVID-19 vaccination strategy. 2021.
3. Avilés-Valdiviezo MA, Allauca-Muñoz ER, Melena-Tierra IJ, Iglesias-Quintana JX. Influencia del covid-19 en la situación económica de Riobamba, Ecuador. *Dialnet*. 2022; 7(Extra 2 (Edición Especial)).
4. Chauca R. La covid-19 en Ecuador: Fragilidad política y precariedad de la salud pública. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*. 2021; 28(2): p. 587-591.
5. Vega Rivero JA, RLJC, HPI, AGMdR, & LPL. La salud de las personas adultas mayores durante la pandemia de COVID-19. *Journal of Negative and No Positive Results*. 2020; 5(7): p. 726-739.
6. Bonilla Medrano NI, SRD, & MGC. Vacunas para Covid-19: Seguridad, elaboración y distribución. *Práctica Familiar Rural*. 2021; 6(2): p. 1-6.
7. Caribe CEpALyE. Estudio de distribución de vacunas contra el COVID-19 en América Latina y el Caribe: El caso de Panamá. Centro de distribución de vacunas para la región. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. 2022.
8. Centers for Disease Control and Prevention. COVID-19 Vaccination Program Interim Playbook for Jurisdiction Operations. 2021.
9. Jaramillo-Fuertes J, Montoya-Chacón S. Políticas públicas de vacunación contra el COVID-19 en el Ecuador en el periodo enero-agosto 2021. *Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología*. 2021; 7(3).
10. Keeling MJ, TMJ, ABD, PB, SE, & GFG. The impact of school reopening on the spread of COVID-

- 19 in England. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. 2021; 7(2): p. 376-387.
11. Rodas-Martinez AK,&AYJR. Vacunaciones masivas contra el COVID-19 mediante el uso de las tecnologías para la gestión de programación de citas y de datos de grandes volúmenes de vacunados. *Vacunas*. 2022; 23(2): p. S111-S120.
  12. Pineda GM,SE,BJ,RG,RO,PG,HRJS,MF,SJ,&MD. Gestión de datos para la epidemiología y acción departamental contra el COVID-19 en Honduras. *Innovare. Revista de ciencia y tecnología*. 2021; 10(2).
  13. Matrajt L,&EJ. Leung. Potential targeting of COVID-19 vaccination by age. 2020
  14. Wouters OJ,SKC,SKM,PAJ,LHJ,TY,&JM. Challenges in ensuring global access to COVID-19 vaccines: production, affordability, allocation, and deployment. *The Lancet*. 2021; 397(1020): p. 1023-1034.
  15. Yamey G,SM,&HR. Ensuring global access to COVID-19 vaccines. *The Lancet*. 2021; 397(3): p. 2242-2243.
  16. Verma R,VP,&DR. COVID-19 Vaccine Distribution: An Integrated Approach of GIS Mapping and Optimization Modeling. *International Journal of Geospatial and Environmental Research*. 2021; 8(1): p. 8.
  17. Buckner JH,CG,&SMR. Optimal allocation of COVID-19 vaccines incorporating real-time incidence information. *Vaccine*. 2021; 39(19): p. 2649-2655.
  18. Kapoor A,GS,AS,&KA. Role of Geographical Information System (GIS) in COVID-19 Vaccination Program. *Journal of Geographical Studies*. 2021; 5(2): p. 47-51.
  19. Wang Z,&TK. Combating COVID-19: health equity matters. , 26(4),. *Nature Medicine*. 2020; 26(4): p. 458-458.
  20. Chen X,YS,&LQ. Prioritizing population groups for COVID-19 vaccination: A geospatial modeling approach. *Epidemiology & Infection*. 2021; 149(7).
  21. Leib S,KJ,&MD. The role of georeferencing in improving vaccine distribution: A case study of urban settings. *Journal of Public Health Management*. 2021; 35(4): p. 450-462.
  22. Smith R,JL,&WH. Overcoming logistical challenges in mass vaccination campaigns: The critical role of technology. *Global Health Logistics*. 2020; 15(2): p. 233-245.
  23. Wang P,LS,&CJ. Lessons from international approaches to COVID-19 vaccination: Georeferencing and data integration in South Korea and Singapore. *Comparative Health Systems Review*. 2021; 19(2): p. 159-172.
  24. Garcia M,&LR. Privacy and data security in the age of COVID-19 vaccination tracking. *Journal of Digital Ethics*. 2021; 10(3): p. 290-305.
  25. Nguyen T,PM,&CA. Enhancing transparency in COVID-19 vaccination through technology: Benefits and challenges. *Health Informatics Journal*. 2022; 28(1): p. 105-118.

# INFLUENCIA DE LAS DIFERENTES CONCENTRACIONES DE SALMUERA EN LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL CHUCRUT

## INFLUENCE OF DIFFERENT BRINE CONCENTRATIONS ON THE ORGANOLEPTIC CHARACTERISTICS OF SAEURUUT

Luis Fernando Arboleda Álvarez<sup>1</sup>, Georgina Ipatia Moreno Andrade<sup>2</sup>, Mateo Sebastian Márquez Naranjo<sup>3</sup>, Stefany Catalina Maygualema Ojeda<sup>4</sup>

{luisf.arboleda@esPOCH.edu.ec<sup>1</sup>, georgina.moreno@esPOCH.edu.ec<sup>2</sup>, mateo.marquez@esPOCH.edu.ec<sup>3</sup>, stefany.maygualema@esPOCH.edu.ec<sup>4</sup>}

Fecha de recepción: 17 de abril de 2024

/ Fecha de aceptación: 2 de julio de 2024

/ Fecha de publicación: 14 de julio de 2024

**RESUMEN:** El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de las diferentes concentraciones de salmuera en las características organolépticas del chucrut, que es un fermento del repollo *Brassica oleracea* con bacterias del ácido láctico en condiciones controladas. Se aplicó una metodología descriptiva, combinando con un estudio cuantitativo. Se prepararon cuatro muestras del producto, las cuales fueron fermentadas durante 33 días a una temperatura constante de 19°C. Posteriormente, los resultados fueron analizados mediante una encuesta aplicada a 30 panelistas no entrenados, quienes evaluaron el sabor, olor, color y textura del chucrut elaborado con las cuatro concentraciones de salmuera (1%, 2%, 2.5% y 3%). Los datos recolectados fueron interpretados y analizados estadísticamente para identificar diferencias significativas en las características organolépticas evaluadas. El análisis reveló que la concentración de sal tuvo un efecto significativo en todos los parámetros sensoriales establecidos, destacando especialmente el chucrut elaborado con una concentración de 2% de sal. Esta concentración no solo proporcionó el mejor equilibrio entre sabor, olor, color y textura, sino que también fue la preferida por la mayoría de los consumidores participantes en el estudio. Como resultado, se concluyó que la concentración de sal óptima para la elaboración de chucrut, bajo condiciones estándar, es del 2%. Esta concentración es recomendada para obtener un producto con mejores características organolépticas, asegurando la preferencia del consumidor.

**Palabras clave:** *Chucrut, fermentación láctica, salmuera, características organolépticas*

<sup>1</sup>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias. Carrera de Agroindustria, <http://orcid.org/0000-0001-5541-6239>

<sup>2</sup>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Agroindustria, <https://orcid.org/0000-0002-3898-9219>

<sup>3</sup>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Agroindustria, <https://orcid.org/0000-0002-6805-6831>

<sup>4</sup>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias. Carrera de Agroindustria, <https://orcid.org/0000-0002-3571-7592>

**ABSTRACT:** The objective of this study was to determine the effect of different brine concentrations on the organoleptic characteristics of sauerkraut, which is a fermentation of cabbage *Brassica oleracea* with lactic acid bacteria under controlled conditions. A descriptive methodology was applied, combined with a quantitative study. Four samples of the product were prepared, which were fermented for 33 days at a constant temperature of 19°C. Subsequently, the results were analyzed through a survey administered to 30 untrained panelists, who evaluated the taste, smell, color, and texture of the sauerkraut made with the four brine concentrations (1%, 2%, 2.5%, and 3%). The collected data were interpreted and statistically analyzed to identify significant differences in the evaluated organoleptic characteristics. The analysis revealed that the salt concentration had a significant effect on all the established sensory parameters, especially highlighting the sauerkraut made with a 2% salt concentration. This concentration not only provided the best balance of taste, smell, color, and texture, but was also preferred by the majority of the study participants. As a result, it was concluded that the optimal salt concentration for sauerkraut preparation, under standard conditions, is 2%. This concentration is recommended to achieve a product with better organoleptic characteristics, ensuring consumer preference.

**Keywords:** *Sauerkraut, Lactic Fermentation, Brine, Organoleptic characteristics*

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe una tendencia a aumentar la demanda y el consumo de verduras y frutas por su contenido de fibra dietaria, vitaminas y minerales (1). Dentro de ellos se encuentran aquellos alimentos, que promueven la salud y han sido denominados genéricamente alimentos funcionales (2). Estos alimentos funcionales, además de brindar nutrientes esenciales, contienen compuestos bioactivos que ofrecen beneficios específicos para la salud del consumidor (3). Por ejemplo, se ha estudiado la transformación de azúcares en ácido láctico considerándola como un proceso biotecnológico sencillo y valioso para mantener y/o mejorar las propiedades nutricionales, sensoriales y de vida útil de las verduras y frutas (4).

Según Zhang (5), el proceso bioquímico en el que microorganismos como bacterias, levaduras o mohos descomponen los carbohidratos de los alimentos y los convierten en otros compuestos como ácidos orgánicos o alcohol, lleva el nombre de fermentación. Este proceso ha sido empleado en la industria para la producción de alimentos y bebidas alrededor del mundo durante siglos (6). Un claro ejemplo es el chucrut a base de repollo *Brassica Oleracea Var. Capitata*.

Se reporta que en el Ecuador hay 1145 hectáreas de col con un rendimiento promedio de 7928 Kg/ha (7), cuyo cultivo se da en su mayoría en las provincias de la sierra por las características climáticas adecuadas que presentan para el desarrollo de este tipo de vegetales. Una hectárea de plantas en teoría puede producir de 30.000 a 35.000 plantas (8). Al ser un producto fresco, perecedero y de gran disponibilidad, la fermentación láctica se convierte en una alternativa funcional para prolongar su vida útil, mejorar sus propiedades organolépticas y aportar a la calidad de vida del consumidor (9).

## INFLUENCIA DE LAS DIFERENTES CONCENTRACIONES DE SALMUERA EN LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL CHUCRUT

---

El chucrut es un producto fermentado obtenido a partir de coles blancas *Brassica oleracea var. Capitata* picadas o ralladas muy finamente, sazonadas con sal y sometidas a fermentación láctica espontánea. Este proceso confiere al chucrut su característico sabor ácido y textura crujiente (10). La fermentación y características nutricionales del chucrut están mediadas principalmente por bacterias ácido-lácticas (BAL) específicamente, algunas cepas aisladas del chucrut como *Lactobacillus plantarum*, *L. brevis* y *L. mesenteroides* (1).

Estos microorganismos transforman los azúcares de la col, especialmente sacarosa y fructosa, en ácido láctico (11) y le otorgan un alto porcentaje de nutrientes, fitoquímicos antioxidantes, entre ellos las vitaminas C y E, carotenos y flavonoides, haciendo que ingerir grandes cantidades de este probiótico otorgue características benéficas para la salud (12), pues estos antioxidantes son capaces de proteger estructuras corporales del daño oxidativo al eliminar los radicales libres al mismo tiempo que reducen el riesgo de desarrollar enfermedades crónicas (13).

Es importante mencionar que, en la actualidad, se ha demostrado que las bacterias del ácido láctico (LAB), cuando están presentes en un producto, crean componentes beneficiosos para la salud, como la absorción de Calcio (Ca), Hierro (Fe), Fosforo (P) y algunas vitaminas, mejorando el desarrollo cerebral de los niños, ayudan a la digestión, estimulan la función inmunológica, disminuyen el riesgo a infecciones intestinales y eliminan toxinas (14).

Las bacterias ácido-lácticas son las responsables de que el chucrut tenga características distintivas, por lo que las correctas condiciones de las variables de temperatura, tiempo, pero sobre todo la concentración de salmuera en la fermentación de la col blanca *Brassica Oleracea Var. Capitata* son fundamentales para el desarrollo de las bacterias lácticas y por ende en la elaboración de este alimento funcional, además, influyen en las características sensoriales del chucrut, como el sabor, aroma, textura y color (15).

La elaboración del chucrut se realiza a temperatura ambiente, entre 18-22°C, durante un periodo de 2 a 6 semanas, colocando la mezcla salada en recipientes abiertos que permiten el intercambio gaseoso (1). El uso de recipientes herméticos acelera el proceso fermentativo, reduciendo el tiempo necesario para alcanzar la acidificación adecuada (16) Durante el proceso fermentativo, en los vegetales se desarrollan las siguientes etapas: inicio de la fermentación, fermentación primaria, fermentación secundaria y post-fermentación, conociendo que en la industria son deseables las dos primeras, pues las bacterias ácido lácticas son las que participan principalmente en relación con la presencia de otros microorganismos como las levaduras (17).

En el proceso de elaboración, la col picada se mezcla con una salmuera al 1-3%, esto con el objetivo de generar un ambiente ideal para el desarrollo de las bacterias y se deja fermentar de forma espontánea a temperatura ambiente durante 2 a 6 semanas (1).

Específicamente la concentración de sal es un factor clave, ya que la sal ejerce un efecto inhibitorio sobre el microbiota no deseada, a la vez que favorece la acción de las BAL (16). Concentraciones entre 1-3% se consideran óptimas para obtener una buena fermentación. Niveles más altos pueden inhibir incluso el crecimiento de bacterias benéficas, mientras que concentraciones más bajas no controlan adecuadamente el desarrollo de microorganismos

patógenos como *Clostridium botulinum* (18). Se considera que la concentración adecuada de sal (cloruro de sodio) limita el desarrollo de microorganismo patógenos en conjunto con el descenso del pH.

Teniendo en cuenta que la concentración de sal impacta significativamente en el desarrollo de las bacterias ácido-lácticas, la calidad nutricional y organoléptica del chucrut, resulta de interés estandarizar su proceso de elaboración bajo condiciones controladas de temperatura y tiempo que optimicen estos parámetros. El objetivo de este estudio es determinar el efecto de diferentes concentraciones de sal (1%, 2%, 2,5 % y 3%) sobre la aceptación organoléptica y la conservación de chucrut de col blanca almacenado durante 33 días a 19°C, describiendo el que presenta las mejores características fisicoquímicas y sensoriales.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Este trabajo se enmarca en un estudio descriptivo de tipo cuantitativo, pues su propósito fue caracterizar el efecto de los diferentes niveles de una variable sobre otra. Este tipo de estudios se basan en describir el comportamiento de una variable en específico realizando varios experimentos, que se combinan con la metodología cuantitativa pues se mide la información en números y análisis estadístico. En este caso, se manipuló la concentración de salmuera en la elaboración del chucrut para luego medir sus efectos sobre las características organolépticas mediante un análisis sensorial y diseño experimental. Para ello, se utilizó repollo *Brassica Oleracea Var. Capitata* fresco adquirido en un mercado local de la ciudad de Riobamba todas con un peso promedio de 1,5kg, estas se lavaron, se eliminaron las primeras hojas y el corazón, y posteriormente se cortaron en tiras de 5mm de ancho.

Se prepararon cuatro tratamientos con diferentes concentraciones de sal: 1%, 2%, 2,5% y 3%, en base al peso fresco de la col. Para cada tratamiento se pesó la col blanca *Brassica Oleracea Var. Capitata* picada y se mezcló con la cantidad correspondiente de sal. La mezcla se colocó en frascos de vidrio esterilizados, presionando para remover el aire atrapado. Los frascos se cerraron herméticamente y se realizó la fermentación a 19°C, para promover una acidificación moderada que favorezca el desarrollo del microbiota láctico deseable, preservando los compuestos bioactivos de la col y mejorando el perfil sensorial. Asimismo, se controló el tiempo (33 días) para reducir la variabilidad entre lotes y estandarizar la calidad del producto final.

La evaluación organoléptica de los diferentes tratamientos se realizó al final del periodo de fermentación mediante una prueba sensorial con 30 panelistas no entrenados, utilizando una escala hedónica de 5 puntos (1: me disgusta mucho, 5: me gusta mucho). Los atributos evaluados fueron color, olor, textura y sabor. El análisis estadístico de los resultados se realizó mediante estadística descriptiva, ADEVA y la prueba de Tukey ( $p < 0.01$ ).

Para determinar la conservación, se almacenaron muestras en de los cuatro tratamientos en refrigeración a 4°C por 1 mes después de la fermentación. Finalmente se registraron los datos y se presentaron las conclusiones sobre la concentración que mayor aceptación y conservación presentó.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características organolépticas del chucrut elaborado con distintas concentraciones de sal.

En la Tabla 1, se puede apreciar mediante la prueba de Tukey ( $p < 0,01$ ), que existen diferencias altamente significativas puesto que medias con letras diferentes infieren estadísticamente en cada parámetro estudiado por efecto de las diferentes concentraciones de salmuera, resaltando siempre que en cada atributo los mejores resultados para los 30 panelistas fue la concentración de salmuera al 2%.

**Tabla 1:** Características organolépticas del chucrut elaborado con distintas concentraciones de sal

Parámetros	Concentración								EE	Prob	CV
	1%	2%	2,50%	3%	3%	3%	3%	3%			
<b>Color</b>	2,8	c	4,47	a	3,73	b	2,53	c	0,15	0	24,28
<b>Olor</b>	3,27	b	4,57	a	3,3	b	2,23	c	0,14	0	23,4
<b>Textura</b>	3,13	b	4,47	a	2,97	b	1,93	c	0,15	0	25,52
<b>Sabor</b>	2,9	b	4,63	a	3,07	b	2,03	c	0,13	0	22,48

EE: Error estándar

CV: Coeficiente de variación

Prob > 0,05 no existen diferencias significativas ns

Prob < 0,05 hay diferencias significativas \*

Prob < 0,01 hay diferencias altamente significativas\*\*

Medias con letras iguales no infieren estadísticamente de acuerdo con la prueba de Tukey

Estas diferencias significativas concuerdan con diversos estudios científicos que han demostrado que agregar sustratos a distintas concentraciones en el proceso de fermentación de alimentos y bebidas pueden influir de forma significativa en las características organolépticas de los mismos. Por ejemplo, en estudios realizados con el queso Idiazábla se determinó que existen cambios significativos con las adición o disminución de las concentraciones de sal, dando resultados muy diferentes que modificaron la calidad organoléptica final del producto (19).

De manera similar, otro estudio demostró como la adición de ciertas enzimas en el cacao en diferentes concentraciones tiene una influencia directa en la calidad organoléptica del producto (20). Estos hallazgos respaldan la idea de que las diferencias significativas en las valoraciones sensoriales del chucrut debido a las distintas concentraciones de salmuera se ven modificadas, convirtiéndose así en clave importante para determinar cuál de las concentraciones estudiadas presenta las mejores características organolépticas.

Análisis sensorial de las características organolépticas del chucrut elaborado con distintos niveles de concentración de sal.

**INFLUENCIA DE LAS DIFERENTES CONCENTRACIONES DE SALMUERA EN LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL CHUCRUT**

En la Tabla 2, se muestran los valores de las medias de acuerdo con las concentraciones de salmuera usadas y los parámetros organolépticos que fueron objeto de estudio, teniendo siempre como media superior la concentración al 2% muy por encima de las demás.

**Tabla 2:** Análisis sensorial de las características organolépticas del chucrut elaborado con distintos niveles de concentración de sal

Parámetros	Concentración				EE	Prob	CV
	1%	2%	2,50%	3%			
<b>Color</b>	2,80	4,47	3,73	2,53	0,15	0,00	24,28
<b>Olor</b>	3,27	4,57	3,30	2,23	0,14	0,00	23,40
<b>Textura</b>	3,13	4,47	2,97	1,93	0,15	0,00	25,52
<b>Sabor</b>	2,90	4,63	3,07	2,03	0,13	0,00	22,48

EE: Error estándar

CV: Coeficiente de variación

Prob > 0,05 no existen diferencias significativas ns

Prob < 0,05 hay diferencias significativas \*

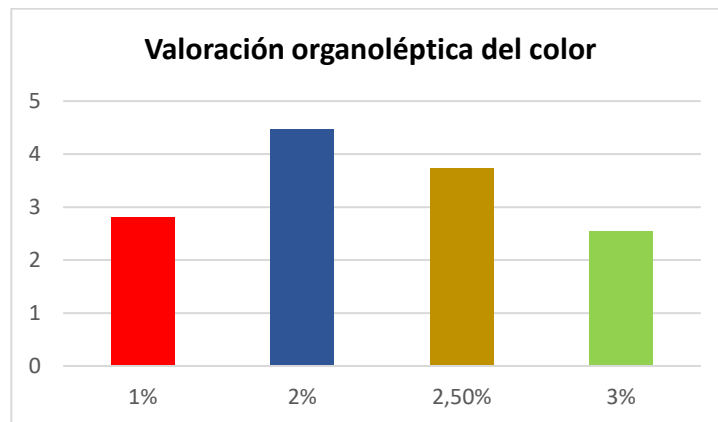
Prob < 0,01 hay diferencias altamente significativas\*\*

Medias con letras iguales no infieren estadísticamente de acuerdo con la prueba de Tukey

A continuación, se presentan la interpretación de resultados donde se determina de forma clara las mejores y peores valoraciones en cada uno de los parámetros que fueron objeto de estudio, para determinar que concentración de salmuera es la óptima y preferida por el consumidor.

### 1. Color

Existen diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ) entre los tratamientos. Como se muestra en la Figura 1, la mayor valoración se obtuvo con el tratamiento al 2% de sal, mientras que la menor valoración fue para el tratamiento al 3%. Esto indica que, a mayor concentración de sal, el color del chucrut fue menos aceptado.



**Figura 1:** Diagrama de barras valoración organoléptica del color



## 2. Olor

Al igual que en el color, existen diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ) entre tratamientos para el olor. Nuevamente como se observa en la Figura 2, la mayor aceptación se dio en el tratamiento al 2% de sal. La menor valoración se obtuvo con el 3% de sal. Un mayor contenido de sal pudo enmascarar el olor característico del chucrut.

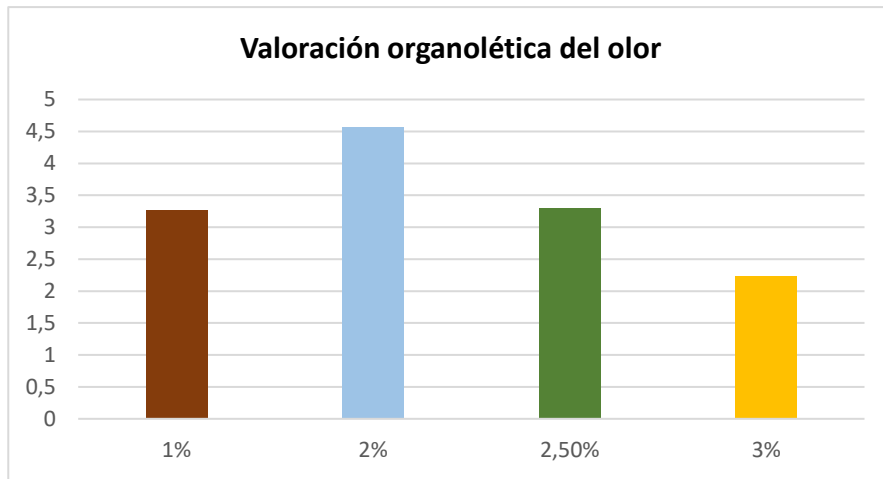


Figura 2: Diagrama de barras valoración organoléptica del olor

## 3. Textura

Se presentan diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ) entre tratamientos. Como se aprecia en la Figura 3, la textura fue mejor valorada a concentraciones de 2% de sal, disminuyendo la aceptación a medida que aumentó la concentración de sal.

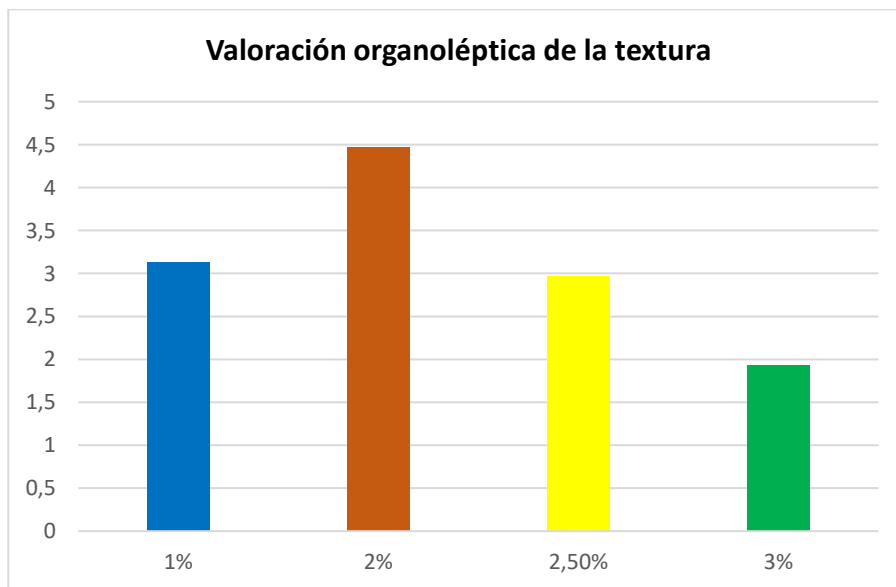
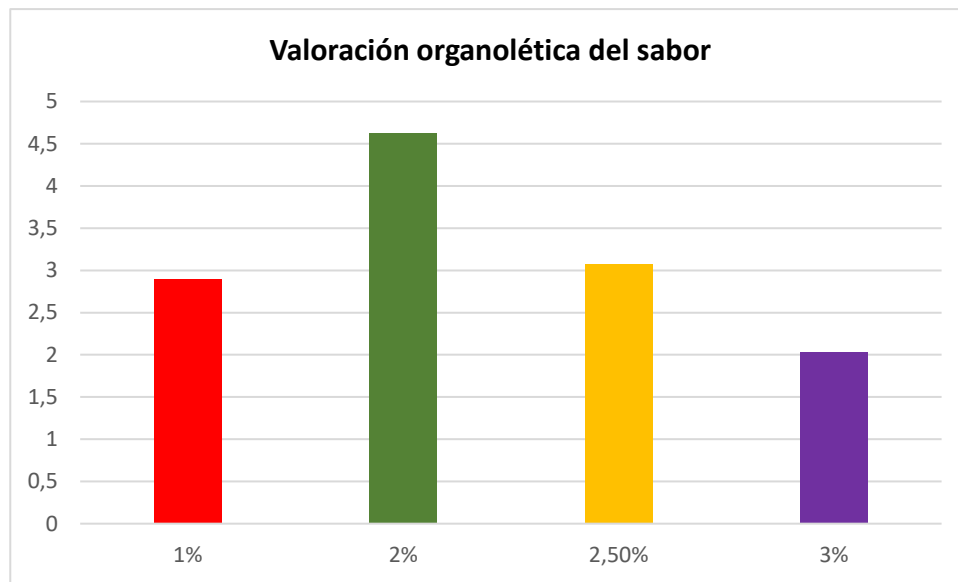


Figura 3: Diagrama de barras valoración organoléptica de la textura

#### 4. Sabor

De la misma forma que en las otras características evaluadas, existen diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ) entre los tratamientos para el sabor. En la Figura 4 muestra que el tratamiento con 2% de sal presentó la mayor valoración, mientras que el de 3% de sal obtuvo la menor puntuación. Un exceso de sal pudo generar un sabor salado no característico del chucrut.



**Figura 4:** Diagrama de barras valoración organoléptica del sabor

Discusión: Los resultados de este estudio concuerdan con los hallazgos de Garrido et al. (21), quienes reportaron una menor aceptación del color en alimentos fermentadas con niveles de salmuera superiores al 2%, atribuido a una coloración menos vívida. Asimismo, Xiong T et al. (22) respaldan que altas concentraciones de sal en el chucrut pueden enmascarar su olor característico, tal como se evidenció con el tratamiento de 3% de sal, además de promover la aparición de levaduras indeseables que provocan olores putrefactos.

En cuanto a textura, la concentración de 2% de sal es la concentración adecuada para obtener la textura crocante ideal resultados que coinciden con Wang X et al. (23), quienes establecen que niveles altos de concentración de sal afectan el desarrollo de las bacterias ácido-lácticas y degradan la textura óptima del producto fermentado. Finalmente, la menor valoración del sabor con 3% de sal concuerda con Bleve G et al. (24), al señalar que el exceso de sal es perjudicial pues interpone un sabor muy salado por encima del característico ácido. En síntesis, el presente estudio muestra congruencia con los hallazgos de otros autores sobre la influencia de la sal en las propiedades sensoriales del chucrut, destacando la importancia de una adecuada concentración ( $\approx 2\%$ ) para obtener un producto sensorialmente óptimo.

## CONCLUSIONES

Este estudio analizó el efecto de las diferentes concentraciones de salmuera (1%,2%,2,5%,3%), en las características organolépticas del chucrut elaborado bajo los mismos parámetros en cuenta a tiempo y temperatura. Luego de la aplicación de la encuesta se pudo determinar que el producto que posee una concentración de salmuera del 2% es la preferida por los panelistas, pues los resultados presentaron diferencias altamente significativas, destacando siempre en cada parámetro el 2%. Este estudio fue comparado y respaldado con varios estudios que demostraron que el uso de salmuera inferior o superior al 2%, modifica las características organolépticas en gran medida por la aparición de microorganismo patógenos o degradantes, que modificaban negativamente la calidad final del producto.

Tomando en cuenta que la concentración de salmuera al 2% es la más adecuada para la elaboración de este producto, se proporciona una base de datos confiable para futuras investigaciones en las que se podría comparar si estos resultados se mantienen al modificar la temperatura y el tiempo de fermentación o al evaluar las características nutricionales del chucrut.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Zúñiga-García, D., Montaleza-Auquilla, M., Andrade, D., León-Vizñay, J., Ramírez, P., Criollo-Ayala, A., et al. (2020). Cinética de fermentación láctica natural de col blanca (*Brassica oleracea* L. capitata). *\*MASKANA\**, 11(1), 57–68.
2. Sanders, M. E., Merenstein, D. J., Reid, G., Gibson, G. R., & Rastall, R. A. (2019). Probiotics and prebiotics in intestinal health and disease: From biology to the clinic. *\*Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology\**, 16(10), 605–616. <http://dx.doi.org/10.1038/s41575-019-0173-3>
3. Capomolla, A. S., Janda, E., Paone, S., Parafati, M., Sawicki, T., Mollace, R., et al. (2019). Atherogenic index reduction and weight loss in metabolic syndrome patients treated with a novel pectin-enriched formulation of bergamot polyphenols. *\*Nutrients\**, 11(6), 1271. <http://dx.doi.org/10.3390/nu11061271>
4. Pardali, E., Paramithiotis, S., Papadelli, M., Mataragas, M., & Drosinos, E. H. (2017). Lactic acid bacteria population dynamics during spontaneous fermentation of radish (*Raphanus sativus* L.) roots in brine. *\*World Journal of Microbiology and Biotechnology\**, 33(6). <http://dx.doi.org/10.1007/s11274-017-2276-8>
5. Zhang, S., Zhang, Y., Wu, L., Zhang, L., & Wang, S. (2023). Characterization of microbiota of naturally fermented sauerkraut by high-throughput sequencing. *\*Food Science and Biotechnology\**, 32(6), 855–862. <http://dx.doi.org/10.1007/s10068-022-01221-w>
6. Marvig, C. L., Kristiansen, R. M., Madsen, M. G., & Nielsen, D. S. (2014). Identification and characterisation of organisms associated with chocolate pralines and sugar syrups used for their production. *\*International Journal of Food Microbiology\**, 185, 167–176. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2014.05.017>
7. Quinchiguano, M. (2014). Evaluación del efecto de abono orgánico en el cultivo de col (*Brassica oleracea* L. Var. Capitata L.) en el barrio Rosalia, de la parroquia Santa Rosa de

- Cuzubamba, cantón Cayambe, provincia de Pichincha [Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/13946>
8. Morocho, S. M. (2016). Prueba de la eficacia de dos fertilizantes inorgánicos foliares en el rendimiento del cultivo de col [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/5134/1/13T0828.pdf>
  9. Piagentini, A. M., Pirovani, M. E., & Güemes, D. R. (2004). Cinética de deterioro de la calidad de repollo fresco cortado. *\*Ciencia y Tecnología de Alimentos\**, 4(3), 169–176. <http://dx.doi.org/10.1080/11358120409487757>
  10. Di Cagno, R., Coda, R., De Angelis, M., & Gobbetti, M. (2013). Exploitation of vegetables and fruits through lactic acid fermentation. *\*Food Microbiology\**, 33(1), 1–10. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fm.2012.09.003>
  11. Gaudioso, G., Weil, T., Marzorati, G., Solovyev, P., Bontempo, L., Franciosi, E., et al. (2022). Microbial and metabolic characterization of organic artisanal sauerkraut fermentation and study of gut health-promoting properties of sauerkraut brine. *\*Frontiers in Microbiology\**, 13. <http://dx.doi.org/10.3389/fmicb.2022.929738>
  12. Montano, A., De Castro, A., & Rejano, L. (1992). Transformaciones bioquímicas durante la fermentación de productos vegetales. *\*Grasas y Aceites\**, 43(6), 352–360. <http://dx.doi.org/10.3989/gya.1992.v43.i6.1132>
  13. Marco, M. L., Heeney, D., Binda, S., Cifelli, C. J., Cotter, P. D., Foligné, B., et al. (2017). Health benefits of fermented foods: Microbiota and beyond. *\*Current Opinion in Biotechnology\**, 44, 94–102. <http://dx.doi.org/10.1016/j.copbio.2016.11.010>
  14. Azcarate-Peril, M. A., Ritter, A. J., Savaiano, D., Monteagudo-Mera, A., Anderson, C., Magness, S. T., et al. (2017). Impact of short-chain galactooligosaccharides on the gut microbiome of lactose-intolerant individuals. *\*Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America\**, 114(3). <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1606722113>
  15. Rodríguez, V., & Zumba, D. (2021). Influencia de tres variedades de col (Brassica oleracea) en la elaboración de chucrut. *\*Ecuadorian Science Journal\**, 5(3), 99–111. <http://dx.doi.org/10.46480/esj.5.3.147>
  16. Domínguez, J. (2013). Estudio de las relaciones entre los microorganismos presentes en las fermentaciones de la aceituna de mesa [Tesis de grado, Universidad de Sevilla]. <https://idus.us.es/handle/11441/58680>
  17. Touret, T., Oliveira, M., & Semedo-Lemsaddek, T. (2018). Putative probiotic lactic acid bacteria isolated from sauerkraut fermentations. *\*PLoS ONE\**, 13(9), e0203501. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0203501>
  18. Câmara, A. de A., Jr., Maréchal, P.-A., Tourdot-Maréchal, R., & Husson, F. (2019). Dehydration stress responses of yeasts *Torulaspora delbrueckii*, *Metschnikowia pulcherrima* and *Lachancea thermotolerans*: Effects of glutathione and trehalose biosynthesis. *\*Food Microbiology\**, 79, 137–146. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fm.2018.12.008>
  19. Castillo, P., Navia Orces, A. A., & Pazmiño Piedra, N. V. (2012). Mejoramiento de las características sensoriales del cacao CCN51 a través de la adición de enzimas durante el proceso de fermentación [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/21147>

20. Elortondo, F. J. P. (1996). Influencia de los procesos de salado y ahumado tradicional sobre las características microbiológicas y organolépticas del queso Idiazábal [Tesis de grado, Universidad del País Vasco - Euskal Herriko Unibertsitatea]. <https://portalcientifico.unileon.es/documentos/5ecb7f8e299952131520543a>
21. Garrido Fernández, A., Brenes Balbuena, M., García García, P., & Duran Quintana, M. C. (1996). Conservación de aceitunas verdes o color cambiante en salmuera. *\*Grasas y Aceites\**, 47(3), 197–206. <http://dx.doi.org/10.3989/gya.1996.v47.i3.860>
22. Wang, X., Song, G., He, Z., Zhao, M., Cao, X., & Lin, X., et al. (2021). Effects of salt concentration on the quality of paocai, a fermented vegetable product from China. *\*Journal of the Science of Food and Agriculture\**, 101(15), 6202–6210. <http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.11271>
23. Xiong, T., Li, J., Liang, F., Wang, Y., Guan, Q., & Xie, M. (2016). Effects of salt concentration on Chinese sauerkraut fermentation. *\*Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie\**, 69, 169–174. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2015.12.057>
24. Bleve, G., Tufariello, M., Durante, M., Grieco, F., Ramires, F. A., Mita, G., et al. (2015). Physico-chemical characterization of natural fermentation process of Conservolea and Kalamàta table olives and development of a protocol for the pre-selection of fermentation starters. *\*Food Microbiology\**, 46, 368–382. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fm.2014.08.021>

# INTEGRACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES Y SOSTENIBLES EN EXPLOTACIONES GANADERAS DE LA RAZA CHAROLAIS

## INTEGRATION OF RENEWABLE AND SUSTAINABLE ENERGY IN LIVESTOCK FARMING OF THE CHAROLAIS BREED

Diego Ivan Cajamarca Carrazco<sup>1\*</sup>, María Magdalena Paredes Godoy<sup>2</sup>, María Fernanda Romero Villacrés<sup>3</sup>, Orlando Efraín Bravo Calle<sup>4</sup>, Luis Estiven Tipan Tipan<sup>5</sup>

{diego.cajamarca@esPOCH.edu.ec<sup>1</sup>, maparedes@unach.edu.ec<sup>2</sup>, mfromero@unach.edu.ec<sup>3</sup>, obravo@esPOCH.edu.ec<sup>4</sup>, luis13tipan555@gmail.com<sup>5</sup>}

Fecha de recepción: 22 de abril de 2024

/ Fecha de aceptación: 8 de junio de 2024

/ Fecha de publicación: 14 de julio de 2024

**RESUMEN:** El presente artículo aborda la integración de las energías renovables en las explotaciones ganaderas de carne de raza Charolais en Ecuador, con el objetivo de abordar la problemática de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) causantes del deterioro de la capa de ozono, calentamiento global, y cambio climático por la expulsión de colosales moléculas de metano y gas carbónico por lo que la aplicación de prácticas sostenibles de producción de energía limpia en el sector ganadero de carne en la amazonia ecuatoriana a través de la adopción de biotecnologías generativa como los biodigestores para la producción de biogas se convierte en una alternativa innovadora para mitigar este aspecto ambiental focalizado en la industria de producción bovina de carne. La investigación cuantitativa se basa en una metodología rigurosa que incluye la exclusión e inclusión de estudios relevantes en el tema, así como la evaluación de datos cuantitativos sobre la eficiencia de esta biotecnología. Se concluye que la integración de energías renovables puede reducir las emisiones de GEI en un 30% dentro de los próximos cinco años en las explotaciones de producción de carne bovina y generar ahorros económicos significativos para los ganaderos, al tiempo que impulsa el crecimiento tecnológico y la competitividad del sector. En lo que respecta a la obtención de energía eléctrica sostenible producida por el biodigestor a partir de 1000 vacas se puede generar 2000 m de biogás/día que es un equivalente a 2141 kw-h de energía/día.

**Palabras clave:** Sostenibilidad ambiental, energías renovables, biodigestor, raza charoláis

**ABSTRACT:** This article addresses the integration of renewable energies in Charolais beef cattle farms in Ecuador, with the aim of addressing the problem of Greenhouse Gas (GHG)

<sup>1</sup>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, <http://orcid.org/0000-0001-6619-0490>

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Chimborazo, <https://orcid.org/0000-0002-8211-0400>

<sup>3</sup>Universidad Nacional de Chimborazo, <https://orcid.org/0000-0003-3122-8131>

<sup>4</sup>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, <https://orcid.org/0000-0002-4190-2719>

<sup>5</sup>Investigador independiente, <https://orcid.org/0009-0007-7663-4179>

**emissions that cause the deterioration of the ozone layer, global warming, and climate change due to the expulsion of colossal methane and carbon dioxide gas molecules. Therefore, the application of sustainable practices of clean energy production in the Ecuadorian Amazonian beef cattle sector through the adoption of generative biotechnologies such as biodigesters for the production of biogas becomes an innovative alternative to mitigate this environmental aspect focused on the beef cattle production industry. The scientometric research is based on a rigorous methodology that includes the exclusion and inclusion of relevant studies on the subject, as well as the evaluation of quantitative data on the efficiency of this biotechnology. It is concluded that the integration of renewable energies can reduce GHG emissions by 30% within the next five years in beef production farms and generate significant economic savings for cattle farmers, while boosting the technological growth and competitiveness of the sector. In terms of obtaining sustainable electrical energy produced by the biodigester from 1000 cows, 2000 m of biogas/day can be generated, which is equivalent to 2141 kw-h of energy/day.**

***Keywords: Environmental sustainability, renewable energy, biodigester, charolais breed***

## INTRODUCCIÓN

La producción de carne de ganado bovino es una parte vital de la dieta global, representando aproximadamente el 21,59% de toda la carne producida a nivel mundial (1). En Ecuador, la cría de ganado bovino es una actividad pecuaria importante para la generación de empleo y divisas económicas, con una población de 4.1 millones de animales, donde el 37,7% y el 23,8% corresponden a razas Mestizo y Criollo respectivamente (2).

En la Amazonía ecuatoriana, particularmente en la provincia Morona Santiago, la crianza de bovinos de carne de la raza Charoláis se ha consolidado por la adaptación a las condiciones ambientales, misma que es originaria de Estados Unidos y de Francia (3). En la actualidad la humanidad se encuentra frente a un riesgo eminente como consecuencia de la producción de gases de efecto invernadero provenientes de la producción de ganado de carne comprometiendo el presente y futuro de la humanidad al contaminar y agotar los recursos no renovables del planeta (4).

No obstante, el aumento de las emisiones de GEI, vinculadas a la ganadería extensiva plantea serias preocupaciones en cuanto a la sostenibilidad ambiental y cambio climático. Según informes de la Food and Agriculture Organization (FAO), el sector ganadero es responsable de aproximadamente el 14,5% de las emisiones mundiales de GEI, siendo el metano y el óxido nitroso los principales contribuyentes(3).

En respuesta a esta problemática, la integración de energías renovables en la ganadería de carne de la raza charolais, emerge como una solución promisoría para mitigar las emisiones de GEI y promover prácticas sostenibles en el sector. Para (4) acota que la adopción de tecnologías como paneles solares para la generación de electricidad, la producción de biogás a partir de residuos de origen animales y vegetales, y la implementación de sistemas de calefacción con biomasa

ofrecen alternativas viables para reducir la dependencia de combustibles fósiles y disminuir las emisiones de GEI asociadas con la actividad ganadera.

El objetivo de este estudio bibliográfica es explorar y analizar de manera integral la viabilidad y los beneficios de la integración de energías renovables en la ganadería del trópico húmedo en la amazonia ecuatoriana, centrándose en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero producto de las actividades ganaderas y la promoción de prácticas sostenibles en el sector, para mejorar la eficiencia ambiental y energética de las explotaciones de carne de la raza charolais, contribuyendo así al desarrollo sostenible de la industria alimentaria y la mitigación del cambio climático.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Para abordar la investigación sobre la integración de energías renovables en las explotaciones ganaderas de carne de la raza charolais, se implementó un método riguroso que comenzó con la selección de estudios pertinentes mediante búsquedas exhaustivas en diversas bases de datos, incluyendo SCOPUS, GOOGLE SCHOLAR, PUMED, REDALYC y DIALNET. Se aplicaron criterios de relevancia integrando las palabras clave de la investigación y se estableció un filtro para incluir únicamente estudios publicados entre los años 2018 y 2023, asegurando así la pertinencia de la información recopilada. Posteriormente, se evaluaron los estudios seleccionados en función de su resumen y calidad de datos, lo que permitió realizar una recopilación cuidadosa de 31 artículos científicos y 4 tesis de pregrado, que servirían como base para el análisis de la investigación bibliométrica.

Una vez recopilados los estudios relevantes, se procedió a la extracción y compilación de datos específicos relacionados con la utilización de energías renovables en las explotaciones ganaderas de carne abordadas en cada artículo. Estos datos fueron sometidos a un análisis comparativo con el objetivo de identificar tendencias, patrones y hallazgos significativos, lo que proporcionó una visión amplia y detallada del panorama de la integración de las energías renovables y su aplicabilidad en el sector ganadero en la amazonia ecuatoriana caso particular en la provincia de Morona Santiago. Además, se estableció una definición operativa del uso de energía en el contexto ganadero de producción de carne, abarcando tanto fuentes directas como indirectas, lo que facilitó la interpretación y análisis de los resultados obtenidos a lo largo de la investigación.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Las evidencias del aumento en las concentraciones de GEI, atribuido principalmente a la quema de combustibles fósiles, trajo como resultado la búsqueda de alternativas de reducción de estos gases, lo que llevó a considerar la obtención de energía renovable para crear sistemas sostenibles. Entre las opciones (5) destaca que, para reducir la dependencia de combustibles fósiles, se reconsidera el aprovechamiento de diversas fuentes de energía renovable, entre ellas la biomasa (6). Como fuente para generación de energía limpia de bajo impacto ambiental, por otro lado, la biomasa incluye diferentes materiales, entre ellos el estiércol producto de los residuos de la



ganadería en la amazonia ecuatoriana. En este sentido, la biomasa y otras energías renovables se están convirtiendo en una solución atractiva para la mitigación de GEI, por lo que se necesita un corto período de tiempo para reemplazar la matriz energética. Según (7) argumenta que la biomasa resultante de las actividades ganaderas puede contribuir significativamente al desarrollo sostenible tanto en los países desarrollados y emergentes, siempre que los aspectos relacionados con su producción sean considerados cuidadosamente.

Otra de las razones por las que la utilización de biomasa debe ser considerada, es el crecimiento de la demanda energética en los países en desarrollo, donde las condiciones económicas a menudo no están disponibles por la población(8) . Las energías renovables son autóctonas, y por lo tanto pueden contribuir a reducir la dependencia de las importaciones energéticas y aumentar la seguridad del suministro. Hoy en día el aprovechamiento de energías renovables ha evolucionado, aumentando su confiabilidad y mejorando su rentabilidad para su aplicabilidad en el sector ganadero (9).

En relación con la ganadería de carne en la provincia de Morona Santiago su sistema de producción es extensivo esto produce grandes cantidades de residuos procedentes de los derivados del tratamiento de las deyecciones de animales, denominados estiércoles y purines (10). Estos residuos, contienen en su composición una fracción orgánica (fuente de energía) y una fracción mineral (fuente de elementos inorgánicos), entre los que se encuentran representados todos los macro y micronutrientes necesarios para la vida de las plantas. Además, adicional disponen de sustancias orgánicas tóxicas y microorganismos patógenos (11).

La producción de heces que produce cada animal varía dependiendo de la especie, la raza, la alimentación, la estación climática, etc., con valores medios que van desde los 30-50 kg. heces/día para el ganado vacuno (12). De la misma manera la naturaleza de los sistemas ganaderos significa grandes volúmenes de residuos y elevados riesgos para la salud animal y del hombre, por otro lado, en la atmosfera el estiércol proveniente del sistema digestivo de los rumiantes tiene un efecto directo por la producción de gases de invernadero y malos olores (13), (14).

De acuerdo con (15) el uso de digestores anaeróbicos en los establos ganaderos de carne para la producción de energía ha mostrado una continua aceleración en los últimos tiempos. La digestión anaeróbica es un proceso biológico en el cual se convierte los desechos del ganado de la raza charolais en “biogás” en un medio libre de oxígeno. El proceso de digestión anaeróbica puede ser replicado y optimizado en un proceso de ingeniería utilizando estiércol como materia prima (16).

Según, (17) el biogás producido por la digestión anaeróbica típicamente está compuesto por metano (55 a 65 %), dióxido de carbono (35 a 45 %) y trazas de amonio y sulfuro de hidrógeno (1 – 10%). (18) menciona, que el estiércol de una vaca lechera tiene el potencial para generar alrededor de 2.57 m de biogás. Por otro lado (19) acota, que en Ecuador las fincas reportan desde 1.4 a 2.08 m /vaca/día por lo cual la producción puede depender de las condiciones particulares de cada lugar y cada territorio. En lo que respecta a la obtención de energía eléctrica sostenible de acuerdo con el biogás producido (20) menciona que un establo de 1000 vacas que generan 2000 m de biogás/día podrían generar hasta 2141 kw-h/día. Para el cálculo de energía eléctrica, se debe considerar el nivel de impurezas del biogás y el digestor utilizado (21), de la misma

manera el potencial energético proveniente del aprovechamiento del biogás generado en las explotaciones de ganado de carne a través de la generación de energía eléctrica representa un mercado importante por una gestión energética eficiente y sostenible en la producción de energías renovables en la provincia de Morona Santiago (22).

Según los investigadores (23); (24) indica que un biodigestor es un reactor químico simple donde se lleva a cabo la descomposición de desechos orgánicos, ya sea de origen animal o vegetal, con la finalidad de obtener productos aprovechables como biogás y en la mayoría de los casos, bioabono líquido, mejor conocido como biol, que se utiliza como fertilizante para la producción de alimentos agroecológica, adicional el gas metano se encuentra aproximadamente al 60% producto de su alto poder calorífico (25), (26), (27). Mientras tanto, (28) argumenta que el biodigestor ha logrado reducir los GEI, en un 30% en la industria animal en comparación con modelos convencionales de producción de energía. (29), (30), (31).

La integración de energías renovables, como el uso de biodigestores en las explotaciones ganaderas de carne de raza Charolais en Ecuador presenta una oportunidad multifacética desde una perspectiva sostenible, la adopción de estas biotecnologías, según (31) sostiene que puede ofrecer beneficios tanto a corto como a largo plazo para los ganaderos de la zona, si bien la inversión inicial puede ser considerable, los costos operativos a largo plazo tienden a disminuir en comparación con los sistemas tradicionales basados en combustibles fósiles. Además, esto puede mejorar la rentabilidad de las explotaciones ganaderas y contribuir a la sostenibilidad energética de los productores, (6).

En términos ambientales, para los investigadores (30). la integración de energías renovables en la ganadería Charolais puede tener un impacto significativo en la reducción de las emisiones de GEI, y otros contaminantes asociados con la producción ganadera intensiva, Los biodigestores permiten capturar y utilizar el metano generado por los desechos animales, reduciendo así mencionados contaminantes. En cuanto a la biotecnología, la implementación de biodigestores en las explotaciones ganaderas requiere un enfoque cuidadoso en el diseño, la instalación y el mantenimiento de estas infraestructuras.

## CONCLUSIONES

La integración de tecnologías de energías renovables, como biodigestores en las explotaciones ganaderas de raza Charolais en la provincia de Morona Santiago puede reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 30% dentro de los próximos cinco años, contribuyendo así a los objetivos de desarrollo sostenible 2030 y mitigar el cambio climático.

La adopción generalizada de energías renovables en el sector ganadero puede impulsar el crecimiento biotecnológico y la innovación del sector, aumentando la productividad agrícola, ganadera en un 15% y mejorando la competitividad internacional del país en términos de producción ganadera sostenible y resiliente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aleman LA, Ramones LU, Oviedo LR, Plaza LC. Efecto de la suplementación alimenticia y el *Axonopus scoparius* en terneros Charolais en el cantón Morona. *Cienc Digit*. 28 de julio de 2019;3(3.2):113-21.
2. Dumont B, Puillet L, Martin G, Saviotto D, Aubin J, Ingrand S, et al. Incorporating Diversity Into Animal Production Systems Can Increase Their Performance and Strengthen Their Resilience. *Front Sustain Food Syst* [Internet]. 16 de julio de 2020 [citado 9 de junio de 2024];4. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2020.00109>
3. Iñiguez-Morán V, Villa-Ávila E, Ochoa-Correa D, Larco-Barros C, Sempertegui-Álvarez R. Study of the Energy Efficiency of an Urban E-Bike Charged with a Standalone Photovoltaic Solar Charging Station and its Compliance with the Ecuadorian Grid Code No. ARCERNNR – 002/20. *Ingenius*. 24 de enero de 2023;(29):46-57.
4. Ciappina JCP, Urbano MR, Giglio TGF. Determinação de padrões comportamentais na operação dos sistemas de iluminação e climatização em edifícios comerciais. *Ambiente Construído*. 1 de noviembre de 2021;22:71-94.
5. Singh S, Negi T, Sagar NA, Kumar Y, Tarafdar A, Sirohi R, et al. Sustainable processes for treatment and management of seafood solid waste. *Sci Total Environ*. 15 de abril de 2022;817:152951.
6. Iram A, Cekmecelioglu D, Demirci A. Distillers' dried grains with solubles (DDGS) and its potential as fermentation feedstock. *Appl Microbiol Biotechnol*. 1 de julio de 2020;104(14):6115-28.
7. Firouzi S, Allahyari MS, Isazadeh M, Nikkhah A, Van Haute S. Hybrid multi-criteria decision-making approach to select appropriate biomass resources for biofuel production. *Sci Total Environ*. 20 de mayo de 2021;770:144449.
8. Xu M, Yang M, Sun H, Gao M, Wang Q, Wu C. Bioconversion of biowaste into renewable energy and resources: A sustainable strategy. *Environ Res*. 1 de noviembre de 2022;214:113929.
9. Mir N, Bicer Y. Integration of electrodialysis with renewable energy sources for sustainable freshwater production: A review. *J Environ Manage*. 1 de julio de 2021;289:112496.
10. Sun H, Khan AR, Bashir A, Alemzero DA, Abbas Q, Abudu H. Energy insecurity, pollution mitigation, and renewable energy integration: prospective of wind energy in Ghana. *Environ Sci Pollut Res*. 1 de octubre de 2020;27(30):38259-75.
11. Lotfy HR, Staš J, Roubík H. Renewable energy powered membrane desalination — review of recent development. *Environ Sci Pollut Res*. 1 de julio de 2022;29(31):46552-68.

12. Saqib N, Sharif A, Razzaq A, Usman M. Integration of renewable energy and technological innovation in realizing environmental sustainability: the role of human capital in EKC framework. *Environ Sci Pollut Res*. 1 de febrero de 2023;30(6):16372-85.
13. Fatma S, Hameed A, Noman M, Ahmed T, Shahid M, Tariq M, et al. Lignocellulosic Biomass: A Sustainable Bioenergy Source for the Future. *Protein Pept Lett*. 25(2):148-63.
14. Mehmood U, Agyekum EB, Tariq S, Ul Haq Z, Uhumamure SE, Edokpayi JN, et al. Socio-Economic Drivers of Renewable Energy: Empirical Evidence from BRICS. *Int J Environ Res Public Health*. enero de 2022;19(8):4614.
15. Moshari A, Aslani A, Zolfaghari Z, Malekli M, Zahedi R. Forecasting and gap analysis of renewable energy integration in zero energy-carbon buildings: a comprehensive bibliometric and machine learning approach. *Environ Sci Pollut Res*. 1 de agosto de 2023;30(40):91729-45.
16. Song M, Xu H, Shen Z, Pan X. Energy market integration and renewable energy development: Evidence from the European Union countries. *J Environ Manage*. 1 de septiembre de 2022;317:115464.
17. Shakoore A, Ahmed R, Ahmed Z, Khan U. Impact of subsectors of agriculture and economic growth on CO2 emissions in Pakistan: evidence from Environmental Kuznets Curve. *Environ Sci Pollut Res*. 1 de febrero de 2023;30(10):25728-39.
18. Amato HK, Hemlock C, Andrejko KL, Smith AR, Hejazi NS, Hubbard AE, et al. Biodigester Cookstove Interventions and Child Diarrhea in Semirural Nepal: A Causal Analysis of Daily Observations. *Environ Health Perspect*. enero de 2022;130(1):017002.
19. Kalaiselvan N, Glivin G, Bakthavatsalam AK, Mariappan V, Premalatha M, Raveendran PS, et al. A waste to energy technology for Enrichment of biomethane generation: A review on operating parameters, types of biodigesters, solar assisted heating systems, socio economic benefits and challenges. *Chemosphere*. 1 de abril de 2022;293:133486.
20. Duren RM, Thorpe AK, Foster KT, Rafiq T, Hopkins FM, Yadav V, et al. California's methane super-emitters. *Nature*. noviembre de 2019;575(7781):180-4.
21. Wang JL, Daniels WS, Hammerling DM, Harrison M, Burmaster K, George FC, et al. Multiscale Methane Measurements at Oil and Gas Facilities Reveal Necessary Frameworks for Improved Emissions Accounting. *Environ Sci Technol*. 18 de octubre de 2022;56(20):14743-52.
22. Moreno Cardona C. Aprovechamiento de biogás a partir de residuos de estiércol bovinos y residuos orgánicos de alimentos almacenados en un biodigestor en lotes. 2021 [citado 9 de junio de 2024]; Disponible en: <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/25016>
23. Bruning J, Robaina AD, Peiter MX, Chaiben Neto M, Rodrigues SA, Ferreira LD, et al. Economic performance of off-grid photovoltaic systems for irrigation. *Rev Bras Eng Agríc E Ambient*. 22 de agosto de 2022;27:57-63.

24. Aguilar García CA, Narváez Vanegas AM. Propuesta de un sistema de producción más limpia en el sector ganadero lechero mediante energías fotovoltaicas. Estudio de caso “Hacienda La Trinidad” Vereda de Sabaneca, Municipio de San Miguel de Sema - Chiquinquirá, Boyacá. 2018 [citado 9 de junio de 2024]; Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12495/3227>
25. García M, Montano B, Molgarejo J. La viabilidad del autoconsumo energético por medio de placas solares en los servicios del agua en España. *Rev Téc Energ.* 26 de julio de 2022;19(1):132-49.
26. Oliveira JD de, Orrico ACA, Leite BKV, Schwingel AW, Orrico Junior MAP, Avila MR de, et al. Anaerobic co-digestion of swine manure and forage at two harvesting ages. *Ciênc Rural.* 4 de octubre de 2021;52:e20200760.
27. Nogueira RGS, Perna Junior F, Tseu RJ, Rodrigues PHM. Dietary effects of cottonseed and vitamin E on greenhouse gas emissions from cattle feces analyzed in biodigesters. *Pesqui Agropecuária Bras.* 19 de mayo de 2023;58:e03037.
28. Souza RM de, Magalhães RR, Campos AT, Veloso AV. Modelo neuro-fuzzy para predição das emissões de CO<sub>2</sub> de dosagens de concreto para biodigestores na suinocultura. *Ambiente Construído.* 9 de septiembre de 2022;22:321-34.
29. Odales L, López E, López LM, Jiménez J, Barrera EL. Biofertilizer potential of digestates from small-scale biogas plants in the Cuban context. *Rev Cienc Agríc.* 10 de diciembre de 2020;37(2):14-26.
30. Villa LM, Orrico ACA, Akamine LA, Lucas Junior J de, Sunada N da S. Anaerobic co-digestion of swine manure with sweet potato or cassava in different C/N ratios. *Ciênc Rural.* 28 de agosto de 2020;50:e20190734.
31. Carvajal Mendez DR, Edinson Yadhír BR. ESTUDIO DE LA VIABILIDAD TÉCNICA Y FINANCIERA DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO APLICADO A UN PROCESO DE ORDEÑO MECÁNICO EN LA FINCA POZO COLORADO DE CERRITO SANTANDER. 27 de julio de 2021 [citado 9 de junio de 2024]; Disponible en: <http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/6984>

# SECADO POR CONVECCIÓN CON AIRE CALIENTE DE MANZANILLA (*Matricaria chamomilla L*) - ANÁLISIS DESDE LA PERSPECTIVA DE PROGRAMACIÓN EN PYTHON

## HOT AIR CONVECTION DRYING OF MATRICARIA (*Matricaria chamomilla L*) - ANALYSIS FROM A PYTHON PROGRAMMING PERSPECTIVE

María Fernanda Rojas Vallejo<sup>1</sup>, María Isabel Uvidia Fassler<sup>2</sup>, Andrea Fernanda Hidrobo Nina<sup>3</sup>,  
Pablo Martí Méndez Naranjo<sup>4</sup>

{mfrojas@unach.edu.ec<sup>1</sup>, muvidia@unach.edu.ec<sup>2</sup>, andrea.hidrobo@unach.edu.ec<sup>3</sup>, pmendez@unach.edu.ec<sup>4</sup>}

Fecha de recepción: 23 de abril de 2024 / Fecha de aceptación: 13 de junio de 2024 / Fecha de publicación: 14 de julio de 2024

**RESUMEN:** El objetivo de este estudio fue investigar el proceso de secado por convección con aire caliente, utilizando manzanilla (*Matricaria chamomilla L*). Experimentalmente se determinó el comportamiento del Porcentaje de Humedad Remanente (PHR) con respecto al tiempo de secado, para lo cual se emplearon tres temperaturas (40, 50 y 60 °C) a una velocidad constante correspondiente a 2 m/s. Los resultados experimentales del Porcentaje de Humedad Remanente se ajustaron a los modelos de secado Newton-Lewis, utilizando el programa Python (en tasa constante y tasa decreciente) para la modelación matemática de secado entre el índice de humedad residual, el tiempo y la temperatura de secado, realizando un control óptimo del proceso y garantizando la conservación de las propiedades composicionales de la manzanilla. La simplicidad del modelo de Newton-Lewis ilustra metódicamente una manera de controlar de manera óptima y precisa la deshidratación de manzanilla (*Matricaria chamomilla L*). Los resultados obtenidos en este estudio demuestran la viabilidad del modelo y su aplicación inmediata no solo en el proceso de secado de manzanilla sino también en plantas con similar contenido de agua en su composición. La aplicación de este modelo matemático permitirá controlar parámetros, para no sobre secar el producto, manteniendo la composición fisicoquímica de la manzanilla, además se mejora la eficiencia, calidad y sostenibilidad en los procesos de secado que desarrollan diversas industrias sin necesidad de realizar numerosos experimentos físicos, ahorrando tiempo y recursos. El método de Newton-Lewis es una técnica efectiva y simple para modelar la cinética de secado de plantas aromáticas como la manzanilla. La implementación en Python facilita en la cinética de secado permite ajustar parámetros y condiciones para optimizar los procesos de secado.

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Chimborazo, <https://orcid.org/0000-0002-7105-5530>

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Chimborazo, <https://orcid.org/0000-0001-7862-4460>

<sup>3</sup>Universidad Nacional de Chimborazo, <https://orcid.org/0009-0007-8573-1353>

<sup>4</sup>Universidad Nacional de Chimborazo, <http://orcid.org/0000-0002-3967-3718>

**Palabras clave:** *Proporción de humedad remanente, manzanilla (Matricaria chamomilla L), modelo de secado de Newton, Python*

**ABSTRACT:** The objective of this study was to investigate the convection drying process with hot air, using chamomile (*Matricaria chamomilla L*). Experimentally, the behavior of the Percentage of Remaining Humidity (PHR) was determined with respect to the drying time, for which three temperatures (40, 50 and 60 °C) were used at a constant speed corresponding to 2 m/s. The experimental results of the Remaining Moisture Percentage were adjusted to the Newton-Lewis drying models, using the Python program (in constant rate and decreasing rate) for the mathematical modeling of drying between the residual moisture index, time and temperature of drying, carrying out optimal control of the process and guaranteeing the conservation of the compositional properties of chamomile. The simplicity of the Newton-Lewis model methodically illustrates a way to optimally and precisely control the dehydration of chamomile (*Matricaria chamomilla L*). The results obtained in this study demonstrate the viability of the model and its immediate application not only in the chamomile drying process but also in plants with similar water content in their composition. The application of this mathematical model will allow controlling parameters, so as not to overdry the product, maintaining the physical-chemical composition of the chamomile, in addition, the efficiency, quality and sustainability of the drying processes carried out by various industries is improved without the need to carry out numerous experiments. physical, saving time and resources. The Newton-Lewis method is an effective and simple technique to model the drying kinetics of aromatic plants such as chamomile. The implementation in Python facilitates drying kinetics and allows parameters and conditions to be adjusted to optimize drying processes.

**Keywords:** *Proportion of remaining moisture, chamomile (Matricaria chamomilla L), Newton drying model, Python*

## INTRODUCCIÓN

La manzanilla (*Matricaria chamomilla L*) es una planta herbácea que pertenece a la familia de las asteráceas, conocida por sus propiedades nutricionales y medicinales, que son aprovechadas en la industria alimentaria, química y farmacéutica (1). Es una planta que se encuentra en varias partes del mundo resaltando su producción en países como Alemania, Inglaterra, España, Estados Unidos, Canadá, México, India, China, Egipto e Irán (2). La manzanilla es una planta que se adapta a diferentes condiciones, lo que ha contribuido a su distribución global (3). En Ecuador la manzanilla se cultiva en diferentes regiones, su cultivo puede variar según las condiciones climáticas y la altitud. Es conocida por ser resistente a diferentes tipos de suelos y climas (4).

La manzanilla en su composición posee un alto contenido de humedad que oscila entre el 80% y el 95% de agua, esta particularidad contribuye a que después de su cosecha la planta se marchite con facilidad, ocasionando el ataque de microorganismos, afectando su turgencia y apariencia y de esta manera acortando la vida útil de la planta (5). Es necesario buscar métodos de conservación de la manzanilla que permitan alargar su vida útil y su disponibilidad. Existen

diferentes métodos de conservación de plantas entre ellos se destaca la deshidratación (perdida de agua), método que permite prolongar la estabilidad de las plantas, prolongando la vida útil del producto, conservando sus propiedades nutricionales, reducción del peso y volumen del producto, versatilidad en el consumo y reducción de pérdidas económicas (6).

La deshidratación se refiere al proceso de eliminación de agua de las células y tejidos de una planta (7). Este proceso puede ocurrir naturalmente, como parte del ciclo de vida de la planta, o puede ser inducido artificialmente con fines específicos, como la conservación de alimentos, la preparación de hierbas secas o la producción de productos medicinales (8). Es importante destacar que la deshidratación debe realizarse cuidadosamente para preservar las propiedades composicionales de las plantas; métodos de secado inadecuados o excesivamente rápidos pueden afectar negativamente la calidad de las plantas secas y reducir sus beneficios (9). Es esencial considerar el método de deshidratación adecuado para cada planta y propósito específico, métodos como el secado al sol, la deshidratación por aire caliente, el uso de deshidratadores o la liofilización se seleccionan según la planta y el resultado deseado (10).

La calidad del secado de las plantas depende de varios factores que influyen en la retención de sus características organolépticas, compuestos beneficiosos y apariencia general (11). Es importante considerar el método de secado, la temperatura de secado, velocidad de secado y la humedad ambiental (12). La calidad del secado se refiere a la eficacia con la que se ha eliminado la humedad de un material o producto durante el proceso de secado (13). La importancia de la calidad del secado varía según el tipo de material o producto, ya que diferentes aplicaciones requieren niveles específicos de humedad residual (14). Es necesario controlar la cinética de secado, para esto se pueden implementar modelos matemáticos, utilizando diferentes ecuaciones matemáticas que permitan determinar el comportamiento de la planta durante el proceso de deshidratación. En la Tabla 1 se describen distintos modelos matemáticos que permiten determinar la cinética del secado.

*Tabla 1: Modelos matemáticos para determinar la cinética del secado*

<b>Modelo</b>	<b>Ecuación</b>
Page Modificado	$MR = \exp[-(k \cdot t)^n]$
Newton Lewis	$MR = \exp(-k \cdot t)$
Henderson and Pabis	$MR = a \cdot \exp(-k \cdot t)$
Logarítmico	$MR = a \cdot \exp(-k \cdot t) + c$
Curva característica	$Y = Ax + B$
Wang and Singh	$MR = at + bt + 1$
Thompson	$t = a \cdot [n \cdot (MR)] + b \cdot \ln(MR)$



Investigaciones realizadas indican los comportamientos de las plantas en la cinética del secado, sin embargo, no se encuentran reportes sobre el secado por convección con aire caliente de la manzanilla (*Matricaria chamomilla* L). Esta deficiencia de información restringe severamente el secado óptimo y preciso que se debe realizar a la manzanilla. El objetivo de esta investigación fue estudiar el secado por convección con aire caliente de manzanilla, determinando relaciones matemáticas entre la PHR, tiempo y temperatura de secado que permitan un control adecuado y preciso del proceso de deshidratación sin causar alteraciones en las propiedades composicionales del producto. Para este estudio se aplicó el modelo de Newton Lewis en Python como lenguaje de alto nivel de programación utilizado en la ciencia de datos y el machine learning.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación empleo un método experimental para analizar la cinética de secado, estudiando sistemáticamente los comportamientos de la Manzanilla (*Matricaria chamomilla*. L) para obtener datos precisos durante el proceso de secado en consideración al tiempo y temperatura. En este estudio se utilizó el programa Python, para obtener datos experimentales más eficientes, ajustando modelos matemáticos cinéticos y visualizando resultados más eficientes y contralados.

Secado en el laboratorio: En este estudio se utilizaron ramas de manzanilla (15 cm), recolectadas en la provincia de Chimborazo- Cantón Alausí. El proceso de secado se efectuó en un secador eléctrico, compuesto por un sistema de ventilación con flujo de aire y temperatura controlada. Con el fin de conservar su calidad composicional y turgencia la velocidad del secado se incrementa elevando la temperatura tanto como sea admisible para el producto y su calidad final, el aumento excesivo de temperatura podría comprometer las propiedades físicas, químicas o biológicas de la planta (15). El secador es capaz de suministrar un flujo de aire con una temperatura controlada desde 30 a 100 °C y con una velocidad en el rango de 0,1 a 3,0 m/s  $\pm 0,05$  (determinadas por un anemómetro). El pesaje de las muestras se efectuó en una balanza electrónica de precisión 0,01.

Determinación de la de humedad remanente: La proporción de humedad remanente se refiere a la cantidad de humedad que queda en la manzanilla después de un proceso de secado o deshidratado (16). Esta proporción es importante en diversas industrias, ya que la presencia de humedad residual puede afectar las propiedades y la calidad del producto final (17). La determinación de la humedad remanente se expresa generalmente como un porcentaje del peso del material.

$$\text{Humedad Remanente (\%)} = (\text{Peso Inicial} - \text{Peso Seco}) \times 100$$

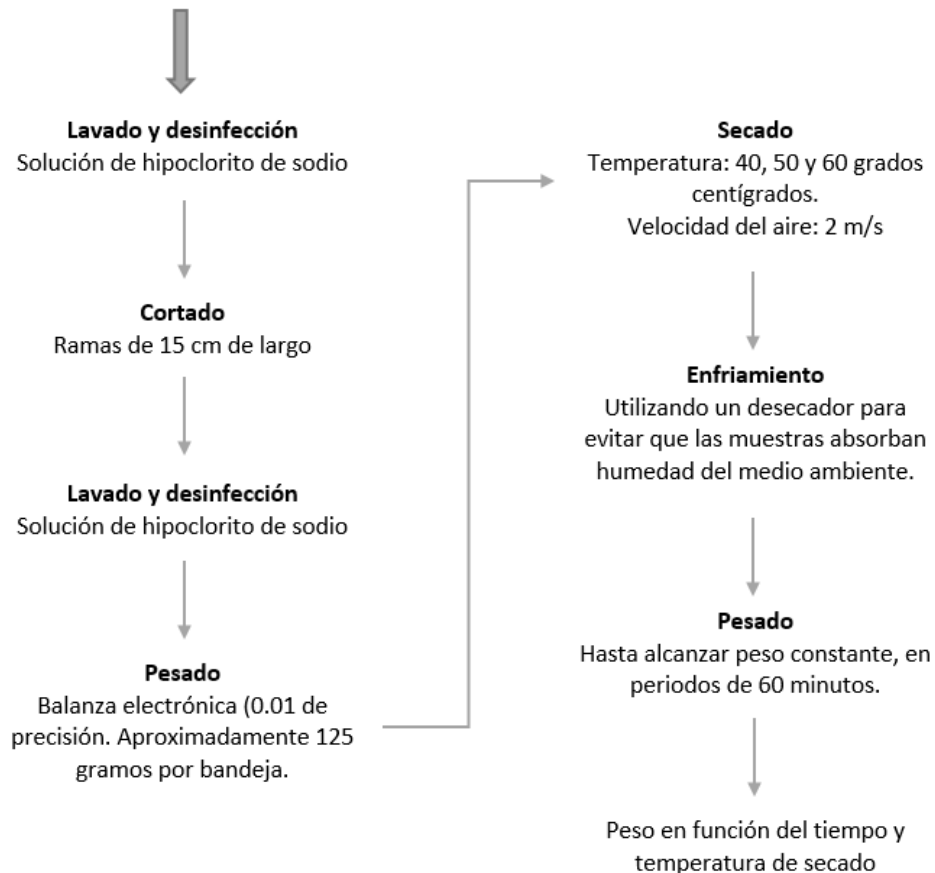
(1)

*Peso Inicial:* Es el peso en gramos de la manzanilla antes del proceso de secado.

*Peso Seco:* Es el peso en gramos de la manzanilla después de completar el proceso de secado.

En la Figura 1 se ilustran los pasos seguidos para determinar la PHR. Las ramas de manzanilla fueron secadas con aire caliente a una velocidad de 2 m/s, a temperaturas de 40, 50 y 60 °C, se realiza un pesaje antes y después durante un tiempo determinado.

## SECADO POR CONVECCIÓN CON AIRE CALIENTE DE MANZANILLA (*Matricaria chamomilla L*) - ANÁLISIS DESDE LA PERSPECTIVA DE PROGRAMACIÓN EN PYTHON



**Figura 1:** Secuencia de eventos ejecutados para obtener la proporción de humedad remanente

Es crucial determinar la humedad remanente para garantizar que la manzanilla esté dentro de los límites aceptables para su aplicación específica. Demasiada humedad remanente puede provocar problemas como deterioro, presencia de microorganismos y pérdida de estabilidad. Por otro lado, un secado excesivo puede resultar en la pérdida de propiedades importantes de la manzanilla. La medición precisa de la humedad remanente se logra a través de técnicas como el uso de instrumentos de medición de humedad, como los analizadores de humedad.

Estos dispositivos permiten obtener resultados más precisos y rápidos que los métodos tradicionales, como el secado en estufa y el pesaje constante. Es importante ajustar el proceso de secado según los requisitos del material y la aplicación final para garantizar que se alcance la humedad remanente deseada (18).

Velocidad de secado: La velocidad de secado se refiere a la rapidez con la que se elimina la humedad de la manzanilla durante el proceso de secado. Esta velocidad es un parámetro clave en numerosas industrias, ya que afecta la eficiencia del proceso y puede tener un impacto directo en la calidad del producto final (19). El tipo de manzanilla, humedad relativa, temperatura, flujo de aire, espesor del material y propiedades del agua son factores que influyen en la velocidad del secado. La velocidad de secado debe ser gestionada cuidadosamente para evitar problemas como la formación de grietas, la pérdida de propiedades del material o la variación de calidad. Un

equilibrio adecuado entre la velocidad de secado y la preservación de las características del material es esencial para obtener resultados óptimos (20).

La velocidad o rapidez del secado puede determinarse aplicando la siguiente ecuación:

$$\text{Velocidad de Secado} \left[ \frac{\text{gramos de agua}}{\text{unidad de tiempo}} \right] = \frac{dh(t)}{dt} \approx \frac{h(t + \Delta t) - h(t)}{\Delta t} \quad (2)$$

*dh*: proporción remanente de agua; *t*: tiempo; *k*: constante; *h*: humedad

Modelado del secado: El modelado del secado implica la formulación de ecuaciones matemáticas que describan cómo la humedad de un material disminuye con el tiempo durante el proceso de secado. Estos modelos son herramientas valiosas para entender y optimizar el proceso de secado. Es crucial validar estos modelos con datos experimentales para asegurar su aplicabilidad y precisión. Los parámetros del modelo se ajustan utilizando datos reales de secado (21). La elección del modelo depende del material y las condiciones específicas del proceso de secado. Es común utilizar modelos combinados o modificados para abordar características particulares del material y del sistema de secado (22). Los modelos son herramientas valiosas para diseñar y optimizar procesos de secado en diversas industrias.

Estudios evidencian un gran número de modelos matemáticos que se han ajustado a datos experimentales de la PHR durante el secado de plantas aromáticas (23,24). En este estudio se utiliza el modelo de Newton (25). Este modelo teóricamente derivado al asumir consideraciones que simplifican las soluciones en series de la segunda ley de Fick, además de considerar que existe una relación directa entre el contenido promedio de agua y el tiempo de secado (26).

$$PHR(t) = \exp\left(-\frac{t}{k_N}\right)$$
$$PHR(t) = a_M \exp(-b_M t^n) + c_M t \quad (3)$$

$a_M$ ,  $b_M$ ,  $c_M$  y  $k_N$ : constantes derivadas del ajuste estadístico

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La determinación de la proporción de humedad remanente con respecto al tiempo se determinó experimentalmente empleando tres temperaturas de secado: 40 °C, 50 °C y 60 °C, para lo cual se realizó un pesaje de las muestras de manzanilla antes de iniciar el proceso de secado y posteriormente se realizó un pesaje hasta que el peso no disminuya significativamente (peso constante). El proceso de secado concluye cuando el peso de la muestra se mantiene constante

**SECADO POR CONVECCIÓN CON AIRE CALIENTE DE MANZANILLA (*Matricaria chamomilla* L) - ANÁLISIS DESDE LA PERSPECTIVA DE PROGRAMACIÓN EN PYTHON**

en varias mediciones sucesivas. En la Tabla 2 se indican los datos utilizados para el modelado del secado y la relación entre el tiempo y la temperatura de secado.

**Tabla 2:** Registros experimentales de los valores de la PHR durante el secado

Temperatura (°C)	Tiempo (horas)	Peso De La Humedad (gramos)	Humedad (gramos)	Humedad (%)
40	0	50,58	0,00	100,00
	1	37,77	12,82	74,66
	2	26,23	24,35	51,86
	3	15,30	35,28	30,25
	4	9,37	41,22	18,52
	5	8,48	42,10	16,77
50	0	50,53	0,00	100,00
	1	19,60	30,93	38,79
	2	8,43	42,10	16,69
	3	7,90	42,63	15,63
60	0	50,43	0,00	100,00
	1	13,30	37,13	26,37
	2	8,88	41,55	17,61

Modelamiento de secado: El modelamiento de secado implicó la formulación de ecuaciones que describen cómo cambia la humedad en un material a lo largo del tiempo durante el proceso de secado, para lo cual se empleó el modelo matemático de Newton-Lewis como se indica en la Tabla 3.

**Tabla 3:** Modelamiento de secado

MODELO	TEMPERATURA	K	R2	RMS
Newton-Lewis	40	0,30682	0,99081655	1,47910
	50	1,22650	0,99763636	0,84281
	60	2,12829	1	4,59E-15

Modelamiento de secado mediante Python: De acuerdo con la aplicación del modelo de Newton en el secado de manzanilla (*Matricaria chamomilla*) se indican las curvas correspondientes para los valores del porcentaje de humedad remanente. Se recomienda usar los resultados determinados con cautela, pues las estimaciones del tiempo son sobreestimaciones y son el resultado de usar el modelo de Newton-Lewis, el cual a su vez representa una aproximación al proceso de secado de una rama de 15 cm de manzanilla.

En la Figura 2 se observan los porcentajes de humedad remanente, porcentajes que fueron ajustados al modelo de secado de Newton, se determina que la constante  $k_N$  derivada de cada uno de los ajustes que varía en concordancia con la temperatura de secado  $T_s$ . Para estimar el

tiempo del proceso de secado ( $t_s$ ) de acuerdo con el porcentaje de humedad remanente, determinamos  $t = t_s$  y calculamos.

$$t_s = (a_0 + a_1 T_s + a_2 T_s^2) \ln[PRH(t_s)]$$

$t_s$ : tiempo proceso de secado;  $T_s$ : temperatura de secado;  $k_N$ : constante

(4)

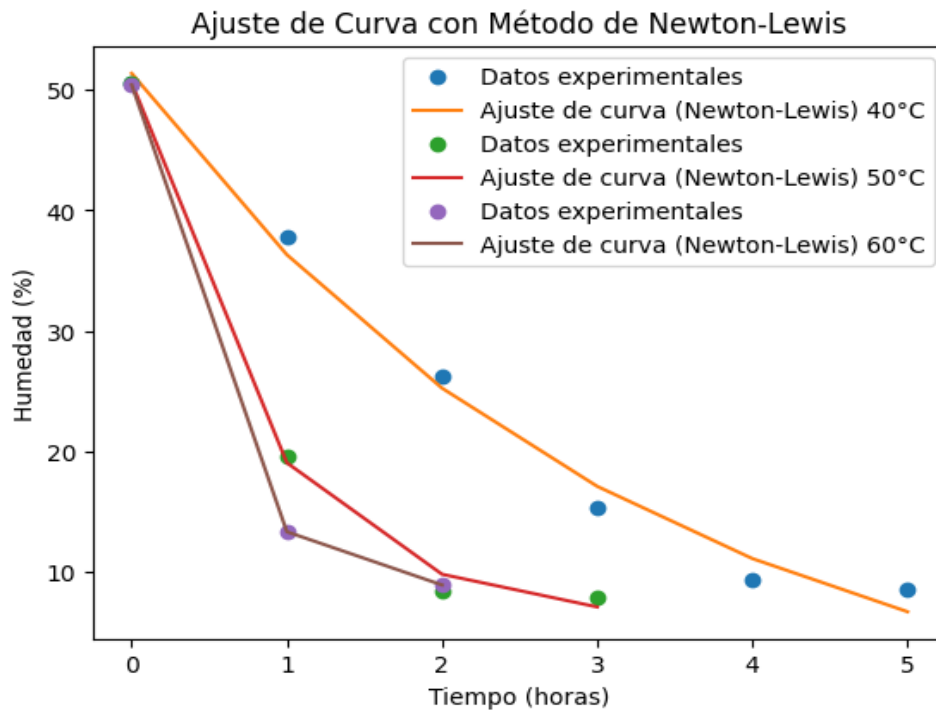


Figura 2: Modelo de secado de Newton a los valores experimentales de la PHR - Python

Discusión: En este estudio la determinación de la proporción de humedad remanente con respecto al tiempo se determinó experimentalmente empleando tres temperaturas de secado: 40, 50 °C y 60 °C, estas temperaturas de secado concuerdan con (27) quienes realizaron el estudio de la cinética de secado de tomillo utilizando temperaturas bajas para mantener las propiedades fisicoquímicas de la planta. Los datos obtenidos en esta investigación son similares a los resultados obtenidos de (28) donde podemos notar que existe una pérdida de humedad y peso de las muestras en las primeras tres horas del proceso de secado, llegando a un peso constante de aproximadamente 10 gramos.

Se utilizó la ecuación del modelo de Newton-Lewis para ajustar nuestros datos experimentales. Según (29) el modelo de Newton- Lewis es un modelo matemático simplificado que describe la cinética de secado de un producto, para lo cual asume que la tasa de secado es proporcional a la diferencia entre el contenido de humedad del producto y el contenido de humedad de equilibrio, para lo cual en este estudio se definieron datos experimentales del peso de muestras de manzanilla (*Matricaria chamomilla L*) con respecto al tiempo y determinando el contenido de

humedad de las muestras de manzanilla. La aplicación del modelo matemático en Newton-Lewis para la cinética de secado en Python, permite ajustar modelos de manera eficiente y precisa, reduciendo la necesidad de cálculos manuales. Los algoritmos numéricos en Python son precisos y confiables, lo que garantiza que los resultados del ajuste de modelos sean robustos y reproducibles.

## CONCLUSIONES

En este artículo se ha determinado el comportamiento de ramas de manzanilla (*Matricaria chamomilla L*), durante el proceso secado por convección con aire caliente, empleando tres temperaturas de secado (40, 50 y 60 °C) y aplicando una velocidad constante del aire de secado igual a 2 m/s. Los resultados determinados al aplicar el modelo matemático de Newton con respecto al Porcentaje de Humedad Remanente (PHR) estadísticamente son aceptables, demostrando su efectividad y aplicabilidad en el proceso de secado.

La aplicación de este modelo ha permitido determinar una modelación matemática simple entre la PHR, tiempo y temperatura de secado, lo que resulta ser importante en la industria del secado de plantas, endosando un proceso de secado óptimo y preciso que garantice la conservación de las propiedades composicionales, organolépticas y texturales de la manzanilla.

La aplicación de modelos matemáticos mediante la programación en Python es una práctica común y eficiente. Python es un lenguaje de programación versátil y ampliamente utilizado que ofrece diversas bibliotecas científicas y herramientas para trabajar con modelos matemáticos, definiendo una función de modelo exponencial que representa el modelo matemático exponencial de secado, generando datos experimentales de humedad en función del tiempo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rígola Mateo. (2019). Manzanilla: 7 propiedades y beneficios de esta planta. *Vida Saludable*, 7, 1–15. Recuperado de <https://psicologiyamente.com/vida/manzanilla>
2. López Gamboa, Y., Arteaga Yanez, Y., & Ortega Guevara, NM (2023). Educación Sanitaria en una Comunidad Vulnerable mediante el uso de Plantas Medicinales. Caso Sabanilla. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7 (2), 3913–3926. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i2.5618](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5618)
3. Srivastava, JK, Shankar, E. y Gupta, S. (2010). Manzanilla: una medicina herbaria del pasado con un futuro brillante. *Informes de medicina molecular*, 895–901. Obtenido de <https://www.spandidos-publications.com/mmr/3/6/895>
4. Bermúdez del Sol, E., Pazmiño, C., & Neira, J. (2022). Uso tradicional de las plantas medicinales por la población del Cantón Salcedo, Cotopaxi, Ecuador. *Zenodo*, 41 (3), 208–215. Obtenido de <http://doi.org/10.5281/zenodo.6743038>
5. Melo-Guerrero, MM, Ortiz-Jurado, DE y Hurtado-Benavides, AM (2020). Comparación de la composición y de la actividad antioxidante del aceite esencial de manzanilla (*Matricaria chamomilla L.*) obtenida mediante extracción con fluidos supercríticos y otras técnicas

- verdes. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* , 44 (172), 845–856. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.862>
6. Herrera Velázquez, M. del R., Rodríguez Palmero, O., & Torregrosa Cortiñas, L. (2017). Plantas popularmente antihipertensivas en Jipijapa, Manabí. Mito y realidad. *Revista Amazónica. Ciencia y Tecnología* , 6 (2), 113–125. <https://doi.org/10.59410/racyt-v06n02ep03-0081>
  7. Hilbay, R., Chamoro Armas, SE, González Escudero, MA y Palacios Cabrera, TA (2016). Reingeniería en los procesos de secado, molienda y tamizado de plantas aromáticas para mejorar la calidad de los derivados, caso: Empresa JAMBI KIWA. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo* , 1 (1), 89–99. <https://doi.org/10.29166/revfig.v1i1.47>
  8. Peña Cruz, Sc, & Parra Gutiérrez, He (2015). Diseño Y Construcción De Un Liofilizador Para El Secado De Plantas Aromáticas. *Universidad Santo Tomás* , 8 (diciembre), 1–143.
  9. Vargas Corrales, V. (2012). Elaboración de té aromático a base de plantas cedrón (*aloysiacitrodora*) y toronjil (*mellisaofficinalis*) procesado con stevia (*steviarebaudiana bertonii*) endulzante natural, utilizando el método de deshidratación. *Universidad Técnica De Cotopaxi Unidad Académica De Ciencias Agropecuarias Y Recursos Naturales* , 123.
  10. Ramírez, J., Cortés, M., & Hincapié, CA (2019). Optimización del proceso de liofilización y comparación con el secado por convección de estragón ruso (*Artemisia dracunculus* L.). *Acta Agronómica* , 68 (3), 167-174.
  11. Ramírez, J., Cortés, M., & Hincapié, CA (2019). Optimización del proceso de liofilización y comparación con el secado por convección de estragón ruso (*Artemisia dracunculus* L.). *Acta Agronómica* , 68 (3), 167-174.
  12. López-Mejía, N., Andrade-Mahecha, MM, & Martínez-Correa, HA (2019). Modelamiento matemático de la cinética de secado de espagueti enriquecido con pulpa de zapallo deshidratada (*Cucurbita moschata*). *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica* . <https://doi.org/10.31910/rudca.v22.n1.2019.1151>
  13. Marulanda-Meza, S. y Burbano-Jaramillo, JC (2021). Evaluación energética de un deshidratador solar tipo túnel para frutas. *Revista UIS Ingenierías*, 20 (2). <https://doi.org/10.18273/revuin.v20n2-2021003>
  14. Espinoza Calderón, GA, Taipe Lucas, C., & Taipe Yalli, M. (2021). Modelamiento matemático del proceso de deshidratado de china konoca (*Xenophyllum poposum*) por aire caliente. *Revista Alfa*, 5 (13), 98–108. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v5i13.102>
  15. Saiz Jiménez, J. Á., & Cornejo Royo, L. (2014). SECADO DE ALIMENTOS MEDIANTE ENERGÍA SOLAR. *3C Tecnología\_Glosas de Innovación Aplicadas a La Pyme*, 3(4), 234–244. <https://doi.org/10.17993/3ctecno.2014.030411.234-244>
  16. Mendoza, S., Mercado, B., José, L., Vanegas, B., Fernández, Q., Vertel, M., & Melba, L. (2014). Cinética de secado de yuca (*Manihot esculenta* Crantz ) variedad CORPOICA M-tai en función de la temperatura y velocidad del aire. *ION* , 27 (2), 29–42.
  17. Vega Gálvez, A., Tello Irlanda, C., & Lemus Mondaca, R. (2007). Simulación Matemática Del Proceso De Secado De La Gracilaria chilena (*Gracilaria Chilensis*). *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 15 (1). <https://doi.org/10.4067/s0718-33052007000100008>
  18. Romero y Otiniano, P., & Vicuña Galindo, E. (2008). Determinación de las curvas de secado mediante un secador de bandeja, en el proceso de bentonita activada con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) a nivel piloto. *TECNIA*, 18 (1), 49–58. <https://doi.org/10.21754/tecnia.v18i1.362>

19. Alvis Celis, R. (2020). Efecto de temperatura y velocidad de secado en la actividad antioxidante de la mashua (*Tropaeolum tuberosum*) en el secado en bandejas. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, 3 (1), 16. <https://doi.org/10.25127/ucni.v3i1.587>
20. Urbina, J. F., Escobedo, M. J., & Zavaleta, B. L. (2018). Estudio experimental para el diseño y evaluación de un secador de bandejas móvil. *Big Bang Faustiniiano*, 0(0), 7–10. Retrieved from <http://revistas.unjfsc.edu.pe/index.php/BIGBANG/article/view/237/235>
21. Córdova, J. S., Juárez, J. R., & Cerrón, L. M. (2013). C-Pisum sativum L. (arveja verde) variedad USUI. *Ciencia e Investigación*, 16(2), 61–63. <https://doi.org/10.15381/ci.v16i2.9957>
22. Bazarro-Vera, K., Cevallos-Cedeño, M., & Vilcacundo-Alcívar, A. (2020). Cinética de deshidratación de la uva (*Vitis Vinifera* L.). *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*, 3(6), 23–32. <https://doi.org/10.46296/ig.v3i6.0016>
23. Akpınar, E. K., Bicer, Y. y Midilli, A. 2003a. Modelind and Experimental Study on Drying of Apple Slices in a Convective Cyclone Dryer. *Journal of Food Process Engineering*, 26(6), 515–541. <http://doi.org/10.1111/j.1745-4530.2003.tb00654.x>
24. Akpınar, E., Midilli, A. y Bicer, Y. 2003b. Single layer drying behaviour of potato slices in a convective cyclone dryer and mathematical modeling. *Energy Conversion and Management*, 44(10), 1689-1705. [http://doi.org/10.1016/S0196-8904\(02\)00171-1](http://doi.org/10.1016/S0196-8904(02)00171-1)
25. Ayensu, A. 1997. Dehydration of food crops using a solar dryer with convective heat flow. *Solar Energy*, 54(4-6), 121-126
26. Motevali, A., Minaei, S., Khoshtaghaza, M. H., Kazemi, M. y Mohamad Nikbakht, A. 2010. Drying of Pomegranate Arils: Comparison of Predictions from Mathematical Models and Neural Networks. *International Journal of Food Engineering*, 6(3), 1-20. <http://doi.org/10.2202/1556-3758.1889>
27. Rocha, RP da, Melo, E. de C., Corbín, JB, Berbert, PA, Donzeles, SML, & Tabar, JA (2012). Cinética del secado de tomillo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 16 (6), 675–683. <https://doi.org/10.1590/s1415-43662012000600013>
28. Hilbay, R., Chamoro Armas, SE, González Escudero, MA y Palacios Cabrera, TA (2016). Reingeniería en los procesos de secado, molienda y tamizado de plantas aromáticas para mejorar la calidad de los derivados, caso: Empresa JAMBI KIWA. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 1 (1), 89–99. <https://doi.org/10.29166/revfig.v1i1.47>
29. Villalba Vidales, J., & Arzola de la Peña, N. (2019). Estudio experimental sobre el secado de bagazo de caña de azúcar panelera. *Scientia et Technica* , 24 (1), 25. <https://doi.org/10.22517/23447214.18541>



# EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE PLANTACIONES DE *TECTONA GRANDIS* L. F. EN LOS CANTONES QUEVEDO, MOCACHE Y VALENCIA, PROVINCIA DE LOS RÍOS

## EVALUATION OF THE GROWTH OF PLANTATIONS OF *TECTONA GRANDIS* L. F. IN THE CANTONS OF QUEVEDO, MOCACHE AND VALENCIA, PROVINCE OF LOS RÍOS

César Alberto Cabrera Verdesoto<sup>1</sup>, Vladimir Eduardo Sarmiento Holguin<sup>2+</sup>, Guillermo Law Blanco<sup>3</sup>, Darwin Marcos Salvatierra Pilozo<sup>4</sup>, Juan Manuel Guerreo Calero<sup>5</sup>, Valeria Lissette Cali Ligua<sup>6</sup>

{cesar.cabrera@unesum.edu.ec<sup>1</sup>, sarmientoholguin16@gmail.com<sup>2</sup>, lawblanco17@gmail.com<sup>3</sup>, darwin.salvatierra@unesum.edu.ec<sup>4</sup>, juan.guerrero@unesum.edu.ec<sup>5</sup>, valeriacali.15@hotmail.com<sup>6</sup>}

Fecha de recepción: 13 de febrero de 2024

/ Fecha de aceptación: 13 de junio de 2024

/ Fecha de publicación: 14 de julio de 2024

**RESUMEN:** El presente estudio se realizó en plantaciones de *Tectona grandis* L.f., de 6 años, en los cantones Valencia, Mocache y Quevedo, donde se establecieron parcelas permanentes de muestreo. Este trabajo busca evaluar el crecimiento de *T. grandis* L.f., demostrar la mejor localidad en el desarrollo de la especie, además determinar el crecimiento medio anual y calcular el volumen promedio de las plantaciones en los tres cantones. Se consideran las tres localidades como tratamientos y se tomaron seis repeticiones (tres parcelas por sitios) las parcelas se establecieron en un diseño completamente al azar. Las parcelas fueron de 1000 m<sup>2</sup> en los cuales se midieron las variables altura, DAP, área basal y volumen, las cuales se calcularon los incrementos medios anuales para cada localidad. Las variables se registraron durante tres años consecutivos. El IMA en volumen, área basal y DAP para *T. grandis*, Valencia fue la que registro mejores promedios, según la prueba de Duncan al 5 % de probabilidades de error, (2,82 IMA DAP cm/año), (3,09 IMA AB m<sup>2</sup>/ha/año y 25,84 IMA volumen m<sup>3</sup>/ha/año), mientras la variable IMA en altura, no presentó diferencias significativas para Valencia, Mocache y Quevedo. El promedio del volumen/ha y área basal/ha, mostraron diferencias significativas, siendo Valencia que obtuvo los mayores valores con (162,42 m<sup>3</sup>/ha y 17,82 m<sup>2</sup>/ha), mientras Quevedo obtuvo los resultados más bajos. En base a los resultados alcanzados se acepta la hipótesis planteada, la localidad de Valencia presenta mayor crecimiento dasométrico para *T. grandis* L.f.

**Palabras clave:** Crecimiento, parcelas, permanentes, variables dasométrica

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

<sup>2</sup>Ingeniera Forestal, Profesional autónomo+, <https://orcid.org/0009-0003-9238-5453>

<sup>3</sup>Ingeniero Forestal, Profesional autónomo, <https://orcid.org/0009-0009-0340-3589>

<sup>4</sup>Universidad Estatal del Sur de Manabí, <https://orcid.org/0000-0002-2659-4471>

<sup>5</sup>Universidad Estatal del Sur de Manabí, <https://orcid.org/0000-0002-1356-0475>

<sup>6</sup>Ingeniera Forestal, Profesional autónomo, <https://orcid.org/0000-0002-9926-6161>

**ABSTRACT:** The present study was carried out in plantations of *Tectona grandis* L. f., 6 years old, in the cantons of Valencia, Mocache and Quevedo, where permanent sampling plots were established. This work seeks to evaluate the growth of *T. grandis* L.f., demonstrate the best locality in the development of the species, also determine the average annual growth and calculate the average volume of the plantations in the three cantons. The three locations are considered as treatments and six repetitions were taken (three plots per site). The plots were established in a completely randomized design. The plots were 1000 m<sup>2</sup> in which the variables height, DAP, basal area and volume were measured, from which the average annual increases were calculated for each location. The variables were recorded for three consecutive years. The IMA in volume, basal area and DBH for *T. grandis*, Valencia was the one that registered the best averages, according to the Duncan test at 5% probability of error, (2.82 IMA DBH cm/year), (3.09 IMA AB m<sup>2</sup> /ha/year and 25.84 IMA volume m<sup>3</sup>/ha/year), while the IMA variable in height did not present significant differences for Valencia, Mocache and Quevedo. The average volume/ha and basal area/ha showed significant differences, with Valencia obtaining the highest values with (162.42 m<sup>3</sup>/ha and 17.82 m<sup>2</sup>/ha), while Quevedo obtained the lowest results. Based on the results achieved, the proposed hypothesis is accepted, the town of Valencia presents greater dasometric growth for *T. grandis* L.f.

**Keywords:** Growth, plots, permanent, dasometric variables

## INTRODUCCIÓN

La *T. grandis* L. f., es una especie forestal originaria de la India, Tailandia y Laos. Se introdujo en América hace 100 años (4), esta especie ha ganado rápidamente un puesto preferencial en el mercado mundial debido a la apariencia atractiva de su madera y su resistencia a enfermedades, entre otras razones. La teca se proyecta como una especie importante en las exportaciones madereras globales (3).

La *T. grandis* L. f., es la especie más manejada en plantaciones forestales a nivel mundial. Históricamente, se aprovechaba en turnos de ochenta a cien años, pero actualmente, los turnos para la producción de madera comercial han disminuido. Para el manejo de la teca, es necesario considerar ciertas características únicas (19). Por ejemplo, variables fisiográficas, edáficas y climáticas están relacionadas con la productividad de esta especie. En Costa Rica, estudios han encontrado que el déficit hídrico, la temperatura media anual, la resistencia a la penetración del suelo y el contenido de calcio a una profundidad menor a 0.20 m son variables significativas para evaluar la calidad del sitio mediante métodos indirectos. Las plantaciones de teca mejoran la calidad de los sitios, en Tailandia se ha determinado incrementos de materia orgánica en plantaciones de cuatro años y al año 15 había aumentado el pH, la capacidad de intercambio catiónico (CIC), el fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y el magnesio (Mg) (5).

(6), en su investigación han identificado que los factores limitantes para la especie incluyen suelos poco profundos, compactados y con bajos contenidos de calcio (Ca) y magnesio (Mg), en terrenos

con pendientes moderadas a fuertes y terrenos mal drenados. De esta misma manera, (1) declara que, la teca es una especie que requiere altos contenidos de calcio (Ca) para su desarrollo.

El desarrollo reciente y a gran escala de plantaciones comerciales intensivas en la región ha favorecido la participación de diversos sectores en la investigación, con el fin de comprender mejor la silvicultura de la teca y lograr altas productividades de la especie (11).

Los estudios sobre el crecimiento de la teca en América Tropical son relativamente recientes, con investigaciones que datan de las últimas cuatro o cinco décadas. En Ecuador, los primeros estudios se remontan a la década de los años 70, pero los trabajos más significativos, utilizando datos de parcelas permanentes o análisis fustal, comenzaron en los años 90. Hasta la fecha, estos análisis continúan siendo un desafío para interpretar la calidad de las plantaciones y la respuesta de la especie a diferentes zonas.

El volumen total de un árbol típicamente se estima a partir de ecuaciones de volumen, lo cual es útil y práctico para conocer el volumen total del árbol (15). Esta información es ventajosa para analizar e interpretar parámetros de evaluación dasométricos, detallando las existencias de madera en rodales o plantaciones de teca.

Las características más relevantes de la *T. grandis* L. f son: es una especie de alto valor de mercado, con mercado creciente y asegurado, tanto a nivel nacional como externo; de rápido crecimiento y turnos relativamente cortos de 18-25 años o menos, dependiendo de la calidad del sitio seleccionado; una ventaja con esta especie es que se dispone de germoplasma adecuado y con procesos de mejoramiento en marcha (huertos semilleros, huertos clonales) (15).

Este estudio tiene como objetivo general evaluar el crecimiento de *T. grandis* L. f. en plantaciones de Quevedo, Mocache y Valencia, con el propósito de generar líneas de acción para el manejo y aprovechamiento sostenible de la especie en estos cantones. Con la información obtenida, se integrará estadísticamente un modelo matemático que permita determinar con claridad el crecimiento de la teca en las distintas zonas propuestas en este trabajo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

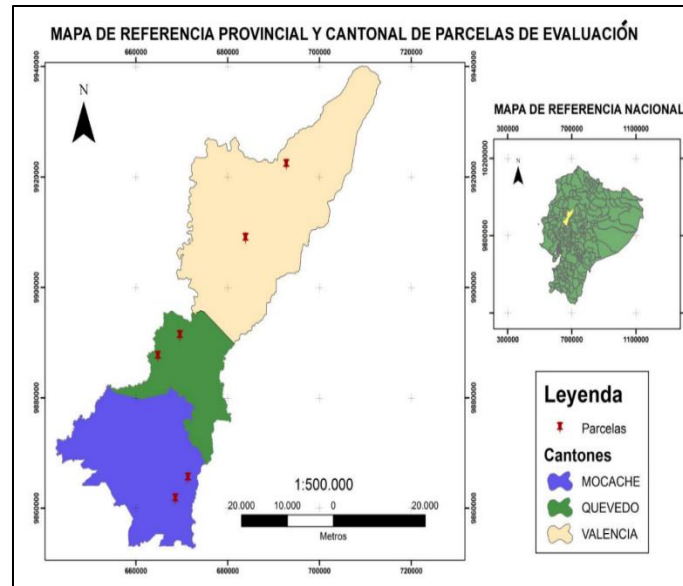
El presente estudio es de tipo descriptivo, con un enfoque de esta investigación es método inductivo, el cual se refiere al movimiento del pensamiento que va de los hechos particulares a afirmaciones de carácter general. Esto implica pasar de los resultados obtenidos de observaciones o experimentos al planteamiento de hipótesis, leyes y teorías.

### Descripción del área de estudio

En los cantones de la provincia de Los Ríos, Quevedo, Mocache y Valencia, los que están ubicados entre 75-200 metros sobre el nivel del mar aproximadamente, tal como se observa en la Figura 1.

### Contexto geográfico

**EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE PLANTACIONES DE *TECTONA GRANDIS* L. F. EN LOS CANTONES QUEVEDO, MOCACHE Y VALENCIA, PROVINCIA DE LOS RÍOS**



**Figura 1:** Ubicación del área de estudio

**Unidad de muestreo**

En los cantones, Mocache, Valencia y Quevedo, el registro de datos se realizó en las unidades de muestreo, localizadas en las coordenadas UTM, las cuales se describen en el siguiente Tabla 1.

**Tabla 1:** Coordenadas de los sitios evaluados en los cantones Mocache, Valencia y Quevedo

Cantones	Sitio	Propietario	Coordenadas UTM	
<b>Mocache</b>	Chonta	Luis Veliz	0668612	9861598
	Independencia	Gabriel Morales	0671350	9865387
<b>Valencia</b>	San Pablo	José Rodríguez	0683893	9908812
	Lampa	Eulogio Bravo	0692780	9922158
<b>Quevedo</b>	Lechugal	Municipio Quevedo	0669603	9991188
	Puerto Romero	Carlos Castro	0664797	9887420

**Tratamientos**

En la presente investigación se utilizaron tres tratamientos (localidades) con seis repeticiones para cada tratamiento. Los tratamientos se describen a continuación:

- T1 = Mocache
- T2 = Quevedo
- T3 = Valencia

**Diseño experimental (comparación entre medias)**

Los tratamientos se dispusieron en un Diseño Completamente al Azar, tal como se observa en la Tabla 2.

**EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE PLANTACIONES DE *TECTONA GRANDIS* L. F. EN LOS CANTONES QUEVEDO, MOCACHE Y VALENCIA, PROVINCIA DE LOS RÍOS**

*Tabla 2: Esquema del análisis de la varianza para el diseño experimental*

Fuente de Variación	Grados de Libertad	
Repeticiones	r-1	5
Tratamientos	t-1	2
Error	(r-1) (t-1)	10
Total	tr-1	17

**Unidad experimental**

La unidad experimental constituyo una parcela circular de 1000 m<sup>2</sup>, en cada sitio se establecieron 6 unidades de muestreo, 18 unidades en total.

**Modelo matemático**

El modelo matemático utilizado en cada experimento y que describe el comportamiento de las variables (16).

Con la respectiva ecuación:

$$C = \frac{P}{E}$$

Donde:

C = capacidad

P= productividad

E = eficiencia

**Análisis estadístico**

Comprobados los requisitos del ANOVA mediante la prueba de Shapiro-Wilks (modificado) para normalidad y Levene para varianzas homogéneas, se procedió con el análisis. Las comparaciones de medias se realizaron mediante la prueba de Duncan al 5 % de probabilidades de error. Los resultados se tabularon con el paquete estadístico *STATISTICA 7.0*

**VARIABLES EVALUADAS**

*Altura (m):* Se midió en metros (m), según su crecimiento, y se la consideró desde el nivel del suelo, hasta el ápice de la hoja principal, para lo cual se empleó una regla graduada (Flexómetro). La altura se registró mensualmente por un lapso de 36 meses.

*DAP (1,30 m):* Se registró en centímetros la utilización de un calibrador (pretul). La medición se realizó a 1,30 m desde la base del árbol, es decir desde la superficie del suelo, mensualmente se tomó los datos por el lapso de 36 meses.

*Área basal. (m<sup>2</sup>):* Se calculó mensualmente (8), con la respectiva ecuación:

$$AB = 0.7854 ((DAP)^2/4)$$

Donde:

AB = área basal

Volumen ( $m^3$ ): Se calculó mensualmente (7), con la respectiva ecuación:

$$Vol = AB * Dap^2 * Altura (m) * Ff$$

Donde:

Ff = factor de forma para la especie 0,5

Vol. = volumen

Incremento medio anual (IMA): El valor del incremento medio anual (IMA) expresa la media del crecimiento total a cierta edad del árbol. Se cálculo para el DAP, área basal, altura y volumen (23).

Con la respectiva ecuación:

$$IMA = Y_t/t_o$$

Donde:

Y = dimensión de la variable considerada

$t_o$  = edad a partir del tiempo cero

Para el caso del volumen, con la respectiva ecuación:

$$IMA = \frac{\text{Volumen del árbol}}{\text{Edad}}$$

Manejo del experimento

Las parcelas en cada uno de los tratamientos (localidades) estuvieron dispuestas al azar, las repeticiones se las distribuyo sistemáticamente dentro de cada localidad, las parcelas circulares de 1000  $m^2$  se las midió cada mes durante 3 años consecutivos. Al momento de la instalación de las parcelas las plantaciones tenían tres años de edad. La intensidad de muestreo para cada localidad fue del 10 % de toda la plantación. Por parcela se encontraron entre 800 a 980 árboles.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación del Incremento Medio Anual (IMA) para las variables Dasométricas

Para determinar el IMA de las variables dasométricas se partió de los datos de crecimiento alcanzados hasta el año 2012.

**EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE PLANTACIONES DE *TECTONA GRANDIS* L. F. EN LOS CANTONES QUEVEDO, MOCACHE Y VALENCIA, PROVINCIA DE LOS RÍOS**

El IMA DAP, área basal y volumen; presentaron diferencias significativas. El mejor diámetro, área basal y volumen se obtuvieron en la localidad de Valencia y la más baja fue para Quevedo. La altura no presentó diferencias significativas, como se muestra en las Tablas 3 y 4.

**Tabla 3:** Promedios de DAP, altura, área basal y volumen de teca a los seis años, en las localidades de Valencia, Mocache y Quevedo

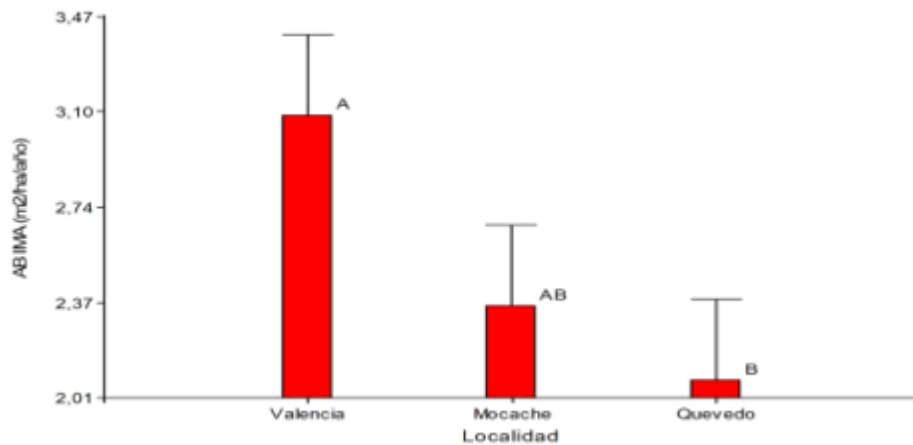
Localidades	Variables			
	DAP (cm/ha)	Altura (m/ha)	AB (m <sup>2</sup> /ha)	Vol. (m <sup>3</sup> /ha)
Valencia	8,47	6,81	9,28	77,58
Mocache	7,17	6,61	7,08	59,36
Quevedo	6,86	6,07	6,22	47,24

**Tabla 4:** Promedios de IMA de las variables dasométricas, DAP, altura, área basal y volumen, durante los periodos 2010, 2011 y 2012 para las localidades Mocache, Quevedo y Valencia

Localidades	N <sup>º</sup> Arb/ha	Variables			
		IMA DAP (cm/año)	IMA Altura (m/año)	IMA AB (m <sup>2</sup> /ha/año)	IMA Vol. (m <sup>3</sup> /ha/año)
Valencia	929	2,82 a	2,27 a	3,09 a	25,86 a
Mocache	929	2,39 ab	2,20 a	2,37 ab	19,79 ab
Quevedo	929	2,29 b	2,02 a	2,07 b	15,75 b
<b>CV (%)</b>		1,67	1,22	3,03	12,81

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes Duncan ( $p \leq 0,05$ )

La Figura 2, muestra los valores de IMA área basal, el mejor promedio se obtuvo para la localidad de Valencia, y la más baja fue para Quevedo.



**Figura 2:** Diagrama de caja para el IMA del área basal m<sup>2</sup>/ha/año

La Figura 3, muestra los valores de IMA Volumen, el mejor promedio se obtuvo para la localidad de Valencia, y la más baja fue para Quevedo.

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE PLANTACIONES DE *TECTONA GRANDIS* L. F. EN LOS CANTONES QUEVEDO, MOCACHE Y VALENCIA, PROVINCIA DE LOS RÍOS

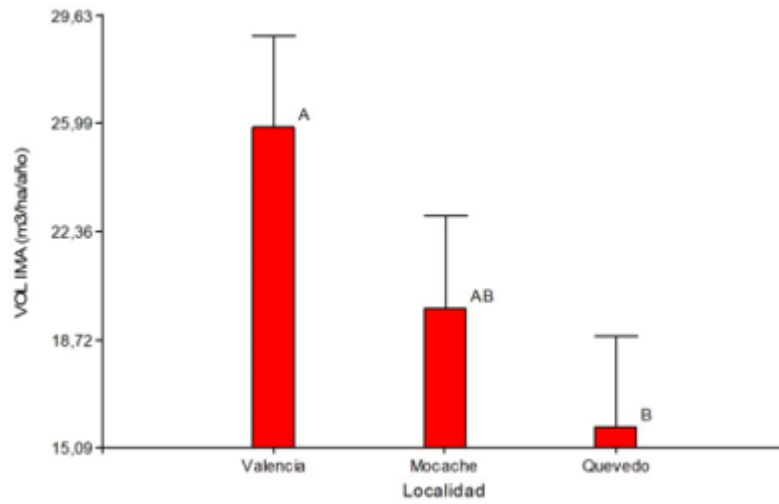


Figura 3: Diagrama de caja para el IMA del volumen m³/ha/año

La Figura 4, muestra los valores de IMA DAP, el mejor promedio se obtuvo para la localidad de Valencia, y la más baja fue para Quevedo.

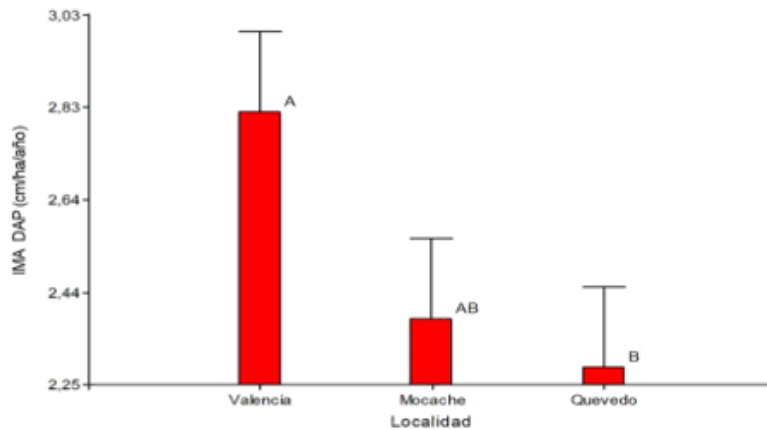
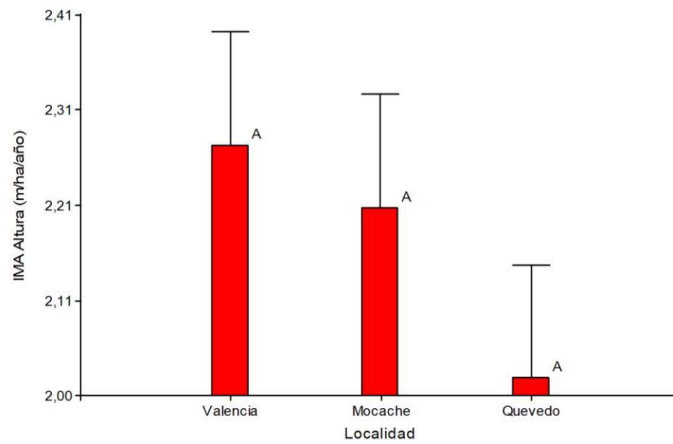


Figura 4: Diagrama de caja para el IMA del DAP cm/ha/año

La Figura 5, muestra los valores de IMA Altura, las localidades Valencia, Mocache y Quevedo se comportaron estadísticamente iguales.



**EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE PLANTACIONES DE *TECTONA GRANDIS* L. F. EN LOS CANTONES QUEVEDO, MOCACHE Y VALENCIA, PROVINCIA DE LOS RÍOS**



**Figura 5:** Diagrama de caja para el IMA para la altura m/ha/año

**Análisis de variables dasométricas por Ha**

El análisis estadístico para las principales variables dasométricas en cada año de la evaluación, se muestra el comportamiento de los parámetros en el tiempo.

El volumen por hectárea, presento diferencias estadísticas durante los años 2010 y 2011, el mejor promedio fue para Valencia, mientras Quevedo fue el promedio más bajo. Para el año 2012 las localidades se comportaron estadísticamente iguales, como se presenta en la Tabla 5.

**Tabla 5:** El análisis de la varianza para la variable volumen por ha, en los años 2010, 2011 y 2012 en las localidades Valencia, Mocache y Quevedo

Localidades	Años		
	2010	2011	2012
Valencia	95,01 a	133,78 a	162,42 a
Mocache	71,86 ab	99,97 ab	128,39 a
Quevedo	54,28 b	80,05 b	109,95 a
CV (%)	19,37	17,98	17,23

*Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes Duncan ( $p \leq 0,05$ )*

El área basal por hectárea (Tabla 6), presento diferencias estadísticas durante los años 2010, 2011 y 2012, el mejor promedio fue para Valencia, mientras Quevedo fue el más bajo.

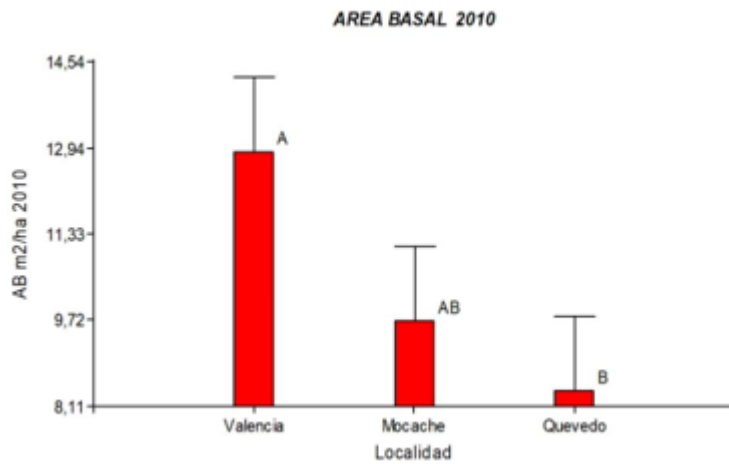
**EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE PLANTACIONES DE *TECTONA GRANDIS* L. F. EN LOS CANTONES QUEVEDO, MOCACHE Y VALENCIA, PROVINCIA DE LOS RÍOS**

**Tabla 6:** Análisis de la varianza para la variable área basal por ha, en los años 2010, 2011 y 2012 en las localidades Valencia, Mocache y Quevedo

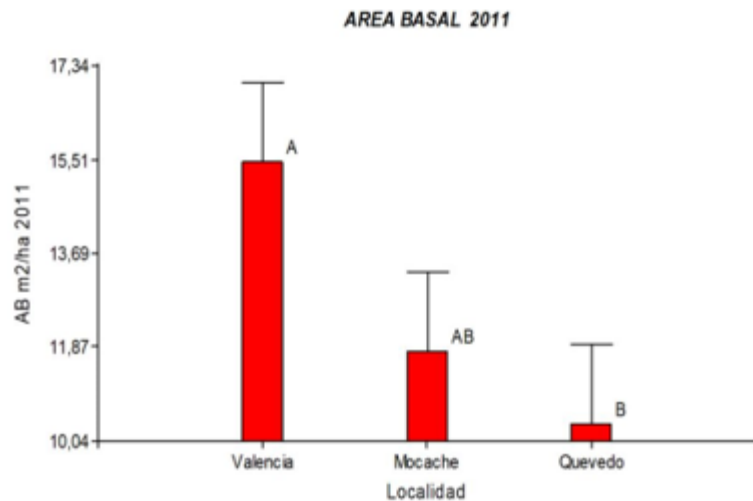
Localidades	Años		
	2010	2011	2012
Valencia	12,87 a	15,45 a	17,82 a
Mocache	9,71 ab	11,79 ab	13,74 ab
Quevedo	8,40 b	10,38 b	12,27 b
CV (%)	8,4	8,58	8,37

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes Duncan ( $p \leq 0,05$ )

Las Figuras 6, 7 y 8 para el área basal muestran a Valencia como el mejor promedio para los años 2010, 2011 y 2012 y Quevedo presentó menor rendimiento por ha.



**Figura 6:** Diagrama de caja para el área basal por hectárea 2010



**Figura 7:** Diagrama de caja para el área basal por hectárea 2011

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE PLANTACIONES DE *TECTONA GRANDIS* L. F. EN LOS CANTONES QUEVEDO, MOCACHE Y VALENCIA, PROVINCIA DE LOS RÍOS

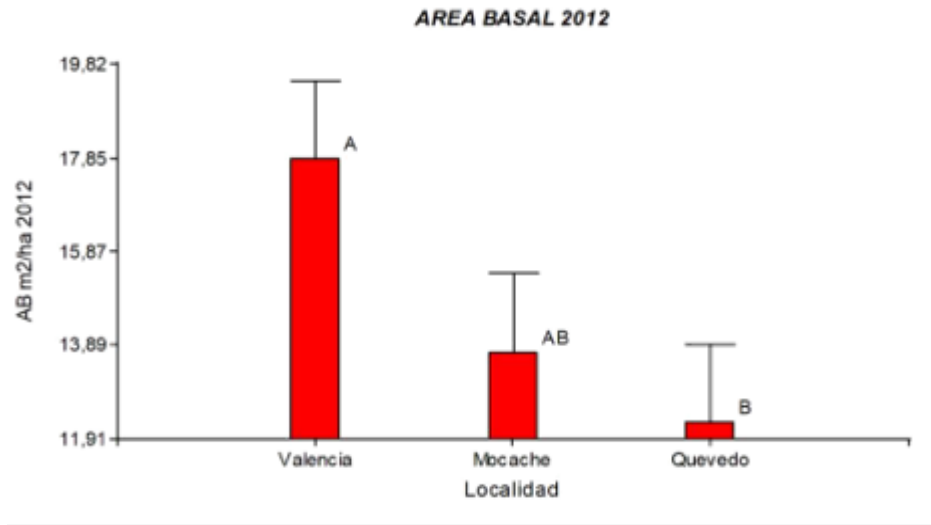


Figura 8: Diagrama de caja para el área basal por hectárea 2012

Las Figuras 9, 10 y 11 muestran a Valencia como el mejor promedio para los años 2010 y 2011, mientras que Quevedo obtuvo menor rendimiento por ha. Para el año 2012 no presentan diferencias estadísticas para ninguna de las tres localidades.

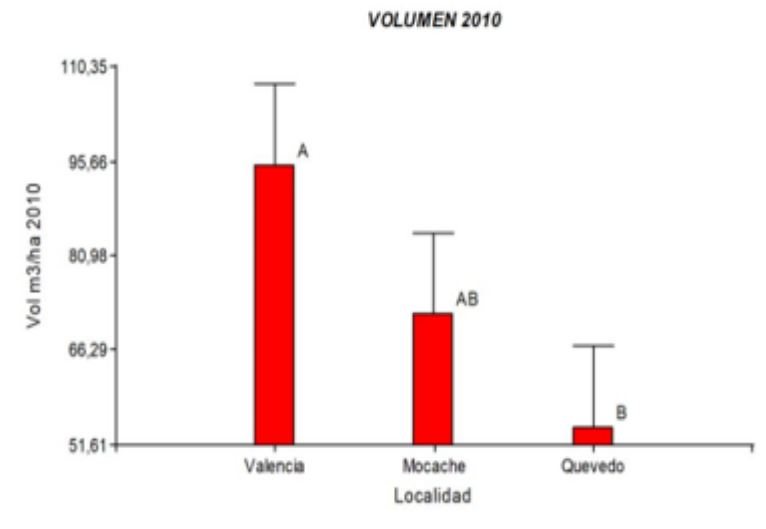


Figura 9: Diagrama de caja para el volumen por hectárea 2010

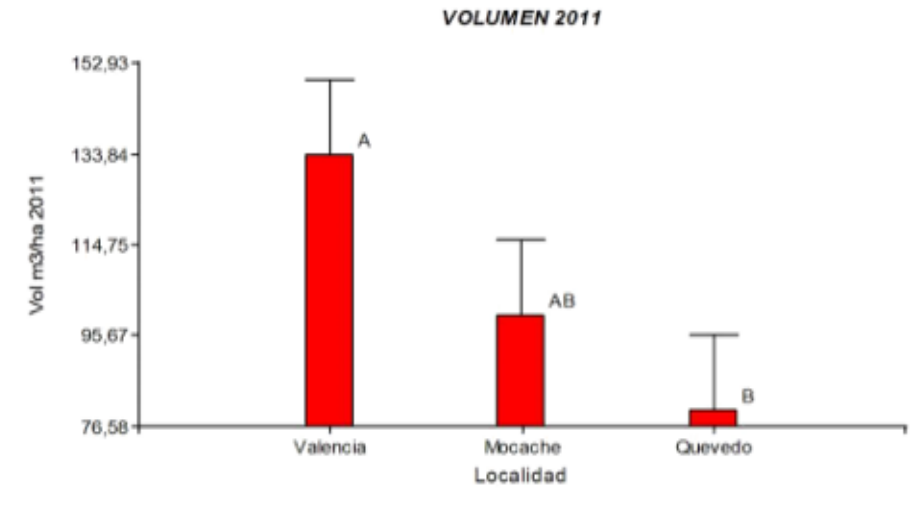


Figura 10: Diagrama de caja para el volumen por hectárea 2011

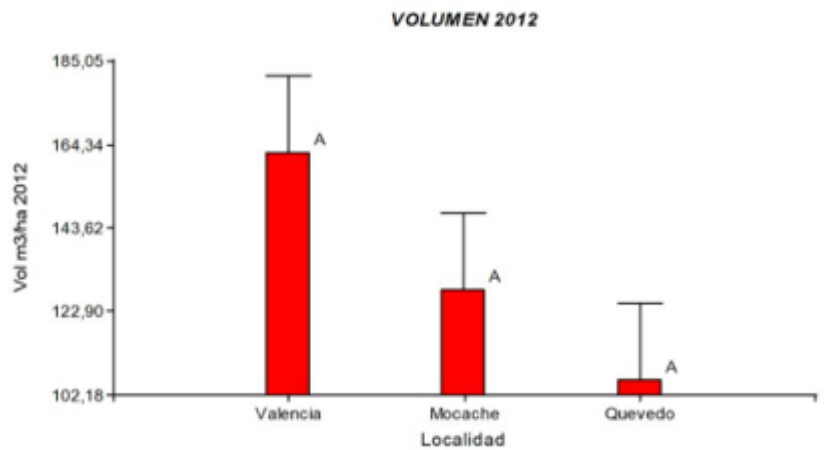


Figura 11: Diagrama de caja para el volumen por hectárea 2012

Discusión: El análisis de crecimiento y productividad efectuado en *Tectona grandis* L.f., permitió evaluar el estado actual de las plantaciones. Se evaluaron tres localidades, siendo la productividad, expresada en IMA en volumen total, la variable que expresa valores prácticos para interpretar en el crecimiento de *T. grandis* L.f., Las diferencias estadísticas encontradas en las variables evaluadas sugieren que el suelo y el clima son factores determinantes en el rendimiento de *T. grandis* en las localidades evaluadas, puede ser debido como lo reportan Vásquez y Ugalde (22), a varios factores como: a la falta de un mayor número de parcelas que fueran más representativas de las diferentes condiciones de sitio; el hecho de que las variables de suelo, cambian a veces en micrositos, aún dentro de una misma plantación. Las variables de sitio y

suelo, al analizarlas en conjunto, pueda que la influencia de ellas sea diferente y difícil de interpretar. Por ejemplo, la interacción de diferentes altitudes y precipitaciones con diferentes calidades de suelos, y la variación en los cuidados y el manejo de las plantaciones de la misma especie, así como, la posible variación en el material genético utilizado.

La falta de información en cuanto a las variables climáticas; Temperatura, horas luz, precipitación y humedad relativa, por cada localidad evaluada hacen difícil la atribución de los resultados más relevantes a unas u otras variables en específico. El IMA para el diámetro de las localidades Valencia, Quevedo y Mocache va de 2,89 a 2,29 cm a los 6 años de edad, lo que contrasta con Ojeda (12) quien manifiesta que, el incremento medio anual para el diámetro es de 2,04 cm a los 8 años de edad, en la Hacienda Zulema, perteneciente al cantón Buena Fe de la provincia de Los Ríos. Asimismo, para plantaciones de 6 años en Guatemala (17) reportaron IMA DAP de 2.82 cm/año y una altura total de 2.03 m/año-1 respectivamente, al igual que (18) en Ecuador, con IMA DAP y altura de 2.89 cm/año y 2.63 m/año respectivamente. Con base en estos resultados, se puede afirmar que las plantaciones registran rangos adecuados para producción maderable. Los rendimientos para el IMA volumen en Valencia, Mocache y Quevedo, son de 25, 19 y 15 m<sup>3</sup>/ha/año respectivamente a los 6 años de edad, son claramente superiores a lo manifestado por Proaño (9) quien presenta datos de rendimiento en la provincia del Guayas, para teca de 13 años de edad de 9,22 m<sup>3</sup>/ha/año.

Esta evaluación permite mostrar lo indispensable que es la elección de los sitios con el fin de tener éxito en los proyectos de reforestación. Las plantaciones establecidas en sitios de productividad baja perfilan como proyectos que van a fracasar, debido a que presentan crecimientos y rendimientos muy por debajo de los esperados por los productores forestales, teniendo como resultado una pérdida de recursos, para el estado en el caso de proyectos de incentivos forestales y para el propietario en el caso de proyectos de reforestación privados.

Según (13) los requerimientos ecológicos para el óptimo crecimiento de la teca están asociados a temperaturas de 22-32 °C, precipitaciones de 1500-4000 mm, a 0-500 m de altitud, suelos profundos con un buen drenaje y pH de 6.0-7.5. Además, (9) mencionan que un factor climático importante para el adecuado crecimiento de la teca es el periodo seco de 3 y 5 meses. La evaluación de datos ecológicos y edáficos en la plantación de Puerto Sungaro indica que esta fue establecida bajo condiciones apropiadas para el crecimiento de la especie, la cual reporta valores de mortalidad (5-16 %) similares a los encontrados (2), en plantaciones de tres años en Cuba (5-18 %).

## CONCLUSIONES

Se acepta la hipótesis planteada, ya que la localidad de Valencia presenta el mayor crecimiento dasométrico para *Tectona grandis* L. f., en comparación con Mocache y Quevedo. El Incremento Medio Anual (IMA) del volumen en Valencia fue significativamente superior, alcanzando 25,86 m<sup>3</sup>/ha/año.

El IMA para el área basal también mostró diferencias significativas entre las localidades evaluadas. Valencia nuevamente obtuvo el mayor IMA para el área basal con 3,09 m<sup>2</sup>/ha/año, destacándose como la localidad con mejor rendimiento en esta variable.

Aunque el IMA para la variable altura no presentó diferencias significativas entre las localidades, las variables dasométricas de volumen y área basal mostraron diferencias estadísticas significativas durante los tres años de evaluación. Valencia mantuvo consistentemente los mayores valores en estas variables, mientras que Quevedo obtuvo los resultados más bajos.

El IMA para el diámetro a la altura del pecho (DAP) presentó diferencias significativas entre las localidades, con Valencia mostrando los mayores incrementos y Quevedo los menores. En cuanto al volumen medio, Valencia tuvo el mejor promedio con 77,58 m<sup>3</sup>/ha, destacando una vez más su superioridad en el crecimiento dasométrico de *Tectona grandis* L. f.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alvarado A, Fallas J. La saturación de acidez y el encalado sobre el crecimiento de la teca (*Tectona grandis* L. f) en suelos ácidos de Costa Rica. *Agronomía Costarricense* [Internet]. 2004;28(1):81-87. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/436/43628108.pdf>
2. Batista E. G. Evaluación del crecimiento de las Plantaciones de *Tectona grandis* L. f en la Unidad Silvícola Mayarí. *Revista Cubana de Ciencias Forestales* [Internet]. 2017. 5(3):330–9. Available from: <https://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/180/html>
3. Betancourt A. *Silvicultura especial de árboles maderables tropicales* [Internet]. Habana, Cuba. Editorial Científico-Técnica; 1987. 427 p. Available from: <https://biblioteca.uazuay.edu.ec/buscar/item/11544>
4. Calles R. *Árboles forestales exóticos en la Commonwealth británica* [Internet]. Editorial Clarendon Press; 1962. 765 p. Available from: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19620605013>
5. Centeno J. C. *Manual para productores de Teca (*Tectona grandis* L. F)., en Costa Rica, Heredia* [Internet]. 2003. 117 p. Available from: <https://www.fonafifo.go.cr/media/1332/manual-para-productores-de-teca.pdf>
6. Cháves E, Fonseca W. *Teca: *Tectona grandis*: L. f especie de árbol de uso múltiple en América Central (Vol. 11). Bib. Orton IICA/CATIE. Serie técnica, Informe técnico 179* [Internet]. 1991. 47 p.
7. Gutiérrez E, Moreno R, Villota N. *Guía de cubicación de madera. Corporación Autónoma Regional del Risaralda–CARDER. Pereira, Colombia* [Internet]. 2013. 12-44 p. Available from: <https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/2020-04/07.%20GUIA%20DE%20CUBICACION%20DE%20MADERA.pdf>
8. Hernández J, Aguirre ÓA, Alanís E, Jiménez J, Treviño EJ, González MA, Domínguez LA. *Dinámica del crecimiento de un bosque templado bajo manejo en el noroeste de México. Madera y bosques* [Internet]. 2018;24(2). Available from: <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2421767>

9. Kraenzel M, Castillo A, Moore T, Potvin C. Carbon storage of harvest-age teak (*Tectona grandis*) plantations, Panama. *Forest Ecology and Management*. 2003. (1-3):213–25. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(02\)00002-6](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(02)00002-6)
10. Martínez H. Teca (*Tectona grandis* L. f.): condiciones para su cultivo “Fomento de la reforestación comercial para la mejora y conservación de las reservas de carbono” Fondo Nacional de Financiamiento Forestal Forest Monitoring System for REDD+ Costa Rica. [Internet]. 2015. 77 p. Available from: [https://www.onfcr.org/wp-content/uploads/media/uploads/documents/ff\\_5\\_teca.pdf](https://www.onfcr.org/wp-content/uploads/media/uploads/documents/ff_5_teca.pdf)
11. Nair T, Souvannavong O. Nuevos temas de investigación en la ordenación de la teca. *Unasylva* (FAO) [Internet]. 2000;51(201): 3-13 p.
12. Ojeda M. Determinación del índice de sitio en tres Plantaciones de Teca (*Tectona grandis*) de la Compañía Reybanpac Reybanano del pacífico CA [Internet]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2012. Available from: <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/1825>
13. Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). *Ecocrop, Data-base of Crop Constraints and Characteristics*. FAO. 2022. Available from: <https://ecocrop.review.fao.org/ecocrop/srv/en/dataSheet?id=2054>
14. Proaño E. Identificación de la calidad de sitio, utilizando el incremento medio anual en un cultivo de rebrote de teca en a la hacienda tecal robusta [Internet]. Escuela Superior Politécnica del Litoral; 2007. 62 p.
15. Prodan M, Peters R, Cox F, Real P. *Mensura Forestal*. San José, Costa Rica. Serie investigación y educación de desarrollo sostenible. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura (IICA)/BMZ/GTZ [Internet]. 1997. 586 p. Available from: <https://repositorio.iica.int/handle/11324/15038>
16. Rodríguez A. 1997. Desarrollo de un Sistema Matemático en la Elaboración de Planes De Manejo Sostenible en la Sierra la Primavera, Jalisco [tesis final de máster en Internet]. [México]: Universidad Autónoma de Nuevo León; 1997. 146 p. Available from: <https://core.ac.uk/download/pdf/76596678.pdf>
17. Sabino M, Ángel M, Fernando Muñoz Sáez. 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 bosques/Madera y bosques*. 2016. 22(2):89–103. Available from: <https://doi.org/10.21829/myb.2016.2221327>
18. Sánchez N. Y. Determinación del incremento medio anual (IMA) de *Tectona grandis* Lf (teca) proveniente de trece fuentes semilleras en la Estación Experimental Portoviejo del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), provincia de Manabí. [tesis final de grado en Internet]. [Ecuador-Quevedo]: Universidad Técnica Estatal de Quevedo, 2021. Available from: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6528>
19. Vallejos O. Productividad y relaciones del índice de sitio con variables fisiográficas edafoclimáticas y foliares para *Tectona grandis* LF, *Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand y *Gmelina arborea* Roxb. en Costa Rica. Productivity and relationships of the index of site with physiographics, edafoclimatic and foliar variable for *Tectona grandis* LF, *Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand and *Gmelina arborea* Roxb [Internet]. CATIE, Turrialba (Costa Rica); 1996. Available from: <http://dspace.italca.cl/handle/1950/3470>

20. Vasquez C, Sulca K, Cuellar E. "Crecimiento, productividad e índices silviculturales en plantaciones juveniles de *Tectona grandis* L. f. en Perú." *Colombia forestal* 26.1 (2023): 79-91. Available from: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/colfor/article/view/19158>
21. Vasquez Miño C. T, Sulca Gamboa K, Cuellar Bautista E. Crecimiento, productividad e índices silviculturales en plantaciones juveniles de *Tectona grandis* L. f. en Perú. *Colomb. for.* [Internet]. 1 de enero de 2023 [citado 18 de junio de 2024];26(1):79-91. Available from: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/colfor/article/view/19158>
22. Vásquez W, Ugalde L. Rendimiento y calidad de sitio para *Gmelina arborea*, *Tectona grandis*, *Bombacopsis quinata* y *Pinus caribaea* en Guanacaste, Costa Rica. Informe final. Convenio de Cooperación Proyecto Forestal Chorotega (IDA/FAO) [Internet]. Proyecto Madelaña-3 (CATIE); 1994. 13 p. Available from: [https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/3819/Reendimiento\\_y\\_calidad\\_de\\_sitio\\_informe\\_final.pdf?sequence=1](https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/3819/Reendimiento_y_calidad_de_sitio_informe_final.pdf?sequence=1)
23. Véliz F. Determinación del Incremento Medio Anual (IMA) e índice de sitio de diferentes especies forestales en el bosque protector Prosperina-ESPOL. [tesis final de grado en Internet]. [Ecuador-Guayaquil]: Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2010. Available from: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/31656/1/D-79037.pdf>



# EMPRENDIMIENTO E INNOVACION EN ECUADOR, ANALISIS EMPRESARIAL PARA LA CONSOLIDACION DE PYMES Y SU IMPACTO SOCIOECONOMICO

## ENTREPRENEURSHIP AND INNOVATION IN ECUADOR, BUSINESS ANALYSIS FOR THE CONSOLIDATION OF SMES AND ITS SOCIOECONOMIC IMPACT

María Belén Bravo Avalos<sup>1</sup>, Gabriela Cecilia Quirola Quizhpi<sup>2</sup>, María Fernanda Miranda Salazar<sup>3</sup>, Ana Julia Vinueza Salinas<sup>4</sup>

{belen\_b33@hotmail.com<sup>1</sup>, gabriela.quirola@esepoch.edu.ec<sup>2</sup>, maria.mirandas@esepoch.edu.ec<sup>3</sup>, ana.vinueza@esepoch.edu.ec<sup>4</sup>}

Fecha de recepción: 1 de mayo de 2024 / Fecha de aceptación: 10 de julio de 2024 / Fecha de publicación: 14 de julio de 2024

**RESUMEN:** El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de realizar un análisis empresarial en Ecuador para la consolidación de pymes. Para dar respuesta al objetivo planteado se centra en un diseño metodológico de tipo documental a través de un análisis descriptivo del emprendimiento desde una perspectiva global sectorial y local; parte de su epistemología hasta su impacto en la economía, las variantes de empresas que se impulsan fruto del emprendimiento e incorporación de la innovación, así como el análisis del impacto de la política pública relacionado con los resultados del Global Entrepreneurship Monitor de los años 2019, 2020, 2021. La determinación del escenario actual a través del análisis de ecosistemas empresariales para el caso ecuatoriano define el punto de partida para la consolidación de proyectos empresariales nacientes, negocios nuevos y aporte fundamental para el desarrollo de la pequeña y mediana empresa.

*Palabras clave: Pymes, innovación, emprendimiento*

**ABSTRACT:** This research work was carried out with the objective of carrying out a business analysis in Ecuador for the consolidation of SMEs. To respond to the stated objective, it focuses on a documentary-type methodological design through a descriptive analysis of entrepreneurship from a global sectoral and local perspective; part of its epistemology to its impact on the economy, the variants of companies that are promoted as a result of entrepreneurship and incorporation of innovation, as well as the analysis of the impact of

<sup>1</sup>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Chimborazo, <https://orcid.org/0000-0002-5999-4690>

<sup>2</sup>Escuela Superior Politécnica del Chimborazo: Riobamba, Chimborazo, <https://orcid.org/0000-0001-9767-5730>

<sup>3</sup>Escuela Superior Politécnica del Chimborazo: Riobamba, Chimborazo, <https://orcid.org/0000-0001-5356-8503>

<sup>4</sup>Escuela Superior Politécnica del Chimborazo: Riobamba, Chimborazo, <https://orcid.org/0000-0001-7833-8499>

**public policy related to the results of the Global Entrepreneurship Monitor for the years 2019, 2020, 2021. The determination of the current scenario through the analysis of business ecosystems for the Ecuadorian case defines the starting point for the consolidation of nascent business projects, new businesses and a fundamental contribution to the development of small and medium-sized businesses.**

***Keywords: SME, innovation, entrepreneurship***

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, se ha priorizado como línea de investigación el análisis empresarial por su relevante contribución al empleo y desarrollo del país.

Partiendo de la conceptualización de emprendimiento desde su etimología el término emprendedor proviene de la palabra castellana emprender, del latín Apprehendere; Determinarse a tratar y hacer alguna cosa ardua y dificultosa: como una facción militar, una conquista, etc. (1).

Según la corriente económica podemos ver al emprendimiento como un proceso de combinaciones de productos, servicios y procesos que se convierten en un referente de cambio económico a través del aprovechamiento de oportunidades y la innovación (2).

El emprendimiento en el Ecuador basa su accionar mayormente en negocios familiares que pasan a ser la identificación de la familia en muchos casos, su carta de presentación radica en la elaboración y comercializan de bienes. Se establece al emprendimiento como un mecanismo para convertir el conocimiento en un factor económicamente rentable; siendo un determinante relevante para el desarrollo económico a través de la transformación de retos en oportunidades, competitividad, cambio tecnológico e innovación.

Un emprendedor siempre busca la manera de innovar y sobresalir entre la competencia, creando oportunidades para que las empresas se vuelvan más innovadoras y enfrentando presiones externas (3).

En estudios más recientes a partir de 1999 el Global Entrepreneurship Monitor (GEM) examina al emprendimiento desde la generación de una idea, las acciones para su ejecución, evaluación, consolidación en el mismo y valoración cuando sobrevive más de tres años y medio en el mercado.

Emprendimiento en la economía: Pensando en el crecimiento económico según lo señalan Gong y Killer en el 2003, para el caso de un país rico el crecimiento se encuentra en función de la producción vinculado al desarrollo tecnológico, mientras que para el caso de países que poseen gran cantidad de recursos no explotados el crecimiento se encuentra en función a la movilización de los mismos generando especialización en imitación tecnológica desarrollada en cualquier otro país.

El autor (4) indica que “La experta y directora del Global Entrepreneurship Monitor “GEM” de Ecuador menciona a EXPRESO que un sondeo realizado con emprendedores que habían logrado sostener sus negocios durante los meses más duros de la pandemia y después de pandemia se nos hizo fácil manejar temas de ventas online y un poco de marketing digital, comentaron que siguieron prácticas tales como”.

Aumentar esfuerzos de marketing (61.1%)

Ofrecer nuevos productos/servicios (57.5%)

Ventas online (51.3%)

Teletrabajo (46.9%)

Tipos de empresas en el entorno del emprendimiento: Empresa de Base Tecnológica (EBT); aquellas que basan su actividad en las aplicaciones de nuevos descubrimientos científicos o tecnológicos para la generación de nuevos productos, procesos o servicios (5).

Start Up; constituyen las empresas que están en su etapa de introducción en el mercado, creativas con diferenciación enmarcadas en la innovación y desarrollo tecnológico. Este tipo de empresas constituyen un apoyo económico para la creación de fuentes de trabajo especializadas, enmarcan su gestión en dar solución a procesos complicados a través de la innovación. Esta nomenclatura de empresa se da únicamente a este tipo de empresas en su fase de introducción, cuando estas se consolidan y llegan a la fase de crecimiento y madurez dejan de ser consideradas Start Up (6).

Spin Off; Se define a este tipo de empresa como la conformación de una empresa a partir de la oportunidad percibida por su empresa matriz, su conformación nace de un equipo de trabajo a partir de la empresa base; enfocándose ampliamente en explotar las oportunidades conseguidas a partir de los resultados desarrollados u obtenidos. Una subclase de las empresas Spin Offson las desarrolladas a partir de la asesoría universitaria brindada por profesores investigadores, personal técnico y de servicios, así como las promovidas por los estudiantes como resultados de la ejecución de sus proyectos finales de carrera, denominándose en este sentido a este tipo de empresas Spin Off Universitaria definidas como el tipo de empresas creadas para explotar parte de la propiedad intelectual generada en una institución de educación superior (6).

A partir de los procesos de evaluación implementados en Ecuador por el CEAACES desde el 2013 en las instituciones de educación superior (IES), se determina como premisa fundamental el mejoramiento de la calidad de la educación superior, identificando componentes primordiales que se involucran en la perspectiva actual y futura para el desarrollo científico, humanístico y tecnológico vinculado al emprendimiento.

En la actualidad, este sector empresarial se ha visto fuertemente afectado luego de la crisis sanitaria, social y económica provocada por la pandemia del COVID-19 en todo el mundo, donde el confinamiento de la sociedad durante el año 2020 genero la paralización de la mayoría de las actividades económicas del mundo, afectando tanto la oferta como la demanda, generando

pérdidas importantes de capitales y restricciones en la liquidez del entorno familiar y empresarial (4) .

El estudio, elaborado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal) identifica como los rubros más afectados el comercio mayorista y minorista; las actividades comunitarias sociales y personales; los hoteles y restaurantes; las actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler; y las manufacturas. El organismo estima que más de 2,7 millones de empresas formales en la región tendrían que cerrar.

El Servicio de Rentas Internas (SRI) define las MIPYMES como “el conjunto de micro, pequeñas y medianas empresas que, de acuerdo con su volumen de ventas, capital social, cantidad de trabajadores y su nivel de producción o activos presentan características propias de este tipo de entidades económicas” (7).

Por su parte, (8) señalan que éstas no son más que organizaciones mercantiles, industriales, comerciales, de servicios o de cualquier otro índole, dedicadas a la comercialización de bienes y/o servicios y cuyos ingresos son de tipo moderado pero que generan rentabilidad y que son clasificadas en cada región dependiendo de diversos criterios como el número de trabajadores, volumen de ventas o producción, el porcentaje de la inversión en activos, el tamaño del mercado en el que se desarrollan, el valor del capital invertido, entre otros.

Influencia de los emprendedores en el desarrollo económico.

¿Por qué fracasan los emprendimientos de los ecuatorianos? Las claves para comprender por qué el 85% o más de los emprendimientos de los ecuatorianos no llega a los 3 años de vida son las siguientes (9).

Falta de conocimientos en Marketing Digital.

Falta de habilidades en innovación de procesos.

Demasiado peso a las ideas y no al proyecto en sí.

Falta de conocimiento del mercado o público objetivo al que se dirigen.

No saben delegar o buscar talentos multidisciplinarios.

Toman decisiones de forma emocional y no de forma técnica que es lo correcto.

Según el autor (9) nos hace referencia que sólo con un decidido esfuerzo encaminado a gestionar la calidad en toda la organización puede reforzar su eficacia competitiva. Si así se hace, la empresa obtiene un alto rendimiento, pues la calidad se refleja en las ventas de los productos y el mantenimiento de una clientela fiel a la empresa, lo que provoca, también, satisfacción a los empleados y a los accionistas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se enfoca en el estudio del sector empresarial ecuatoriano, por su capacidad de generar empleo e ingresos contribuyendo al aparato productivo nacional y dinamizando la actividad económica. El presente estudio muestra un análisis bibliográfico, exploratorio y descriptivo en base a datos del Global Entrepreneurship Monitor Ecuador –2020 y Global Report 2019-2020; descripciones de estudios a nivel mundial, regional y local, perspectivas de alta relevancia que brindan un enfoque integral del Ecuador en el contexto mundial. La investigación también se orienta en el “impacto del COVID 19 en el sector empresarial ecuatoriano” lo más ajustadas al propósito del tema, con contenido oportuno y relevante.

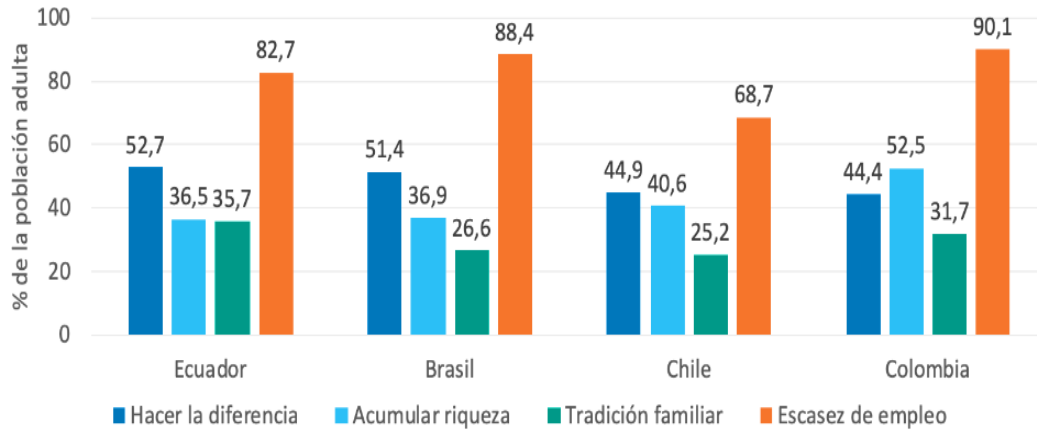
En referencia al reporte GEM Ecuador 2020, los resultados obtenidos son desarrollados a través de la encuesta de población adulta (APS) que se aplica a 2,120 individuos cuyas edades están comprendidas entre los 18 y 93 años. La muestra se construye con representatividad nacional a partir de un muestreo estratificado auto representativo, toma en consideración el área de residencia (urbana o rural), el género y la edad de la población de referencia. Para la construcción del marco muestral se divide la población en 7 dominios construidos en base a la última información demográfica proyectada a partir del Censo de Población y Vivienda 2010 (10). El Global Report 2021 –2022 fundamenta sus resultados en base a 64 economías mundiales, a través de la encuesta de población adulta (APS) (entre los 18 y 64 años) y 65 economías que desarrollaron la encuesta nacional de expertos (NES); los países encuestados en el 2016 representan el 69,2% de la población mundial y el 84,9% del PIB mundial (11).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estos resultados se basan en el estudio del Emprendimiento e innovación del sector empresarial ecuatoriano para la consolidación de pymes, en los periodos 2020-2022, con impacto del COVID 19. Para la obtención de resultados tomamos datos del Global Entrepreneurship Monitor Ecuador –2020 y Global Report 2019-2020; descripciones de estudios del emprendimiento e innovación en Ecuador.

El emprendimiento en Ecuador: Es una de las particularidades que instaura el desarrollo, la innovación y el progreso de nuevos sectores económicos de una región o un país, siendo el ser humano el primordial pilar (12). En el país hay alrededor de 140.000 empresas activas, de las cuales 24% corresponden al sector comercial. El segundo sector con mayor número de empresas es el de actividades profesionales, científicas y técnicas. Según un informe de la Superintendencia de Compañías en 2020 se constituyeron 10.941 compañías, en 2021 un total de 15.714 empresas con un crecimiento de 44% en comparación con 2020 y en el año 2022 se crearon 19.601 empresas, es decir, 19% más que en el año 2021. En 2019 Ecuador presentó una TEA de 36.2%, superior a la de 2017 que fue de 29.62%. El cambio en 2019 se da principalmente porque hay más personas, emprendedoras nacientes, tomando acciones para poner en marcha un negocio, que aún no está en funcionamiento.

En esta edición se incorporaron 4 motivos, por los cuales las personas emprenden. Uno es porque observaron escasez en el mercado laboral. Segundo, están vinculados a una empresa familiar. Tercero, desean incrementar sus ingresos. El cuarto es porque persiguen un fin o propósito social.



**Gráfico 1:** Emprendimiento por motivación

Fuente: (13)

### EMPREDIMIENTO POR NECESIDAD

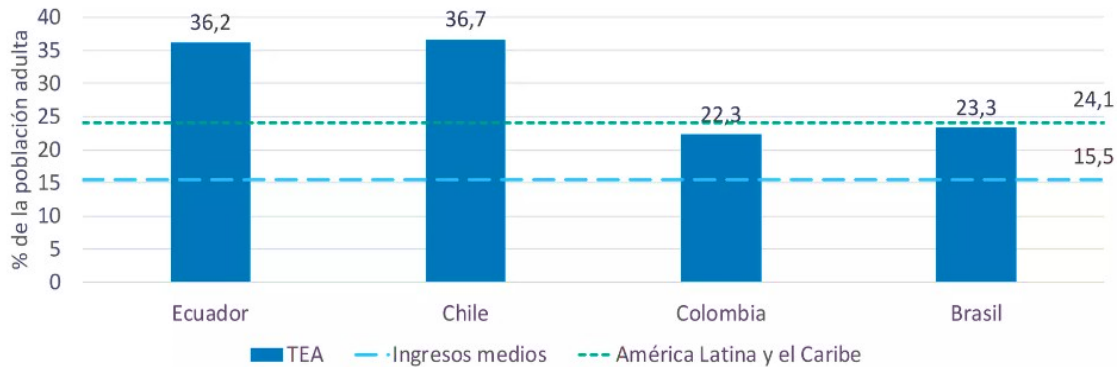


**Gráfico 2:** Emprendimiento por necesidad

Fuente: (13)

La Tasa Efectiva Anual (TEA) es la tasa efectivamente pagada o cobrada en una inversión, préstamo u otro producto financiero.

## TEA EN LA REGIÓN



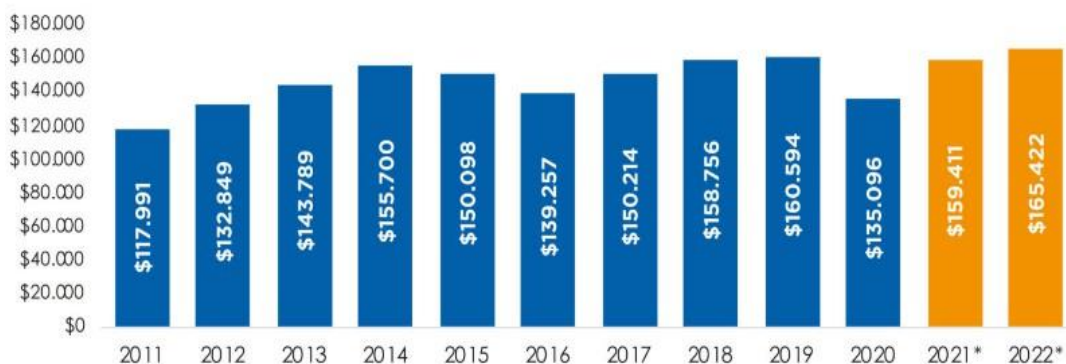
**Gráfico 3:** Tasa Efectiva Anual

Fuente: (13)

Estos datos reflejan con claridad que al año 2019 la economía ecuatoriana con precios de petróleo deficientes mantuvo indicadores de la TEA altos referente a la región y a las economías basadas en eficiencia, más esta no representa mayor importancia por cuanto los emprendimientos motivados por necesidad crecieron vorazmente lo cual no es óptimo, es claro delimitar que la falta de políticas, programas de gobierno, nivel de educación, práctica empresarial, transferencia tecnológica y demás factores exógenos no fueron impulsados para la delimitación de oportunidades para consolidar escenarios con mayor fortaleza para el emprendimiento. El valor estimado de 2022 comparado con 2019 nos muestra una variación de 3,0%; lo que nos indica que, si se mantiene la apertura económica, en 2022 ya se puede hablar de una recuperación de las ventas privadas en el Ecuador.

## Evolución Ventas Privadas Internas Ecuador

Millones de USD



**Gráfico 4:** Evolución Ventas privadas Internas Ecuador

Fuente: (14)



**Gráfico 5:** Tasa de crecimiento de las ventas internas privadas del Ecuador

Fuente: (15)

Según, las previsiones del Banco Central del Ecuador (BCE), publicadas en diciembre de 2020 el Producto Interno Bruto (PIB) al cierre de 2021 alcanzara una variación de 3,5% con relación al 2020 y para 2022 se espera una variación interanual de 2,5% con respecto a 2021.

Según las estimaciones del BCE, el sector que registrará mayor crecimiento en 2022 será Refinación de Petróleo, este comportamiento se dará principalmente por la recuperación del precio del petróleo y la estabilidad en la demanda del crudo. El sector de Alojamiento y servicio de comidas fue uno de los más golpeados en la pandemia, para el cierre de 2021, el BCE prevé una recuperación de 3,1% y para 2022 de 2,1%.

SECTOR



**Gráfico 6:** Sector con mayor crecimiento

Fuente: (10)

Innovación en Ecuador

Ni mejor ni peor. Ecuador se estanca en el Índice Global de Innovación elaborado por la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (OMPI), la Universidad de Cornell y la escuela de



negocios Insead. En la edición 2020, Ecuador ocupa el puesto 99 entre 133 países, el mismo puesto que en la edición del año pasado.

El resultado del estudio ubicó a Ecuador entre los 6 países en peores condiciones relacionadas con la innovación en América Latina y lo situó en el puesto 91 a nivel mundial.

De acuerdo con el informe de la Ompi, la pandemia mundial dejó su huella en el panorama mundial de la innovación. Afectó a sectores como transporte, viaje y turismo por una caída de la demanda, lo cual también implicó un recorte en gastos de innovación.

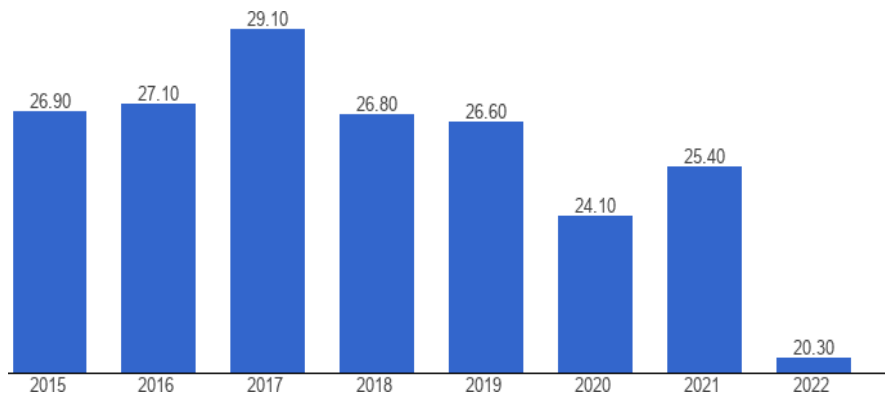
**Tabla 1:** Proyecciones de crecimiento 2021-2022

<b>América Latina y el Caribe: proyecciones de crecimiento, 2021-2022</b>		
	<b>Crecimiento del PIB</b>	
	2021	2022
<b>América Latina y el Caribe</b>	<b>5.9</b>	<b>2.9</b>
<b>América del Sur</b>	<b>5.9</b>	<b>2.6</b>
Argentina	7.5	2.7
Bolivia (Estado Plurinacional de)	5.1	3.5
Brasil	5.2	2.2
Chile	9.2	3.2
Colombia	7.5	3.8
Ecuador	3.0	2.6
Paraguay	4.1	4.0
Perú	10.6	4.4
Uruguay	4.1	3.2
Venezuela (República Bolivariana de)	-4.0	1.0

**Fuente:** (16)

Para este indicador, La Universidad de Cornell, INSEAD y la OMPI proporciona datos para Ecuador desde 2011 a 2022. El valor medio para Ecuador durante ese período fue de 26.99 puntos con un mínimo de 20.3 puntos en 2022 y un máximo de 32.8 puntos en 2013.

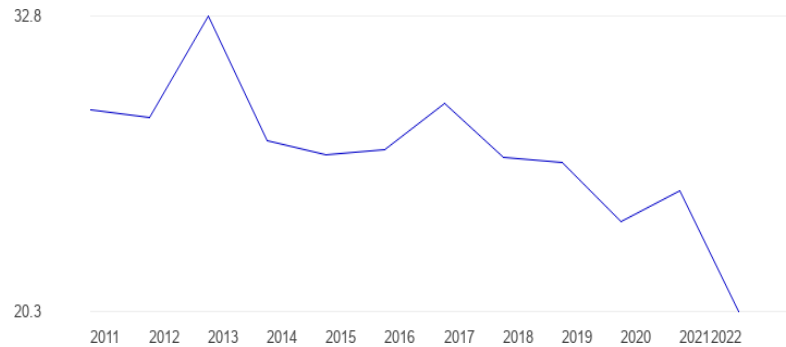
**Valores recientes**



**Gráfico 7:** Índice de Innovaciones

**Fuente:** (17)

### Serie histórica más larga



**Gráfico 8:** serie histórica más larga

*Fuente:* (17)

Las causas principales que llevaron al fracaso del sector empresarial están relacionadas con aspectos financieros, con la gestión, con el empresario, con el proyecto, administración entre otras, las cuales reflejaron problemas internos que presentaron complicaciones con la liquidez, pagos de obligaciones, falta de experiencia profesional y ausencia de un plan de negocio realista. Estos problemas provocaron factores desencadenantes del fracaso de las pymes como reducción del PIB, deficiencia en la innovación, incremento de la dependencia de las grandes empresas, desempleo, afecciones en las relaciones laborales (18).

Para la Cámara de Industrias y Producción (CIP), la situación económica es complicada y salir de este escollo requiere la adopción de políticas que ataquen el déficit fiscal e incentiven la competitividad (19).

## CONCLUSIONES

El sector empresarial ecuatoriano ha experimentado un crecimiento significativo en los periodos comprendidos entre 2021-2022 gracias a la promoción del emprendimiento y la innovación. Durante este tiempo, se han observado diversos avances en términos de la creación de nuevas empresas y la implementación de ideas innovadoras en el mercado.

Uno de los factores clave que ha contribuido al crecimiento del sector ha sido el impulso de políticas y programas gubernamentales orientados a fomentar el espíritu emprendedor y brindar apoyo a las microempresas. Estas iniciativas han incluido la simplificación de trámites burocráticos, la creación de fondos de financiamiento y la implementación de capacitaciones y asesorías para emprendedores.

Asimismo, la tecnología ha desempeñado un papel fundamental en la innovación del sector empresarial. El acceso a Internet y el uso de herramientas digitales han permitido a las microempresas ecuatorianas ampliar su alcance y mejorar sus procesos internos. La adopción de

estrategias de comercio electrónico, marketing digital y gestión empresarial ha impulsado la competitividad y la eficiencia de estas empresas.

No obstante, a pesar de los avances realizados, el sector empresarial ecuatoriano aún enfrenta desafíos significativos. Entre ellos se encuentran la falta de acceso a financiamiento adecuado, la falta de capacitación empresarial y la competencia desigual con empresas más grandes. Estos desafíos deben abordarse de manera integral para garantizar un crecimiento sostenible y equitativo del sector.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Española RA. Los emprendedores de la zona 3 del Ecuador. [Online]; 1932. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8489014>.
2. Salinas S, Machado O, Ordoñez D, Aquino I. Políticas del Estado ecuatoriano y su relación con el desarrollo del emprendimiento. YACHANA. 2014; vol 1(num 1).
3. González F, Armesto Piña , Lago , Sanchez P. Impacto económico del COVID19 en una economía regional. El caso del confinamiento para Galicia. Informe de Conxuntura Socioeconómica de Galicia. Munich Personal RePec Archive. 2020; 1(1).
4. A B. Empresas de Base Tecnológica. [Online]; 2020. Disponible en: <https://www.um.es/web/otri/contenido/empresas-de-base-%20tecnologica#:~:text=Qu%C3%A9%20son%20las%20EBT&text=Se%20denominan%20Empresas%20de%20Base,nuevos%20productos%2C%20procesos%20o%20servici%20os>.
5. Shane S. Foro Ejecutivo : Transferencia de tecnología universitaria a empresas emprendedoras. ELSEVIER. 2022; Volumen 17(Número 6).
6. Rosario JBMd. Análisis de las tasas activas de las Pymes del sector comercial de la Ciudad de Guayaquil 2014-2019. [Online].; 2020. Disponible en: <https://repositorio.ug.edu.ec/items/4f05f413-64d2-48c0-9b06-4f5e5df238b1>
7. Lesmes Velasquez C, Rodriguez Bevanides K. La trascendencia de las pymes en el mundo de la cultura organizacional. [Online].; 2019. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/21286?show=full>
8. Cantos M CBCJ. Artículo de emprendimiento e innovacion en tiempos de covid-19. [Online].; 2020. Disponible en: <https://fipcaec.com/index.php/fipcaec/article/view/293/517>.
9. Global Entrepreneurship Monitor. [Online].; 2020. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.gemconsortium.org/file/open?fileId=50484>.
10. GLOBAL ENTREPRENEURSHIP MONITOR. [Online].; 2021. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.gemconsortium.org/file/open?fileId=50484>.
11. Marulanda Montoya A, Correa Calle G, Mejía Mejía F. Emprendimiento: Visiones desde las teorías del comportamiento humano. Escuela de Administración de Negocios. 2009;(66).
12. Lasio V, Amaya A, Zambrano J, Ordeñana. Global Entrepreneurship Monitor Ecuador 2019/2020. [Online].; 2019. Disponible en: [https://www.espae.edu.ec/wp-content/uploads/2021/02/GEM\\_Ecuador\\_2019.pdf](https://www.espae.edu.ec/wp-content/uploads/2021/02/GEM_Ecuador_2019.pdf).

13. Exterior DdEyc. COMEX. [Online].; 2013. Disponible en: <https://www.produccion.gob.ec/comex/>.
14. CCQ DdEyCEdl. [Online]; 2020. Disponible en: <https://online.ccq.ec/observatorio/>.
15. CEPAL. Innovación en Ecuador. [Online]; 2021. Disponible en: [https://twitter.com/cepal\\_onu/status/1433882536007061508?ref\\_src=twsrc%5Etfw%207Ctwcamp%5Etweetembed%7Ctwterm%5E1433882536007061508%7Ctwgr%5E6e7%20d685ed9358839c72dcb1c3fe5457ffb8fd2e9%7Ctwcon%5Es1\\_&ref\\_url=http%3A%2](https://twitter.com/cepal_onu/status/1433882536007061508?ref_src=twsrc%5Etfw%207Ctwcamp%5Etweetembed%7Ctwterm%5E1433882536007061508%7Ctwgr%5E6e7%20d685ed9358839c72dcb1c3fe5457ffb8fd2e9%7Ctwcon%5Es1_&ref_url=http%3A%2)
16. Global Economy. Índice de Innovación. [Online]; 2022. Disponible en: [https://es.theglobaleconomy.com/Ecuador/GII\\_Index/#:~:text=%C3%8Dndice%20de%20i nnovaciones%20\(0%2D100\)&text=El%20valor%20medio%20para%20Ecuador,de%2032.8 %20puntos%20en%202013.&text=Definici%C3%B3n%3A%20The%20Global%20Innovation %20Index,the%20Innovation%20](https://es.theglobaleconomy.com/Ecuador/GII_Index/#:~:text=%C3%8Dndice%20de%20i nnovaciones%20(0%2D100)&text=El%20valor%20medio%20para%20Ecuador,de%2032.8 %20puntos%20en%202013.&text=Definici%C3%B3n%3A%20The%20Global%20Innovation %20Index,the%20Innovation%20)
17. Ekos. 22. Ekos negocios(2018). Cómo está el Ecuador cuando hablamos de innovación. Obtenido de: <https://ekosnegocios.com/articulo/analisis-como-esta-ecuador-cuando-hablamos-de-innovacion>. [Online].; 2018. Disponible en: <https://ekosnegocios.com/articulo/analisis-como-esta-ecuador-cuando-hablamos-de-innovacion>
18. S A. Propuesta reactivación económica en Ecuador. [Online]; 2017. Disponible en: <https://www.elcomercio.com/actualidad/propuestasreactivacion-economia-ecuadorempresarios.html><https://www.elcomercio.com/actualidad/propuestas->

# DIAGNÓSTICO Y OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ACOPIO DE LECHE CRUDA DEL CENTRO DE ACOPIO CHUQUIPOGYO

## DIAGNOSIS AND OPTIMIZATION OF THE RAW MILK COLLECTION PROCESS AT THE CHUQUIPOGYO COLLECTION CENTER

Nilo Israel Cabezas Oviedo<sup>1</sup>, Fredy Patricio Erazo Rodríguez<sup>2</sup>

{nilo.cabezas@esepoch.edu.ec<sup>1</sup>, fredy.erazo@esepoch.edu.ec<sup>2</sup>}

Fecha de recepción: 6 de mayo de 2024 / Fecha de aceptación: 19 de junio de 2024 / Fecha de publicación: 14 de julio de 2024

**RESUMEN:** El desarrollo de un manual de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), debe ser primordial para garantizar la calidad y seguridad de productos alimenticios, como la leche cruda. En este contexto, la investigación se enfocó en elaborar y aplicar un manual de BPM para el centro de acopio en la comunidad de Chuquipogyo, ubicado en la comunidad El Quinual, cantón Guano, provincia de Chimborazo. El principal propósito es reducir los riesgos de contaminación durante la primera etapa de producción. El presente estudio incluyó análisis sensoriales, fisicoquímicos y microbiológicos de la leche cruda obtenida de ordeño. Los datos fueron procesados con Microsoft Excel 2013 y se utilizaron pruebas T-Student para los análisis fisicoquímicos y microbiológicos. Se realizó un análisis de situación inicial, mediante estadística descriptiva permitió evaluar el cumplimiento de la checklist, después de la aplicación del manual de BPM. El diagnóstico, reveló un cumplimiento del 55%. Al implementar el manual, los niveles de cumplimiento mejoraron significativamente: 87 % en el campo, 96 % en el transporte y 85 % en el centro de acopio. Los análisis microbiológicos mostraron inicialmente niveles de contaminación fuera de los parámetros permitidos por la norma INEN 9:2012, mediante conteo de microorganismos, *E. coli* y *Salmonella* superando los  $2,5 \times 10^6$  UFC/mL. Posterior a la aplicación del manual, la carga microbiana disminuyó considerablemente a un máximo de 333 UFC/mL. Los análisis fisicoquímicos iniciales de la leche superaron los límites permitidos, y la implementación de BPM mejoró la calidad de la materia prima. La capacitación y la asistencia técnica concientizaron a los productores sobre la importancia de evitar la contaminación de la leche. Finalmente, se concluye que el uso del manual de BPM mejora significativamente la calidad sensorial, fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda. Se recomienda mantener y seguir los protocolos establecidos para asegurar la calidad continua del producto.

**Palabras clave:** Leche cruda, buenas prácticas de manufactura, análisis físico, análisis químico, análisis microbiológicos, centro de acopio

<sup>1</sup>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias pecuarias, <https://orcid.org/0000-0002-4130-0347>

<sup>2</sup>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias pecuarias, Carrera de Agroindustria, <https://orcid.org/0000-0003-0259-7712>

**ABSTRACT:** The development of a Good Manufacturing Practices (GMP) manual should be paramount to ensure the quality and safety of food products, such as raw milk. In this context, the research focused on developing and applying a GMP manual for the collection center in the community of Chuquipogyo, located in the community of El Quinual, Guano canton, province of Chimborazo. The main purpose is to reduce the risk of contamination during the first stage of production. The present study included sensory, physicochemical and microbiological analyses of raw milk obtained from milking. Data were processed with Microsoft Excel 2013 and T-Student tests were used for physicochemical and microbiological analyses. An initial situation analysis was performed, using descriptive statistics to evaluate compliance with a checklist after the application of the GMP manual. The diagnosis revealed 55% compliance. Upon implementation of the manual, compliance levels improved significantly: 87% in the field, 96% in transport and 85% in the collection center. Microbiological analyses initially showed contamination levels outside the parameters allowed by INEN 9:2012, with microorganism counts of E. coli and Salmonella exceeding  $2.5 \times 10^6$  CFU/mL. After the application of the manual, the microbial load decreased considerably to a maximum of 333 CFU/mL. The initial physicochemical analysis of the milk exceeded the permitted limits, the implementation of GMPs improved the quality of the raw material. Training and technical assistance made producers aware of the importance of avoiding milk contamination. Finally, it is concluded that the use of the GMP manual significantly improves the sensory, physicochemical and microbiological quality of raw milk. It is recommended that the established protocols be maintained and followed to ensure the continued quality of the product.

*Keywords: raw milk, good manufacturing practices, physical analysis, chemical analysis, microbiological analysis, collection center*

## INTRODUCCIÓN

La leche cruda, es producto de la secreción mamaria de animales bovinos lecheros sanos, obtenida mediante uno o más ordeños diarios, higiénicos, completos e ininterrumpidos, sin ningún tipo de adición o extracción, destinada a un tratamiento posterior previo a su consumo (1,2), debido a su composición química y a su elevada actividad de agua, es un excelente sustrato para el crecimiento de una gran diversidad de microorganismos. De los microorganismos que se pueden encontrar en la leche, unos son beneficiosos (bacterias lácticas), algunos son alterantes y otros son perjudiciales para la salud (3), Al tener alta vulnerabilidad microbiológica, puede existir contaminación que afecta a la salubridad, así como la calidad del producto, implicando riesgos a las empresas y, por ende, a consumidores.

La leche, al ser un producto rico en nutrientes, también es muy propensa a la reproducción de todo tipo de microorganismo durante el ordeño, el cual se produce en zonas inferiores de la ubre y en el canal de salida de la misma (4). Actualmente, se conoce que las zonas con más relevancia de contaminación son los utensilios de lechería como lo son ordeñadoras, tanques, cisternas, transportadoras, tuberías, silos, entre otros (5). Las características microbiológicas de la leche cruda, según INEN, debe mantener un límite permisible máximo. Un correcto manejo de la cadena

de acopio de leche repercute en aplicar buenas prácticas en los procesos, controlar tiempos y temperatura en transporte evitarán que la materia prima incremente sus cargas microbianas (1).

Los microorganismos patógenos en los alimentos pueden provocar enfermedades en los consumidores, por lo que es crucial un control estricto. Esto implica control de acidez y pH, analizar puntos críticos de control y asegurar un buen manejo durante el proceso de elaboración para evitar la contaminación cruzada (6). Además del saneamiento y desinfección diario de los equipos y utensilios, evitando el desarrollo de microorganismos patógenos, garantizando que la cadena primaria sea de buena calidad, los centros de acopio, al ser la primera etapa de producción, deben garantizar la inocuidad del producto, evitando la propagación de todo tipo de contaminantes (7).

En nuestro país, la entidad a cargo del control y cumplimiento en centros de acopio es Agrocalidad. Esta se basa en la Guía de Buenas Prácticas de Producción de leche. Básicamente consisten en la preparación del ganado, por parte de la persona que va a ordeñar, así como de los utensilios que se van a utilizar durante este proceso preproducción (8). Los aspectos sugeridos son la Limpieza del local de ordeño, arreado de la vaca, horario fijo de ordeño, lavado de manos y brazos del ordeñador, preparación y lavado de los utensilios de ordeño (9), esto se controla mediante la elaboración de un checklist. Para el transporte y centro de acopio se utilizará el Manual de procedimientos para la vigilancia y control de la inocuidad de leche cruda (10). Mientras que, para el control microbiológico en leche cruda, en centros de acopio se tendrá como referencia la normativa vigente (11).

Para poder aplicar un manual de Buenas Prácticas de Manufactura, en cualquier planta de procesamiento, almacenamiento o centro de acopio, lo primero es realizar un levantamiento de información diagnóstica de toda la planta, en el cual se determinará el área que necesita más atención. Para realizar el diagnóstico se deberá hacer un análisis de situación inicial (checklist) de cumplimiento, basado en la normativa para vigente en el país. Una de las formas más recurrentes es mediante análisis microbiológicos en superficie, para posterior análisis del porcentaje de cumplimiento mediante el checklist (12).

El centro de acopio lácteo de la Cooperativa de Producción Ganadera Chuquipogyo involucra a hombres y mujeres pertenecientes a las comunidades campesinas de Santa Rosa, El Quinual y La Envidia, creado por la cooperación mutua entre el Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de San Andrés y el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Según datos proporcionados por el Gobierno Autónomo Descentralizado de Chimborazo, la producción de leche en la zona es de 6000 Litros/día. Sin embargo, al realizar un análisis situacional inicial (checklist) microbiológico, se pudieron constatar los niveles de incumplimiento, reflejando una contaminación elevada en la leche cruda, criterios contrastados con lo que cita la normativa ecuatoriana (11).

La ausencia de un Plan Operativo Estandarizado de Saneamiento (POES), que consiste en la limpieza y desinfección en la planta, es una condición básica para mantener una inocuidad alimentaria, con el fin de reducir los riesgos de contaminación física y microbiológica (13). Así como Buenas Prácticas de Pecuarias (BPP), que mantienen un control continuo en todas las áreas

de producción como son las instalaciones, equipos y utensilios. Por consiguiente, el presente trabajo tiene como importancia el desarrollar un manual de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), así como un Plan Operativo Estandarizado de Saneamiento (POES) para el centro de acopio Chuquipogyo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se llevó a cabo en el Centro de Acopio lácteo de la Cooperativa de producción ganadera Chuquipogyo, de la comunidad el Quinual, en el sector Urbina. Los análisis sensoriales y fisicoquímicos se llevaron a cabo en el laboratorio de análisis de leche de la cooperativa ganadera Chuquipogyo., tuvo una duración de 90 días, distribuidos en varias fases empezando por el diagnóstico inicial (checklist), de cada etapa productiva. Luego se realizó la toma de muestras y análisis microbiológico para leche cruda y superficies de contacto. Se consideró como unidad experimental a la muestra de leche cruda en el campo transporte y en el tanque de enfriamiento, se realizaron por hisopado tres tomas en superficies vivas e inertes. Posteriormente, el cumplimiento de controles se realizó mediante checklist distribuido antes y después de aplicar las Buenas Prácticas de Manufactura, en cada etapa de la cadena productiva.

Esta investigación se basó en el análisis de calidad de leche cruda en el centro de acopio Chuquipogyo, mediante varios checklist de cumplimiento para cada área productiva, basado en la normativa de Agrocalidad. Los resultados experimentales de las cargas microbiológicas que se obtuvieron al azar, fueron analizados por medio de la prueba estadística T-student. Los resultados de los análisis sensoriales y el porcentaje de cumplimiento de los checklist se analizaron por medio de estadística descriptiva, donde se estableció la existencia de significancia por efecto de las Buenas Prácticas de Manufactura. Las mediciones experimentales se realizaron antes y después de aplicar el manual de Buenas Prácticas en el proceso de acopio de leche cruda.

Para el análisis sensorial y fisicoquímico se tomaron seis muestras de leche de 100 mL por comunidad, en el momento de la recepción y posteriormente en el tanque de enfriamiento general. En el análisis microbiológico se tomaron tres muestras de leche de 100 mL por comunidad en campo, transporte y en el tanque de enfriamiento. Para el hisopado se realizaron tres tomas en superficies vivas (manos) y superficies inertes (tanque de enfriamiento, transporte y utensilios) luego del procedimiento de limpieza que llevaban a cabo en sus procesos, antes y después de la aplicación del manual de Buenas Prácticas de Manufactura.

Se realizaron tres tomas en superficies inertes (tanque y utensilios) y superficies vivas (manos) luego del procedimiento de limpieza que llevaban a cabo en sus procesos, antes y después de la aplicación del manual de Buenas Prácticas de Manufactura. El procedimiento se basó en la “Guía técnica peruana 346583 para análisis microbiológico de superficies en contacto con alimentos y bebidas” resolución ministerial (14).



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Checklist para control de proveedores de campo

En la Tabla 1, se observan los resultados obtenidos para la evaluación inicial (checklist) antes y después, para control de proveedores de campo, en base a (15).

**Tabla 1:** Evaluación de cumplimiento en checklist, (16), para control en Campo de proveedores del centro de acopio Chuquipogyo

Parámetros de evaluación	Santa Rosa		El Quinual		La Envidia	
	% cumple antes	% cumple después	% cumple antes	% cumple después	% cumple antes	% cumple después
Vías internas	66,66	66,66	50	66,66	50	50
Corrales y salas de espera	66,66	83,33	50	66,66	16,67	66,67
Actividades de ordeño	30	100	20	100	20	83,33
Tanques y Bidones	66,66	100	33	100	33,33	100
Higiene personal	50	100	75	100	25	100
Limpieza y desinfección	50	100	50	100	50	100
<b>Promedio</b>	55	<b>91,67</b>	46,33	<b>88,89</b>	32,50	<b>83,33</b>

Al finalizar las capacitaciones, se realiza una comparativa de porcentajes de cumplimiento, podemos evidenciar que hubo un cumplimiento mayor al 80% respecto al con el protocolo establecido en el Manual de BPM.

### Análisis Sensorial de la Leche Cruda

En la Tabla 1, se presenta las características sensoriales como son color, olor y aspecto, para realizar los análisis sensoriales se tomaron seis muestras de leche cruda de 100 mL por cada comunidad en el momento de la recepción y posteriormente en el tanque de enfriamiento

**Color:** los resultados para este parámetro evidenciaron, que para la comunidad de Santa Rosa presenta color característico mientras que para las comunidades El Quinual y la Evidia presentan una ligera diferencia para los parámetros analizados. Después de aplicar las BPM, las muestras de leche analizadas cumplen con lo exigido en la (1).

**Olor:** para este parámetro, observamos que antes de la capacitación a los productores la leche procedente de la comunidad Santa Rosa tiene un olor lácteo característico normal, existiendo diferencia altamente significativa con la comunidad la Envidia. Al aplicar los procedimientos del manual de BPM podemos constatar que ninguna comunidad presenta olores extraños.

**Aspecto:** muestra los resultados de los análisis de aspecto, se evidencia que la comunidad de Santa Rosa presenta un aspecto homogéneo, mientras que para las dos comunidades presentan

valores bajos en comparación al valor inicial. Al aplicar los procedimientos del manual de BPM, la leche producida en las comunidades el Quinual y la Envidia mejoraron significativamente. Santa Rosa mantuvo un aspecto adecuado antes y después del muestreo.

**Tabla 2:** Análisis Sensoriales de la Leche Cruda de las comunidades y del centro de acopio “Chuquipogyo”

Detalle	COLOR				OLOR				ASPECTO				
	Antes de BPM		Después de BPM		Antes de BPM		Después de BPM		Antes de BPM		Después de BPM		
	N	L.C.	C.E.	L.C.	C.E.	L.C.	O.E.	L.C.	O.E.	H.	EX.	H.	EX.
Santa Rosa	6	6	0	6	0	6	0n	6	0	6	0	6	0
El Quinual	6	5	1	6	0	4	2	6	0	4	2	6	0
Envidia	6	5	1	6	0	2	4	6	0	5	1	6	0
C. Acopio	6	6	0	6	0	3	3	6	0	5	1	6	0
<b>Sumatoria:</b>	<b>24</b>	<b>22</b>	<b>2</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>9</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>4</b>	<b>24</b>	<b>0</b>

**Donde:** L.C: lácteo característico; C.E: color extraño; O.E: olor extraño; H: Homogéneo, EX: Extraño.

#### Análisis Físicoquímico de la leche

Para realizar los análisis físicoquímicos se tomaron seis muestras de leche cruda, 100 mL por cada comunidad en el momento de la recepción y posteriormente en el tanque de enfriamiento general.

Densidad Relativa: Se presenta en la Tabla 3, la densidad de la comunidad el Quinual, presentó una mínima diferencia en relación con las demás comunidades. Sin embargo, al aplicar el manual de BPM la comunidad La Envidia y en centro de acopio, se observó un incremento en los valores.

**Tabla 3:** Evaluación de la densidad de la leche cruda de los proveedores y del centro de acopio “Chuquipogyo”

Detalle	n	BPM		t. Cal	probabilidad	Sig.
		Antes	Después			
Santa Rosa	6	1,028	1,028	1,58113883	0,087343907	ns
El Quinual	6	1,030	1,031	-0,34921515	0,370576911	ns
Envidia	6	1,028	1,028	0,34921515	0,370576911	ns
C. de Acopio	6	1,029	1,030	-2,23606798	0,037793409	*

ns: no significativo, \*: existe diferencia \*\*: existe diferencia altamente significativa.

Grasa: En la Tabla 4 se analiza la cantidad de grasa, en la comunidad de El Quinual el contenido de grasa es mayor a diferencia de la comunidad Envidia que presenta menor cantidad al aplicar los protocolos establecidos en el manual de BPM, la leche procedente de las comunidades de Santa Rosa y El Quinual tuvieron un porcentaje superior en relación con las demás comunidades y centro de acopio.

**Tabla 4:** Evaluación de la grasa de la leche cruda de los proveedores y del centro de acopio “Chuquipogyo”

Detalle	n	BPM		t. Cal	probabilidad	Sig.
		Antes	Después			
Santa Rosa	6	3,8	3,9	-1,34839972	0,117693739	ns
El Quinual	6	4,0	4,0	0,4662524	0,330321078	ns
Envidia	6	2,7	2,9	0,00516171	2,015048373	ns
C. Acopio	6	3,5	3,6	-3,16227766	0,012515508	*

ns: no significativo, \*: existe diferencia \*\*: existe diferencia altamente significativa.

#### Análisis microbiológico de la leche cruda

Medición de acides titulable: En la Tabla 5 se observa que al aplicar los protocolos y capacitaciones el porcentaje acidez se normalizó, El centro de acopio como las comunidades se mantienen en un rango de 0,14 y 0,15% que forma parte de lo exigido por la Normativa.

**Tabla 5:** Evaluación de acides titulable de la leche cruda de los proveedores y del centro de acopio “Chuquipogyo”

Detalle	n	BPM		t. Cal	probabilidad	Sig.
		Antes	Después			
Santa Rosa	6	0,17	0,14	5,83874208	0,001042396	**
El Quinual	6	0,16	0,15	3,37862314	0,009851852	**
Envidia	6	0,17	0,15	5,39795619	0,001473569	**
C. Acopio	6	0,17	0,15	7,74596669	0,000286623	**

ns: no significativo, \*: existe diferencia \*\*: existe diferencia altamente significativa.

Análisis de células somáticas (mastitis): La Tabla 6, de la comunidad Santa Rosa, reporta valores inferiores que El Quinual y La Envidia. Al aplicar el manual de BPM, se observa que el conteo de células somáticas se reduce, mostrando diferencia altamente significativa. ( $p < 0,01$ )

**Tabla 6:** Análisis de células somáticas de la leche cruda de los proveedores y del centro de acopio “Chuquipogyo”

Detalle	n	BPM		t. Cal	probabilidad	Sig.
		Antes	Después			
Santa Rosa	6	159033	109500	14,3522971	1,48026E-05	**
El Quinual	6	177000	122000	21,408721	2,06168E-06	**
Envidia	6	181833	140333	20,2902249	2,68908E-06	**
C. Acopio	6	179000	139333	24,3926218	1,07943E-06	**

ns: no significativo, \*: existe diferencia \*\*: existe diferencia altamente significativa.

A continuación, se presenta el análisis microbiológico, para el cual se tomaron 3 muestras antes y después de aplicar el manual BPM.

Campo: La Tabla 7, presenta que para el parámetro E. Coli y Coliformes totales muestran elevados valores, particularmente en la comunidad La Envidia, valores que reducen su carga microbiana completamente al aplicar el Manual BPM ( $p < 0,01$ ), mientras que para *Estafilococcus Aureus* se eliminó completamente en las comunidades El Quinual y Santa Rosa, mientras que para *Listeria* al aplicar el manual no mostró carga microbiana, en ninguna de las tres comunidades.

**Tabla 7:** Análisis microbiológico de la leche cruda realizado en campo

Bacteria	Lugar/Área	n	Evaluación promedio UFC/mL		t. Cal	probabilidad	Sig.
			Antes	Después			
<i>E. Coli</i>	Santa Rosa	3	546667	333	5,432605291	0,016126429	**
	El Quinual	3	545000	333	16,17583943	0,001900008	*
	La Envidia	3	772000	667	25,72381737	0,000753904	**
<i>Coliformes totales</i>	Santa Rosa	3	1119000	333	87,50152373	6,52911E-05	**
	El Quinual	3	1086000	667	31,32507421	0,000508771	**
	La Envidia	3	1186667	667	23,61943781	0,000893851	**
<i>Estafilococcus Aureus</i>	Santa Rosa	3	21667	0	2,353157996	0,071439957	**
	El Quinual	3	50000	0	2,040674677	0,089039554	ns
	La Envidia	3	71333	333	8,309921451	0,007087049	**
<i>Listeria</i>	Santa Rosa	3	7000	0	1,941450687	0,095854812	ns
	El Quinual	3	1667	0	1	0,211324865	ns
	La Envidia	3	2000	0	1,732050808	0,112701665	ns

ns: no significativo, \*: existe diferencia \*\*: existe diferencia altamente significativa.

Transporte: En la Tabla 8 indica los resultados de los análisis microbiológicos, los niveles de cargas microbiológicas para parámetros E. Coli, Coliformes totales, *Estafilococcus Aureus* y *Salmonella* en la comunidad La Envidia presentan altos valores en sus cargas microbiológicas. Al aplicar los procedimientos del manual de BPM, así como las capacitaciones al personal encargado de esta parte del proceso, los niveles de cargas microbiológicas descienden en las tres comunidades.

**Tabla 8:** Análisis microbiológico en la etapa de transporte en las tres comunidades

Bacteria	Lugar/Área	n	Evaluación promedio UFC/mL		t. Cal	probabilidad	Sig.
			Antes de BPM	Después de BPM			
<i>E. Coli</i>	Santa Rosa	3	406667	333	22,71078137	0,000966596	**
	El Quinual	3	518667	333	29,37100752	0,000578599	**
	La Envidia	3	792000	667	69,37488354	0,000103856	**
<i>Coliformes totales</i>	Santa Rosa	3	1312000	333	24,63564698	0,000821808	**
	El Quinual	3	1332000	667	10,59181726	0,004398141	**
	La Envidia	3	2579333	333	241,1931167	8,59467E-06	**
<i>Estafilococcus Aureus</i>	Santa Rosa	3	31000	0	6,711696879	0,010743113	*
	El Quinual	3	43667	0	3,80871892	0,031269151	*
	La Envidia	3	71333	333	8,309921451	0,007087049	**

	Santa Rosa	3	513333	0	6,261818401	0,012283759	*
<i>Salmonella</i>	El Quinual	3	520667	0	10,35186473	0,00460156	**
	La Envidia	3	604000	333	4,647976986	0,021651935	*

### Hisopado de superficies

Manos (superficies vivas): en la Tabla 9, se presentan los resultados de los análisis microbiológicos de superficies vivas, en los cuales para los tres tipos de bacterias que se presenta sus valores son altos. Al aplicar los Planes Operativos Estandarizados de Saneamiento para operarios, las cargas microbiológicas descienden totalmente ( $p < 0,01$ ).

**Tabla 9:** Análisis de muestreo, muestreo en superficies vivas (manos)

Bacteria	Lugar/Área	Evaluación Promedio UFC/mL				t. Cal	probabilidad	Sig.
		n	Antes	n	Después			
<i>E. Coli</i>	Santa Rosa	3	7580	3	0	36,3016162	0,000378987	**
	El Quinual	3	8410	3	0	29,3255814	0,00058039	**
	La Envidia	3	8310	3	0	34,5457198	0,000418443	**
	C. de Acopio	3	7010	3	0	291,772303	5,87319E-06	**
<i>Coliformes totales</i>	Santa Rosa	3	9650	3	0	130,034239	2,95676E-05	**
	El Quinual	3	9430	3	0	73,2659228	9,31204E-05	**
	La Envidia	3	10880	3	0	13,251224	0,002823367	**
	C. de Acopio	3	5430	3	0	11,6743446	0,00362875	**
<i>Estafilococcus Aureus</i>	Santa Rosa	3	580	3	0	13,9311494	0,002556556	**
	El Quinual	3	640	3	0	7,36250894	0,008976337	**
	La Envidia	3	660	3	0	5,0570135	0,018474744	*
	C. de Acopio	3	470	3	0	9,4	0,005564384	**

ns: no significativo, \*: existe diferencia \*\*: existe diferencia altamente significativa.

Utensilios (superficies inertes): La Tabla 10 presenta los resultados de los análisis microbiológicos de utensilios, al respecto se observa que, al aplicar los Planes Operativos Estandarizados de Saneamiento, la presencia de microorganismos patógenos reduce considerablemente. Las muestras analizadas de la comunidad El Quinual y Santa Rosa mostraron una diferencia altamente significativa ( $p < 0,01$ ). En el centro de acopio se observa que la presencia de Coliformes totales se reduce completamente.

**Tabla 10:** Hisopado de superficies, análisis de muestreo de utensilios

Bacteria	Lugar/Área	Evaluación Promedio UFC/mL				t. Cal	probabilidad	Sig.
		n	Antes	n	Después			
<i>E. Coli</i>	Santa Rosa	3	7570	3	0	13,7770366	0,002613622	**
	El Quinual	3	7510	3	0	92,6388293	5,82516E-05	**
	La Envidia	3	6870	3	0	28,8964481	0,000597725	**
	C. de Acopio	3	5160	3	0	32,1663423	0,000482545	**

“DIAGNÓSTICO Y OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ACOPIO DE LECHE CRUDA DEL CENTRO DE ACOPIO CHUQUIPOGYO”

<i>Coliformes totales</i>	Santa Rosa	3	8980	3	0	44,2412846	0,000255259	**
	El Quinual	3	9490	3	0	73,7319251	9,19473E-05	**
	La Envidia	3	9600	3	0	138,564065	2,60396E-05	**
	C. de Acopio	3	7680	3	0	33,765718	0,000437973	**
<i>Estafilococcus Aureus</i>	Santa Rosa	3	630	3	0	7,64961151	0,008331618	**
	El Quinual	3	590	3	0	24,6841587	0,000818589	**
	La Envidia	3	610	3	0	14	0,002531662	**
	C. de Acopio	3	640	3	0	5,4093254	0,016258821	*

ns: no significativo, \*: existe diferencia \*\*: existe diferencia altamente significativa.

Tanque de enfriamiento en centro de acopio: Se presenta los datos en la Tabla 11, realizado en los tanques de enfriamiento mediante hisopado en el centro de acopio Chuquipogyo, en las tres comunidades se presentan valores altos para los tres parámetros, la presencia de los microorganismos patógenos se reduce completamente al utilizar el manual de BPM.

**Tabla 11:** Hisopado de superficies, tanques de enfriamiento del centro de acopio Chuquipogyo

Bacteria	n	Evaluación Promedio UFC/mL		t. Cal	probabilidad	Sig.
		Antes	Después			
E. Coli	3	4030	0	44,8949664	0,000247886	**
Coliformes totales	3	5250	0	14,8411336	0,002254709	**
Estafilococcus Aureus	3	670	0	18,1401355	0,001512568	**

ns: no significativo, \*: existe diferencia \*\*: existe diferencia altamente significativa.

Tanque de transporte de leche: Al analizar la Tabla 12 para superficies inertes, podemos apreciar que para la comunidad La Envidia presenta diferencias significativas en relación con las dos comunidades analizadas mediante la técnica de hisopado. Para el parámetro Coliformes totales, no existe diferencia altamente significativa en las comunidades. Al analizar los tres parámetros posteriores de aplicar los Planes Operativos Estandarizados de Saneamiento, las cargas microbiológicas se reducen significativamente.

**Tabla 12:** Hisopado de superficies, tanques de transporte de leche

Bacteria	Lugar/Área	Evaluación promedio UFC/mL				t. Cal	probabilidad	Sig.
		n	Antes	n	Después			
<i>E. Coli</i>	Santa Rosa	3	6660	3	0	15,577083	0,002047968	**
	El Quinual	3	7730	3	0	19,4276129	0,0013195	**
	La Envidia	3	8250	3	0	23,3271693	0,000916328	**
<i>Coliformes totales</i>	Santa Rosa	3	9030	3	0	36,2556079	0,000379948	**
	El Quinual	3	9290	3	0	28,5717292	0,000611364	**

	La Envidia	3	9480	3	0	41,1010126	0,000295719	**
<i>Estafilococcus Aureus</i>	Santa Rosa	3	590	3	0	16,6304368	0,001798105	**
	El Quinual	3	20	3	0	3,46410162	0,03708995	*
	La Envidia	3	690	3	0	14,2835301	0,002432877	**

ns: no significativo, \*: existe diferencia \*\*: existe diferencia altamente significativa.

DISCUSIÓN: En el análisis de situación inicial (checklist) se pudo evidenciar la falta de capacitación de las tres comunidades, mismos resultados que evidenciaron una serie de factores a tomar en cuenta para mejorar sus actividades de ordeño, así como asistencia técnica, capacitaciones y transferencia de conocimientos como tecnología. Al capacitar al personal a cargo de las primeras etapas de producción mediante la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), se evidenció fueron más higiénicas, como resultado, la calidad de la leche incrementó su calidad, así como su trazabilidad. En los resultados se constata que los porcentajes obtenidos superan el 80% del cumplimiento, estos datos contrarrestan con lo afirmado en el manual de Procedimientos para la Vigilancia y Control de la Inocuidad de Leche cruda (16).

Al realizar el Análisis Sensorial de la Leche Cruda para el parámetro color, la presencia de colores extraños en la leche se debe a la adulteración intencionada por parte de los productores. De acuerdo con (17), la adición de sustancias ajenas a la composición natural de la leche como peróxidos y conservantes generan cambios en la calidad sensorial de la materia prima. Al analizar el parámetro olor, este es extraño por el inadecuado manejo durante las actividades en campo. Las condiciones para el manejo de leche cruda en campo deben ser totalmente higiénicas, el riesgo de contaminación física puede influir en el olor (18).

Mientras que para el aspecto de leche cruda se estableció que los mismos se encuentran dentro del nivel de aceptación establecido por la norma (11), para leche cruda. Estudios similares, como el realizado en el centro de acopio de leche “El Panecillo” mencionan que el 33,33% de las muestras analizadas presentaron un aspecto homogéneo, debido a la presencia de materias extrañas como fragmentos de vegetales, ocasionando un cambio en el aspecto de la leche cruda (19).

Al tener en cuenta el Análisis Físicoquímico de la leche, la variación en la densidad de las muestras de leche analizadas posiblemente se deba a la adición de agua añadida (20), menciona que los valores debajo de 1,027 pueden significar adición de agua, pero si se reportan valores superiores a 1,032 existe la probabilidad de una leche con muy baja concentración de grasa. Respecto al parámetro grasa, posiblemente el tipo de alimentación sea la causa de las diferencias en porcentaje de grasa de la leche entre comunidades, corroborando de esta manera lo que manifiesta (21).

Al tomar en cuenta la Medición de Acidez Titulable, estudios similares indican que los muestreos realizados en centros de acopio y comunidades proveedoras, presentan una media de 0,16 % antes y 0,13 % después de la implementación del manual. Menciona también que el cambio se debe a que se corrigieron las deficiencias en la práctica del ordeño, como el cambio de utensilios

de plásticos por el uso de material de acero inoxidable. Sin embargo, sus valores se encuentran sobre los límites lo que no es favorable (22).

Uno de los parámetros a considerar dentro de las BPP de la leche cruda es el Análisis de Células Somáticas. La normativa técnica (11), indica que el conteo de células somáticas debe ser inferior a  $7,0 \times 10^5$  células somáticas/mL. Esto se puede constatar con la investigación realizada en el centro de acopio “El Panecillo”, que las muestras analizadas antes y después de la implementación del manual reportan un número inferior al permitido por la norma ecuatoriana para leche cruda (19). Una correcta implementación de las BPM, se puede verificar mediante análisis microbiológico. Antes de implementar el manual se pudo presenciar una alta carga microbiana, es posible que la higiene personal y el medio sean las principales causas de contaminación de la leche cruda en campo, como lo afirma (19).

La calidad microbiológica de la leche depende del manejo sanitario que efectúe el operario en las actividades realizadas, tanto en campo como en el transporte son factores de sumo cuidado microorganismos patógenos como los *Estafilococos Aureus* en la leche cruda sea por no mantener un control en el procedimiento higiénico del transporte, corroborando de esta manera lo que manifiesta (3). La presencia de *Estafilococos Aureus* en los alimentos se interpreta, por lo general, como un indicativo de contaminación de los manipuladores, al mantener contacto con la boca, nariz, manos, y heridas con la materia prima.

Finalmente, uno de los factores a tomar en cuenta es el hisopado de superficies vivas (manos) e inertes, basados en “Guía técnica peruana 346583:2007 para análisis microbiológico de superficies en contacto con alimentos y bebidas, señala que las cargas de Coliformes totales y *Estafilococcus Aureus* deben ser menores a 100 UFC/superficie muestreada, por lo que se constata que las muestras analizadas de las manos de los productores cumplen con lo exigido (14).

## CONCLUSIONES

En el diagnóstico del centro de acopio se observó que existían incumplimientos en los procesos, los checklist realizados no superaban el 55% de cumplimiento. Después, aplicando correctamente lo que dicta el manual las Buenas Prácticas en las diferentes etapas de acopio se alcanzó un cumplimiento del 87 % en campo, 96 % en transporte y 85 % en centro de acopio.

En los análisis microbiológicos se evidencia que las cargas de Coliformes totales y *E. Coli* en la leche proveniente a las comunidades de estudio redujeron en gran medida, sin embargo, aun después de la aplicación del manual de BPM y POES las comunidades El Quinual y La envidia reportaron un promedio máximo de 667 UFC/mL. Las cargas de *Salmonella*, *Listeria* y *Estafilococcus Aureus* se eliminaron por completo, dando cumplimiento a lo que exige la norma NTE INEN 9:2012 para leche cruda. En el conteo microbiológico del hisopado de superficies vivas e inertes, se observó una reducción total en todas las áreas de análisis, demostrando la eficiencia de los POES, cumpliendo de esta manera lo que exige la Guía técnica peruana 346583 para análisis microbiológico de superficies en contacto con alimentos y bebidas.



Las capacitaciones, asistencia técnica y transferencia de tecnología contribuyeron a que los productores, transportistas y operarios del centro de acopio concienticen la importancia de aplicar las BPM y POES durante toda la cadena productiva, partiendo del ordeño hasta el enfriamiento, sin descuidar ningún eslabón, obteniendo beneficios en la calidad final de la leche cruda, misma que fue reflejada en los análisis posteriores a su aplicación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. INEN. NTE INEN 9:2012 LECHE CRUDA REQUISITOS. ; 2012.
2. FAO/OMS. Comisión del Codex Alimentarius: Manual de procedimiento. (Novena edición).: Inen 2014 ; 1995.
3. Martinez C. Calidad de leches crudas y quesillos elaborados artesanalmente. In. Riobamba-Ecuador.; 2004. p. 18-36.
4. Ramos B, Rivas M, Acuña R. CALIDAD BACTERIOLÓGICA DE LA LECHE EN SISTEMAS DE OREDEÑO EN EL MUNICIPIO DE Maturin, Monogás, Venezuela. In.
5. Ria C, Loenis C, Martinez E. Evaluación microbiológica de la leche cruda en la planta de lácteos de Zamorano. In Tesis (Ingeniera en Agroindustria Carrera de Agroindustria Alimentari. Honduras; 2003. p. 14-47.
6. Aguilar A, Urbano E, Jaimes C. Bacterias patógenas en leche cruda: problema de salud e himocuidad alimentaria. In 2 V, editor...: Ciencia y Agricultura; 2014. p. 83-93.
7. Produccion Lechera. [Online].; s/f. Available from: <https://www.fao.org/dairy-production-products/production/es/>.
8. Contero R, Requielme N, Cachipundo C, Acurio D. Calidad de la leche cruda y sistema de pago por calidad en el Ecuador.. In Vida RdCdl, editor...: LA GRANJA; 2021. p. 33(1), 31-43.
9. Resolución Técnica nº 0217. BPM en la producción de Leche Cruda. In ; 2012: Agrocalidad.
10. La Resolución Técnica Nº 0213. Normas y directrices para asegurar la calidad e inocuidad de la leche cruda durante el proceso de ordeño. In ; 2013: Agrocalidad.
11. INEN NTE 9 , inventor; LECHE CRUDA.. 2015.
12. Puentestar M, Siomara T. Diseño de un sistema de Buenas Prácticas de Manufactura e implementación de Procedimientos Operacionales Estandarizados de Saneamiento en la microempresa lácteos Mariana de la ciudad de Mira. UPEC. In.; 2022.
13. Feldman P. Sistemas de Gestión de Calidad en el sector agroalimentario Buenos Aires-Argentina.; 2018
14. MINSA. Norma Sanitaria para el analisis microbiologico de superficies: Resolucion N 461 2007; 2007.
15. AGROCALIDAD. GUIA DE BUENAS PRACTICAS PECUARIAS DE PRODUCCION DE LA LECHE; 2012
16. AGROCALIDAD. MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA VIGILAMCIA Y CONTROL DE LA INOCUIDAD DE LA LECHE CRUDA; 2013.
17. Remache V. Diseño y aplicación de un manual de buenas prácticas de ordeño (BPO) para los productores de leche la comunidad compañía labranza filial a la corporación COCIH. In.; 2017. p. 32-39.
18. Gastalver M. Procesos básicos de elaboración de quesos. In Elearning S.L. España: ; 2015.
19. Valle T. Evaluación de la calidad de la leche cruda e aplicación de un manual de calidad en

- el centro de acopio asociación El Panecillo. In Tesis (Ingeniero en Industrias Pecuarias).: Riobamba, Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias; 2015. p. 32-37.
20. Palomino García LR, MGJP, GPCM, GGJH, & DRDL. Caracterización fisicoquímica y actividad antimicrobiana del propóleo en el Municipio de La Unión (Antioquia, Colombia). In.: Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín; 2010. p. 5373-5383.
  21. Molina F. Determinación de la calidad de la leche cruda (acidez, densidad, grasa, reductasa, sólidos totales) aplicando un programa de capacitación en 4 comunidades de la parroquia Pintag, Canto Quito). In.; 2012.
  22. Colmenárez B., Sánchez L, Sánchez R. Aplicación de las buenas prácticas de fabricación, análisis químicos y microbiológicos del queso de cabra en una unidad de producción ubicada en Bobaredo Lara. In.: Revista de Investigación en Producción An; 2015.

# IMPACTO DE LA TECNOLOGÍA EN EL MERCADO LABORAL: AVANCES, DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES

## IMPACT OF TECHNOLOGY ON THE LABOR MARKET: ADVANCES, CHALLENGES AND OPPORTUNITIES

Stinly Elizabeth Oviedo Carpio<sup>1</sup>, Paola Marisol Pillacela Carpio<sup>2</sup>, Janneth Alexandra Caisaguano Villa<sup>3</sup>, Marcela Patricia González Robalino<sup>4</sup>

{soviwedoc2@unemi.edu.ec<sup>1\*</sup>, pillacela.paola@gmail.com<sup>2</sup>, jcaisaguano@unach.edu.ec<sup>3</sup>, marcelagonzalez@unach.edu.ec<sup>4</sup>}

Fecha de recepción: 10 de mayo de 2024

/ Fecha de aceptación: 18 de junio de 2024

/ Fecha de publicación: 14 de julio de 2024

**RESUMEN:** La tecnología ha revolucionado el panorama laboral global a un ritmo vertiginoso. Este artículo analiza el impacto de la tecnología en el mercado laboral desde múltiples perspectivas, examinando tanto los beneficios como los desafíos que plantea esta transformación. Los avances tecnológicos, como la inteligencia artificial, la automatización y la robótica, han redefinido la naturaleza del trabajo en diversas industrias. Aunque estas innovaciones han mejorado la eficiencia y la productividad, también han generado inquietudes sobre la pérdida de empleo y la creciente brecha de habilidades. Por un lado, ha creado nuevas oportunidades laborales en sectores emergentes como la tecnología de la información, la ciencia de datos y la ingeniería de software. Sin embargo, ha desplazado a trabajadores en ocupaciones tradicionales, especialmente aquellos con habilidades menos especializadas y fácilmente automatizables. La metodología se basa en la selección cuidadosa de fuentes confiables y relevantes, el análisis de contenido y la síntesis temática, asegurando la confiabilidad de los hallazgos y la riqueza de perspectivas. La digitalización ha facilitado la aparición de formas alternativas de trabajo, como el teletrabajo y la economía gig, que ofrecen mayor flexibilidad, pero también plantean desafíos en términos de protección laboral y seguridad social. Para abordar estos desafíos, es crucial invertir en programas de educación y formación profesional que capaciten a los trabajadores para adaptarse a las nuevas demandas del mercado laboral. Se requiere una colaboración estrecha entre gobiernos, empresas y la sociedad civil para garantizar una transición justa y equitativa hacia una economía digitalizada. Es fundamental adoptar políticas y estrategias adecuadas para aprovechar los beneficios de la tecnología mientras se mitigan sus impactos negativos en el empleo y la calidad del trabajo.

<sup>1</sup>Universidad Estatal de Milagro, <https://orcid.org/0009-0004-7611-2436>

<sup>2</sup>Investigadora Independiente, <https://orcid.org/0009-0002-0143-281X>

<sup>3</sup>Universidad Nacional de Chimborazo, Coordinación de Competencias Lingüísticas, <https://orcid.org/0009-0000-0820-4639>

<sup>4</sup>Universidad Nacional de Chimborazo, Coordinación de Competencias Lingüísticas, <https://orcid.org/0000-0002-4772-6090>

*Palabras clave: Tecnología, mercado laboral, automatización, inteligencia artificial, desempleo, formación profesional*

**ABSTRACT:** Technology has revolutionized the global employment landscape at a dizzying pace. This article analyzes the impact of technology on the labor market from multiple perspectives, examining both the benefits and challenges posed by this transformation. Technological advances such as artificial intelligence, automation and robotics have redefined the nature of work in various industries. Although these innovations have improved efficiency and productivity, they have also raised concerns about job losses and a growing skills gap. On the one hand, it has created new job opportunities in emerging sectors such as information technology, data science and software engineering. However, it has displaced workers in traditional occupations, especially those with less specialized and easily automatable skills. The methodology is based on the careful selection of reliable and relevant sources, content analysis and thematic synthesis, ensuring the reliability of the findings and the richness of perspectives. Digitalization has facilitated the emergence of alternative forms of work, such as teleworking and the gig economy, which offer greater flexibility, but also pose challenges in terms of labor protection and social security. To address these challenges, it is crucial to invest in vocational education and training programs that train workers to adapt to the new demands of the labor market. Close collaboration between governments, businesses and civil society is required to ensure a fair and equitable transition to a digitalized economy. It is essential to adopt appropriate policies and strategies to harness the benefits of technology while mitigating its negative impacts on employment and work quality.

*Keywords: Technology, labor market, automation, artificial intelligence, unemployment, vocational training*

## INTRODUCCIÓN

La rápida evolución de la tecnología en las últimas décadas ha tenido un impacto significativo en el mercado laboral a nivel global, ya que las transformaciones tecnológicas en curso y proyectadas para el futuro afectan a una amplia gama de actividades productivas y de esta manera generan enormes oportunidades de desarrollo y bienestar, pero a su vez amenazas y desafíos sobre el empleo (1). Como forma de realización del potencial laboral de la población, el empleo concentra dentro de sus formas y tipos los aspectos de contenido de la nueva etapa digital del desarrollo económico a nivel global y local (2). La introducción de innovaciones como la inteligencia artificial, la automatización y la digitalización ha transformado la forma en que se realizan las tareas laborales en una amplia gama de industrias y sectores económicos.

Estas transformaciones tecnológicas o cambios radicales para algunas personas o como también innovación para otros, tendrían un profundo impacto en el surgimiento y eliminación de puestos de trabajo, y para las características de los empleos y conocimientos requeridos para que los trabajadores puedan ejercerlos (3). Las nuevas tecnologías propiciaron otro cambio de paradigma signado por el valor que el conocimiento tiene en la Sociedad de Información. Lo que realmente cambio no es el valor del conocimiento, si no el valor que le asigna el mercado a la posesión de este (4).

El propósito de esta investigación es analizar en profundidad el impacto de la tecnología en el impacto laboral, explorando sus diversas perspectivas y los desafíos que presenta esta transformación. Esta investigación tiene como objetivo contribuir al debate académico y político sobre el impacto de la tecnología en el mercado laboral, proporcionando una comprensión más completa de las dinámicas en juego y las medidas necesarias para abordar los desafíos emergentes (5).

Además, la digitalización ha facilitado la aparición de formas alternativas de trabajo, como el teletrabajo y la economía gig, que ofrecen mayor flexibilidad, pero también plantean desafíos en términos de protección laboral y seguridad social (6). Para abordar estos desafíos, es crucial invertir en programas de educación y formación profesional que capaciten a los trabajadores para adaptarse a las nuevas demandas del mercado laboral (7).

Las nuevas tecnologías especialmente aquellas vinculadas con la robótica, las aplicaciones, las TICs producen en nuestras sociedades cambios tan sustanciales y rápidos, que determinan modificaciones de una intensidad nunca experimentada con anterioridad. Hablamos de su “efecto disruptivo” en el empleo: se multiplican los desafíos para la organización del trabajo y la producción, mientras se diluye el concepto tradicional de la subordinación, que dividía con criterios claros y sencillos la dependencia y la autonomía liberal (14).

A nivel global, si bien ya se han observado procesos de destrucción y transformación de empleo en el contexto de la introducción de nuevas tecnologías, hasta ahora estos procesos no han incidido en una caída de los niveles de empleo (21).

## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación sobre el impacto de la tecnología en el mercado laboral se caracteriza por un riguroso enfoque documental. Este método se basa en la exhaustiva recopilación, el análisis meticuloso y la interpretación profunda de una amplia gama de documentos escritos. Entre estos se incluyen artículos académicos, tesis doctorales, entradas de Google Académico, sitios web especializados, revistas científicas y otras fuentes acreditadas. Cada una de estas

fuentes ha sido seleccionada con esmero para asegurar su validez y relevancia, abarcando un periodo de los últimos cinco años.

A partir de la revisión y síntesis crítica de estas obras, la investigación se centra en la interpretación y correlación de hallazgos de diversos estudios para extraer conclusiones informadas y verificadas. No solo se pretende presentar un panorama claro sobre cómo la tecnología ha afectado el mercado laboral, sino también ofrecer recomendaciones pertinentes basadas en un análisis riguroso de los datos disponibles.

Este enfoque investigativo aprovecha el trabajo previo de expertos y académicos, proporcionando una base sólida sobre la cual se pueden construir nuevas perspectivas y propuestas. La capacidad de analizar una amplia gama de fuentes certificadas otorga a la investigación una riqueza de contextos y matices, crucial para entender las complejas dinámicas del impacto tecnológico en el empleo y la estructura laboral.

Se incluyeron diversos tipos de fuentes documentales, como:

- Artículos académicos revisados por pares: Publicados en revistas científicas de reconocido prestigio.
- Tesis doctorales: Aprobadas en programas de doctorado acreditados.
- Entradas de Google Académico: De autores expertos en el tema.
- Sitios web especializados: Desarrollados por organizaciones relevantes o instituciones de investigación.
- Revistas científicas: Con un enfoque en el impacto tecnológico en el mercado laboral.
- Otras fuentes acreditadas: Informes de organismos internacionales, documentos de políticas públicas, etc.

Criterios de selección de fuentes:

- Validez: La información debe provenir de fuentes confiables y reconocidas en el campo de estudio.
- Relevancia: La información debe estar directamente relacionada con el tema de investigación y los objetivos planteados.
- Confiabilidad: La información debe basarse en metodologías de investigación sólidas y evidencia empírica.
- Actualidad: La información debe ser reciente, con un enfoque en los últimos cinco años.

Proceso de recolección de datos:

La recolección de datos se realizó siguiendo las siguientes etapas:

- Definición de palabras clave: Se identificaron términos relevantes para el tema de investigación, como "tecnología", "mercado laboral", "impacto", "empleo", "estructura laboral", etc.
- Búsqueda de fuentes: Se utilizaron las palabras clave definidas para buscar fuentes documentales en las bases de datos y repositorios seleccionados.
- Selección de fuentes: Se evaluaron las fuentes encontradas de acuerdo a los criterios de selección establecidos.
- Recolección de datos: Se extrajo la información relevante de las fuentes seleccionadas, incluyendo datos bibliográficos, resultados de investigaciones, conclusiones y recomendaciones.

**Análisis de datos:** El análisis de los datos recopilados se realizó utilizando técnicas de análisis de contenido y síntesis temática. El análisis de contenido permitió identificar y categorizar los temas y conceptos clave presentes en las fuentes documentales. La síntesis temática permitió integrar los hallazgos de diferentes estudios y elaborar conclusiones generales sobre el impacto de la tecnología en el mercado laboral.

**Triangulación de fuentes:** Para asegurar la confiabilidad de los hallazgos, se empleó la técnica de triangulación de fuentes. Esto consistió en comparar la información obtenida de diferentes fuentes y verificar la consistencia entre ellas.

**Ética de la investigación:** Se siguieron los principios éticos de la investigación científica durante todo el proceso, incluyendo el respeto a la propiedad intelectual, la confidencialidad de la información y la transparencia en la metodología empleada.

**Limitaciones de la investigación:** Es importante reconocer que toda investigación tiene limitaciones. En este caso, las limitaciones se relacionan con la naturaleza del enfoque documental, que depende de la disponibilidad y calidad de las fuentes existentes.

En definitiva, esta investigación documental se enriquece al integrar múltiples puntos de vista y estudios preexistentes, permitiendo una visión holística y bien fundamentada del tema, lo que facilita la elaboración de conclusiones sólidas y la formulación de recomendaciones estratégicas que pueden ser de gran utilidad para futuros estudios y políticas públicas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La inteligencia artificial, la automatización y la robótica están redefiniendo la naturaleza del trabajo en diversos sectores, impulsando la eficiencia y la productividad, generando así dos aristas importantes desde diferentes puntos de vista:

*Tabla 1: Automatización e Inteligencia artificial*

	Eliminación de empleos	Creación de empleos
<b>Automatización</b>	Tareas repetitivas y manuales en sectores como manufactura, agricultura y servicios administrativos son susceptibles a la automatización, generando la pérdida de empleos en estas áreas.	Se demandarán nuevos perfiles para el diseño, implementación, mantenimiento y monitoreo de sistemas automatizados, así como para la gestión de datos y análisis de información.
<b>Inteligencia artificial</b>	Tareas que requieren análisis de datos, reconocimiento de patrones y toma de decisiones podrían ser automatizadas por IA, afectando empleos en sectores como finanzas, seguros y atención al cliente.	Surgirán nuevas oportunidades en áreas como desarrollo de algoritmos, aprendizaje automático, ética en IA, y especialistas en la interacción entre humanos y sistemas de IA.

Impacto en diversos sectores laborales:

- Sectores con mayor impacto: Manufactura, agricultura, transporte y logística, servicios administrativos y atención al cliente.
- Sectores con menor impacto: Educación, salud, trabajo social, artes y entretenimiento.

Desafíos emergentes:

1. Reestructuración del mercado laboral:

- Se requiere una redistribución de la fuerza laboral hacia sectores con mayor demanda y la creación de nuevos empleos en áreas relacionadas con la tecnología.

2. Necesidad de adaptación de habilidades:

- Los trabajadores deberán desarrollar nuevas habilidades digitales, cognitivas y sociales para adaptarse a los cambios en el mercado laboral.

3. Brecha digital y de habilidades:

- El acceso desigual a las tecnologías y la educación digital puede exacerbar las desigualdades socioeconómicas.
- Necesidad de desarrollar nuevas habilidades digitales, cognitivas y sociales para adaptarse a las demandas del mercado laboral digital.

4. Impacto en la protección social y desigualdad laboral:



- Se requieren nuevos esquemas de protección social para trabajadores desplazados por la automatización y la IA.
- Riesgo de exacerbación de la brecha salarial y la desigualdad entre trabajadores con y sin habilidades tecnológicas avanzadas.
- Preocupaciones sobre la estabilidad y seguridad laboral en la economía gig y el teletrabajo.

La tecnología reconfigure el panorama laboral, con nuevos desafíos, así como oportunidades en la era digital, la irrupción de la tecnología, particularmente la inteligencia artificial, la automatización y la robótica, está revolucionando el panorama laboral a un ritmo acelerado. Si bien estas innovaciones impulsan la eficiencia y la productividad, también generan importantes desafíos y oportunidades que deben abordarse para garantizar una transición justa y equitativa hacia una economía digitalizada.

Por un lado, la tecnología crea nuevas oportunidades laborales en sectores emergentes como la tecnología de la información, la ciencia de datos y la ingeniería de software. Sin embargo, también desplaza a trabajadores en ocupaciones tradicionales, especialmente aquellos con habilidades menos especializadas y fácilmente automatizables.

Para navegar este cambiante panorama laboral, es crucial invertir en educación y formación profesional que capaciten a los trabajadores para adaptarse a las nuevas demandas del mercado. La colaboración entre gobiernos, empresas y la sociedad civil es fundamental para desarrollar políticas y estrategias adecuadas que aprovechen los beneficios de la tecnología mientras se mitigan sus impactos negativos en el empleo y la calidad del trabajo.

Es esencial abordar la brecha de habilidades y garantizar la protección laboral y la seguridad social en las nuevas formas de trabajo, como el teletrabajo y la economía gig. Al adoptar un enfoque proactivo y colaborativo, podemos aprovechar las oportunidades que presenta la transformación digital para crear un futuro laboral más inclusivo y próspero para todos.

Concatenando ideas con otros autores para la discusión de esta investigación, se analizó que la presencia de sistemas automáticos de dirección en los procesos tecnológicos que aseguran su optimización sin la intervención directa del hombre. La producción adquiere así el aspecto de un ciclo automático que puede reestructurarse con rapidez y eficiencia (21).

La forma en que las empresas trabajan y crecen ha cambiado mucho debido a la automatización y la información en la nube. Para mantenerse a la vanguardia en el acelerado mundo actual, las empresas deben adoptar la automatización como una estrategia clave para el éxito.

Pero esta nueva tecnología también ha causado algunos problemas en el mercado laboral, haciendo que la gente se sienta insegura y preocupada. La antigua conexión entre cuánto dinero

tienes y cuánta educación recibes ya no es la misma. Hoy en día, muchas personas con cierta formación acaban en empleos poco remunerados y poco importantes, lo que está reduciendo la clase media.

Las tecnologías de automatización y de computación en la nube han ido evolucionando e incrementando su presencia y trascendencia con la capacidad de lograr que las empresas generen condiciones que integren diversos elementos que influyan de manera directa e indirecta en su competitividad. La automatización instituye uno de los objetivos primordiales de las organizaciones que persistentemente están en la continua tarea del logro de la competitividad en un entorno cambiante y agresivo (8).

Este cambio en el mercado laboral ha generado inseguridad, ya que la relación entre la clase social y la formación ya no es como antes. Actualmente las personas que cuentan con una formación de grado medio es probable que terminen ejerciendo trabajos de nivel bajo y con un salario bajo, por lo que la clase media tiende a desaparecer (9).

Inteligencia Artificial: Su impacto se puede ver en cómo se hacen las cosas, cómo se toman las decisiones y cómo podemos seguir mejorando cada vez más. Algunos ejemplos notables son:

Atención sanitaria: La IA ha revolucionado el diagnóstico médico al analizar imágenes y patrones médicos para detectar enfermedades en sus primeras etapas.

Industria del automóvil: Los vehículos autónomos, impulsados por IA, están transformando la movilidad y la seguridad en las carreteras

Servicio al cliente: Los chatbots y asistentes virtuales basados en inteligencia artificial mejoran el servicio al cliente al brindar respuestas rápidas y precisas a las consultas.

La inteligencia artificial (IA) es una tecnología digital que se define como la capacidad de hacer pensar por sí sola una máquina. Esta definición fue acuñada por John McCarthy en 1956, quien la definió como "la ciencia e ingenio de hacer máquinas inteligentes, especialmente programas de cómputo inteligentes". La IA se considera una rama de la informática que desarrolla máquinas y software con inteligencia similar a la humana (22).

La IA ha penetrado profundamente en nuestras vidas, desde nuestros teléfonos inteligentes hasta la infraestructura de las ciudades (10). La inteligencia artificial tiene amplias posibilidades de optimizar los procesos de producción y de negocios. Tiene aplicaciones para mejorar la productividad, la seguridad e incrementar la velocidad de los flujos de trabajo (12).

Impacto de las tecnologías en el trabajo: Una máquina puede sustituir a la mano de obra humana cuando tiene la capacidad de producir más que el trabajador por el mismo costo (como el de su salario), o tanto como el trabajador por una fracción del precio. Esto tiene más posibilidades de ocurrir cuando las tareas del trabajador son rutinarias y codificables: es decir, cuando las instrucciones de las tareas pueden traducirse en forma de un código para que un ordenador las lleve a cabo.

Además, es mucho más probable que la automatización pueda reemplazar a trabajadores en entornos controlados y simplificados. Aunque los ordenadores pueden llevar a cabo los cálculos más complejos en mili segundos, es mucho más difícil hacer que una máquina escriba novelas o cuide de los hijos de forma tan eficaz como lo hacen los humanos (11).

Las tecnologías, que impactan fuertemente en el trabajo, la reproducción e impresión 3D, la automatización del trabajo de conocimiento, tecnología de la nube, la robótica avanzada, vehículos autónomos o casi autónomos, la genómica de nueva generación, y nuevas modalidades de producción y almacenamiento de energía. Pero también veremos que nuevas tecnologías transforman el trabajo de sectores aparentemente tan tradicionales como el rural (14).

Adaptación de las empresas al teletrabajo: Debido a la pandemia de COVID-19 y la necesidad de mantener a todos seguros, las empresas han comenzado a utilizar el teletrabajo como una forma para que los empleados trabajen desde casa. Gracias a estas medidas, muchas empresas empezaron a trabajar virtualmente, lo que ha sido fantástico para mucha gente. Ahora pueden trabajar desde casa sin tener que desplazarse. Es importante recalcar que no es una solución para todas las empresas y todos los sectores, por lo general sucede en las áreas administrativas (13).

Una de las claves para adaptarse al teletrabajo es poder contar con una infraestructura tecnológica adecuada que permita la comunicación y el intercambio de información entre los empleados, como también poder acceder a las diferentes herramientas e información interna de las entidades. Esto incluye herramientas de videoconferencia, plataformas de colaboración en línea y sistemas de gestión de proyectos. Además, las empresas deben encargarse de proporcionar a sus empleados todo el equipo necesario para trabajar desde sus hogares, como lo es equipos de cómputo y acceso a internet (13).

Un informe del Foro Económico Mundial (2020) señala que, para el año 2025 se espera que el 44% de las habilidades laborales sean diferentes a las actuales, lo que requerirá una adaptación constante de los trabajadores y las empresas (23). La tecnología está revolucionando la forma en que se realizan las tareas y se organizan las empresas.

La automatización y el teletrabajo no solo están cambiando la forma en que trabajamos, sino también están creando nuevas oportunidades y desafíos para las empresas y los empleados. ¿Y cómo pueden abordarse los desafíos emergentes, como la reestructuración del mercado laboral y la necesidad de adaptación de habilidades, para garantizar una transición equitativa y sostenible hacia una economía digitalizada?

Para abordar los obstáculos surgidos en la transición hacia una economía digitalizada, es necesario establecer una estrategia integral que involucre a los gobiernos, las empresas y los individuos, y que se enfoque en la formación y capacitación, fomentará la innovación y la creatividad, la consolidación de derechos laborales, la protección de derechos laborales, la participación ciudadana, el control y la evaluación. Abordar desafíos emergentes en la economía digitalizada (15).

Educación: Fomentar la educación STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) desde la educación básica para que, los jóvenes tengan las habilidades necesarias para la economía digital.

Aprendizaje permanente: Promover el aprendizaje permanente a lo largo de la vida para que los trabajadores, puedan actualizar sus habilidades y conocimientos de forma continua.

La tasa de ocupación (es decir, la proporción de toda la población estadounidense en edad laboral, de 16 o más años de edad, que está empleada) aumentó durante el siglo XX, al incorporarse cada vez más mujeres a la fuerza laboral. (20) La mayor productividad y los menores costos de producción debidos a las máquinas condujeron a la posibilidad de la producción en masa, que contribuyó enormemente al crecimiento económico durante ese período.

Además de a la evolución del consumismo, y dieron lugar a la creación de empleo. Sin embargo, Azuara O. (2019) ha señalado «no existe un aparente incremento a largo plazo» en la relación, que ha fluctuado a lo largo de los años, y ha caído especialmente durante las recesiones.

Desde 2010, la tasa nacional de desempleo está bajando. En los últimos años, las tasas han reflejado los niveles experimentados antes de la Gran Recesión (gráfico 1). Pero estas estadísticas son engañosas, ya que la ocupación no ha hecho lo mismo. Antes de la recesión en 2007, alrededor del 63% de los estadounidenses en edad laboral estaban empleados, y la tasa de desempleo se encontraba justo por debajo del 5%. En septiembre de 2017, la tasa de desempleo se ha reducido al 4,2%, mientras que la tasa de ocupación ha alcanzado una cifra ligeramente superior al 60%.



**Ilustración 1:** Tasa de empleo y desempleo en Estados Unidos

Un fenómeno que queda encubierto por la tasa de desempleo es la tendencia de las personas a abandonar la fuerza laboral. La gente categorizada como parte de la fuerza laboral es aquella que está “empleada” o “desempleada” (es decir, que no tiene trabajo, está dispuesta a trabajar y ha buscado empleo activamente en las últimas cuatro semanas). Por ejemplo, las estadísticas más recientes indican que en Estados Unidos sigue habiendo unos 6,8 millones de desempleados.

Sin embargo, hay alrededor de 1,6 millones de personas más que no forman parte de la fuerza laboral (es decir: no disponen de trabajo y en la actualidad no lo están buscando), pero a las que se considera “ligadas de manera marginal al mercado laboral”, ya que quieren un empleo y están disponibles para ello, y lo han buscado activamente en los últimos 12 meses. Se considera que casi medio millón de estos trabajadores están «desmotivados», ya que una de las razones de que no estén buscando empleo es que «creen que no hay trabajos para ellos (11).

En relación con los temas mencionados anteriormente, tenemos una serie de resultados.

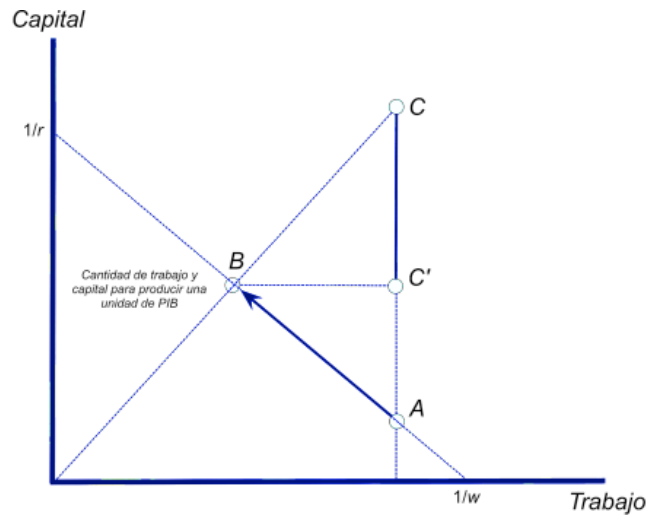
El impacto de las tecnologías en el trabajo: Se pueden ordenar algunas características positivas comunes con la implementación de las nuevas tecnologías, (14). Requieren más conocimientos del trabajador y por lo tanto pueden traducirse en la expresión “más cerebro y menos músculo”, favoreciendo así la incorporación de aquellos trabajadores que apuestan a un crecimiento en profundidad y variedad de sus saberes.

Una consecuencia implícita es la abertura a una mayor participación de la mujer en el mercado de trabajo de calidad, al requerirse cada vez menos esfuerzo físico y más competencias cognitivas. Nacen nuevos sectores productivos: la industria del software, la robótica, la inteligencia artificial,

etc.; al mismo tiempo la variedad de la oferta de productos y servicios que retroalimentan nuevas ofertas, que requieren habilidades novedosas.

Los ciudadanos acceden fácilmente y a todo nivel social a servicios, de los que antes estaban excluidos los sectores más pobres. De algún modo la telefonía celular se ha vuelto un ejemplo del efecto de democratizar e inclusive de muchas nuevas tecnologías. Según un estudio de McKinsey & Company (2020), se espera que la automatización de procesos y la inteligencia artificial eliminen entre 400 y 800 millones de puestos de trabajo en todo el mundo para 2030. Sin embargo, también se prevé que estas tecnologías creen nuevos puestos de trabajo y oportunidades de empleo en áreas como el desarrollo y la implementación de tecnologías emergentes (24).

El progreso técnico no ha destruido empleo: A medida que el progreso técnico ha permitido utilizar nuevas herramientas y bienes de capital en la producción, no se ha destruido empleo (como del punto A al B como en Krugman, 2017). Se ha ido liberando trabajo de unas actividades, para realizar otras tareas y producir nuevos bienes y servicios, de manera que el PIB ha ido aumentando (del punto A a C) Hasta la actualidad el capital ha sido complementario con el empleo a nivel agregado (17).



**Ilustración 2:** Capital y trabajo utilizados en la producción de bienes y servicios

¿Qué se necesitará para que los países cosechen los beneficios de la digitalización y participen de lleno en la economía digital mundial?

Cerrar la brecha digital mundial: aunque las nuevas tecnologías se extienden rápidamente en todo el mundo, miles de millones de personas aún no han usado nunca servicios de internet.

Prepararse para los empleos del mañana: la innovación está cambiando radicalmente la naturaleza del trabajo; en ese marco, están surgiendo nuevos empleos y otros están evolucionando. Para competir en la economía digital, los países deberán priorizar la educación y fortalecer las habilidades digitales de su fuerza laboral, creando al mismo tiempo redes de protección eficientes para apoyar esas transiciones. Crear sistemas digitales seguros y fiables: en un mundo que se está digitalizando, el fortalecimiento de la capacidad en áreas como la ciberseguridad y la protección de datos personales ha pasado a ser más importante que nunca (15).

Los beneficios económicos de la automatización. Además de reducir el costo laboral, la automatización genera economías de escala, por lo que aumenta la producción, la productividad y las ganancias de las empresas; reduce los errores e incrementa la calidad de los productos; disminuye los paros técnicos y mejora la seguridad laboral. Por lo anterior, al analizar la factibilidad económica de la adopción de procesos automatizados hay que considerar todos sus beneficios económicos potenciales y no limitarse a su efecto sobre los costos laborales (18).

La verdad es que sus avances han traído consigo cambios positivos en la vida de las personas y en los procesos de las empresas haciéndolos más eficientes, reduciendo el margen de error y facilitando la comunicación entre sus colaboradores (19). Sin embargo, a diferencia de lo que se observa en los países desarrollados, en América Latina la automatización no ha afectado todavía a las ocupaciones del conocimiento que son más fácilmente automatizables (tales como personal administrativo o vendedores). Tampoco se detecta en la región la polarización salarial que algunos estudios han mostrado en las economías avanzadas.

Aun cuando se observa un aumento en la participación del empleo de las ocupaciones del conocimiento (las cuales en su mayoría requieren estudios universitarios), los salarios en estas ocupaciones han caído en relación con otras ocupaciones. De hecho, el estudio encuentra que un creciente porcentaje de personas con estudios superiores no puede encontrar empleo como profesional y termina empleándose en otras ocupaciones (20). El impacto que ha generado la tecnología en todos los ámbitos planteados en la pregunta objetiva para el desarrollo, incluyendo la automatización y la IA, en la creación y destrucción de empleos varía según el sector laboral, como pueden ser.

Sector manufacturero: La introducción de la automatización y la robótica en la industria manufacturera ha resultado en una disminución en la demanda de mano de obra en trabajos rutinarios y repetitivos, como ensamblaje y operación de maquinaria. De igual manera ha creado nuevas oportunidades de empleos en áreas como mantenimiento y programación de robots (14).

**Sector de servicios:** La IA ha impulsado la automatización de tareas administrativas y de atención al cliente, lo que ha llevado a la reducción de empleos en áreas como centros de llamadas y procesamiento de datos (12).

**Sector de atención médica:** La implementación de la tecnología en el sector de la salud ha mejorado la eficiencia en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades, lo que ha aumentado la demanda de profesionales de la salud con habilidades técnicas avanzadas, como ingenieros biomédicos y científicos de datos.

El impacto de la tecnología en la creación y destrucción de empleos varía según el sector laboral, pero en general, la automatización y la Inteligencia Artificial están transformando la naturaleza del trabajo y requieren que los trabajadores adquieran nuevas habilidades y se adapten a nuevas formas de empleo.

**Automatización de tareas repetitivas:** La implementación de tecnologías como la robótica y la automatización de procesos ha llevado a la eliminación de tareas repetitivas y rutinarias en varios sectores laborales. Esto puede resultar en la reducción de empleos en ocupaciones que realizan principalmente tareas manuales o mecánicas.

**Aumento de la eficiencia y productividad:** Las tecnologías digitales y la automatización pueden aumentar la eficiencia y la productividad en el lugar de trabajo al agilizar procesos, reducir errores y optimizar recursos. Esto puede llevar a un aumento en la demanda de ciertos tipos de empleo, como roles relacionados con el desarrollo y mantenimiento de sistemas tecnológicos.

**Reestructuración del mercado laboral:** La introducción de tecnologías disruptivas puede provocar una reestructuración en el mercado laboral, con cambios en la demanda de habilidades y ocupaciones. Algunos trabajos pueden volverse obsoletos mientras que otros pueden experimentar un aumento en la demanda, lo que requiere que los trabajadores adquieran nuevas habilidades para adaptarse a las nuevas demandas laborales.

**Nuevas oportunidades de empleo:** Si bien la automatización puede eliminar ciertos trabajos, también puede crear nuevas oportunidades de empleo en áreas emergentes como la inteligencia artificial, la ciencia de datos, la ciberseguridad y la tecnología de la información. Estos roles suelen requerir habilidades avanzadas en STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas).

**Desigualdad laboral:** Existe el riesgo de que la adopción de tecnologías genere una mayor desigualdad laboral si algunos trabajadores no tienen acceso a la capacitación necesaria para adaptarse a las nuevas demandas del mercado laboral. Esto puede resultar en una brecha salarial y de empleo entre aquellos con habilidades tecnológicas avanzadas y aquellos sin ellas.



Los impactos tecnológicos en el ámbito laboral son complejos y multifacéticos. Si bien pueden generar eficiencia y nuevas oportunidades de empleo, también plantean desafíos en términos de reestructuración del mercado y desigualdad laborales que deben abordarse de manera efectiva para garantizar una transición equitativa y sostenible hacia una economía digitalizada.

En términos de políticas públicas, se han propuesto diversas estrategias para abordar la transformación del mercado laboral. Según un estudio realizado por la Organización Internacional del Trabajo (2021), estas estrategias incluyen la inversión en educación y capacitación, la promoción de la igualdad de género y la inclusión social, y la implementación de políticas de trabajo flexibles y seguras (25).

Discusión: La inclusión de la tecnología como soporte en los centros escolares, ya que la tecnología como ellos menciona ha tenido un gran impacto en el mundo laboral, y que es necesario adaptar la enseñanza, para que ésta mejore los resultados de los estudiantes y así les permita adaptarse a las nuevas exigencias del mercado en la tecnología (9). La regulación del mercado de trabajo y encuentra áreas donde es posible hacer mejoras que redunden en un mejor funcionamiento del mercado. Este sistema como costoso, excluyente, desalentador de la generación de empleo formal y promotor de la informalidad (28).

Los desafíos que enfrenta la academia en la adopción de la IA. Se menciona que, aunque las herramientas de IA están ampliamente disponibles, muchos académicos no las utilizan debido a la falta de formación y aceptación. Esto puede generar una brecha entre los que sí utilizan la IA y los que no (26). En un artículo publicado en la revista Nature en 2021, Bessen y Metcalfe argumentan que la automatización y la IA pueden aumentar la productividad y crear nuevas oportunidades laborales, pero también pueden generar desigualdad y desempleo. Los autores sugieren que es necesario adoptar políticas públicas que promuevan la educación y la capacitación en habilidades tecnológicas y que fomenten la creación de nuevos puestos de trabajo (27).

El impacto de las nuevas tecnologías y la inteligencia artificial en el empleo del sector jurídico (29) examina cómo el desarrollo de la inteligencia artificial y las nuevas tecnologías está afectando el lugar de trabajo, con un enfoque en los derechos de los trabajadores. El estudio concluye que el avance tecnológico debe ir de la mano con el avance de los derechos de los trabajadores para prevenir su vulnerabilidad. Gómez-Vélez (30), analiza la relación entre la inteligencia artificial y las relaciones laborales, estudiando la seguridad jurídica y las relaciones sociales del trabajo humano ante la evolución de la inteligencia artificial en los entornos de trabajo.

## CONCLUSIONES

Este estudio ha puesto en evidencia que, aunque la tecnología ha sido una fuerza motriz en la eficiencia y productividad en múltiples sectores, también ha orquestado una creación y destrucción selectiva de empleos. La tecnología, como la automatización y la IA, tiene un impacto significativo en la creación y eliminación de empleos en diversos sectores laborales. Si bien se generan nuevas oportunidades, también surgen importantes desafíos que requieren atención para asegurar una transición justa y sostenible hacia una economía digitalizada.

En particular, se percibe una tendencia marcada hacia la automatización de tareas repetitivas y rutinarias. Esto ha causado la obsolescencia de ciertos trabajos y ha generado una necesidad urgente de adquirir nuevas competencias para mantener la relevancia en el mercado laboral contemporáneo. La reconfiguración del mercado laboral es irrefutable. Algunos sectores observan una demanda creciente de habilidades tecnológicas avanzadas, mientras que otros enfrentan una caída en la demanda de mano de obra tradicional.

La brecha de habilidades se ha ampliado, exacerbando la desigualdad de oportunidades y contribuyendo a la fragmentación del empleo. Para asegurar una transición equitativa y sostenible hacia una economía digitalizada, es imprescindible abordar pro activamente estos desafíos emergentes. Es necesaria una colaboración estrecha entre gobiernos, empresas y el sector educativo para diseñar políticas y programas que fomenten la capacitación y el reskilling de los trabajadores.

Es esencial implementar medidas que fomenten la movilidad laboral y faciliten la transferencia de habilidades a industrias y profesiones emergentes, pueden implementar estrategias como programas de reconversión laboral, subsidios de reconversión profesional y políticas para promover la creación de empleo en sectores con alta demanda. Asimismo, es importante fomentar una cultura de aprendizaje permanente y adaptar los sistemas educativos para responder rápidamente a las cambiantes demandas del mercado laboral.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cepal.org. [citado el 2 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/d0101c2b-264a-419a-a51c-22a7807809bd/content>
2. Simonova\* MV, Sankova LV, Mirzabalaeva FI. Development of innovative employment in the conditions of digitalization of economy. En: European Proceedings of Social and Behavioural Sciences. European Publisher; 2020.
3. Cepal.org. [citado el 2 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/262faeb3-49e3-46bb-b27c->

- 6ae8ae3d609f/content
4. Oa DEH. Julio Santillán Aldana, ed. Lima, Perú [Internet]. Redalyc.org. [citado el 2 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/161/16101701.pfd>
  5. Core.ac.uk. [citado el 2 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/6781008.pdf#page=230>
  6. Orozco Quintero DF, Pulido Pulido ME, Zapata Chavarría YP. Tecnología y sociedad: una revisión de su influencia en la vida laboral. Especialización en Gerencia de Proyectos -Virtual; 2023.
  7. Unex.es. [citado el 2 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://dehesa.unex.es/handle/10662/3349>
  8. Uth.hn. [citado el 2 de febrero de 2024]. Disponible en: [https://www.uth.hn/WM/pdfarticulo/Tulia\\_Lopez\\_Final-Art%C3%ADculo-Competitividad-Tesis.pdf](https://www.uth.hn/WM/pdfarticulo/Tulia_Lopez_Final-Art%C3%ADculo-Competitividad-Tesis.pdf)
  9. Comillas.edu. [citado el 2 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/46844/TFG-Grua%20Gonzalvo%20Maria.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
  10. Flores N. El Impacto de la Inteligencia Artificial en la Actualidad [Internet]. Tec.mx. INSTITUTO TECNÓLOGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY; 2023 [citado el 2 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://blog.maestriasydiplomados.tec.mx/el-impacto-de-la-inteligencia-artificial-en-la-actualidad>
  11. Saunders A. El impacto de la tecnología en el crecimiento y el empleo [Internet]. OpenMind. [citado el 2 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://www.bbvaopenmind.com/articulos/el-impacto-de-la-tecnologia-en-el-crecimiento-y-el-empleo/>
  12. Hernández JP. Inteligencia artificial: qué aporta y qué cambia en el mundo del trabajo [Internet]. Factor Trabajo. 2022 [citado el 2 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://blogs.iadb.org/trabajo/es/inteligencia-artificial-que-aporta-y-que-cambia-en-el-mundo-del-trabajo/>
  13. Orozco DF, Pulido y Yeni P. Zapata ME. Tecnología y sociedad: Una Revisión de su Influencia en la Vida Laboral [Internet]. Edu.co. [citado el 2 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://repository.universidadean.edu.co/bitstream/handle/10882/12737/OrozcoDiego2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
  14. Impactos de la Automatización y/o la Robótica. Diplomasenior. ESEIAAT. UPC. 2024. Disponible en: <https://diplomasenior.eseiaat.upc.edu/ca/treball-fi-diploma/docs-treball-sintesi/ImpactosAutomatizacionrobotica.pdf>. Consultado el 20 de junio de 2024.
  15. Desarrollo digital [Internet]. World Bank. [citado el 2 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/topic/digitaldevelopment/overview>
  16. Doménech R. El Impacto del Cambio Tecnológico y el Futuro del Empleo [Internet]. Ipn.mx. [citado el 2 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://e4-0.ipn.mx/wp-content/uploads/2019/10/impacto-cambio-tecnologico-y-futuro-del-empleo.pdf>
  17. Communication & Society. Universidad de Navarra; 2021. Disponible en: <https://revistas.unav.edu/index.php/communication-and-society>
  18. Minian I, Martínez Monroy Á. El impacto de las nuevas tecnologías en el empleo en México. Problemas del Desarrollo [Internet]. 2018 [citado el 2 de febrero de 2024];49(195):27–53.

Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301-70362018000400027](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-70362018000400027)

19. Impacto de la tecnología en el trabajo en la actualidad [Internet]. Anahuac.mx. [citado el 2 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://merida.anahuac.mx/tecnia/blog/impacto-tecnologia-trabajo>
20. Azuara O. ¿Qué impacto ha tenido la tecnología en los mercados laborales de América Latina y el Caribe? [Internet]. Factor Trabajo. 2019 [citado el 2 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://blogs.iadb.org/trabajo/es/que-impacto-ha-tenido-la-tecnologia-en-los-mercados-laborales-de-america-latina-y-el-caribe/>
21. Córdoba Nieto E. Manufactura y automatización. En: García JR, Pérez LM, editores. Ingeniería e Investigación. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2006. p. 120-128.
22. Revista de Robots. (2023, 8 jun). ¿Qué es la Inteligencia Artificial y para qué sirve la IA?. Disponible en <https://revistaderobots.com/inteligencia-artificial/que-es-la-inteligencia-artificial/>
23. Foro Económico Mundial. The future of jobs report 2020. 2020. Recuperado de: <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020>
24. McKinsey & Company. (2020). Jobs lost, jobs gained: What the future of work will mean for jobs, skills, and wages. Recuperado de: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/jobs-lost-jobs-gained-what-the-future-of-work-will-mean-for-jobs-skills-and-wages>
25. Organización Internacional del Trabajo. (2021). Políticas para el futuro del trabajo. Organización Internacional del Trabajo.
26. Inteligencia artificial, investigación y revisión por pares" (Dialnet, 2023)
27. Bessen, J., & Metcalfe, J. (2021). Artificial Intelligence and the Labor Market. *Nature*, 591(7851), 543-546.
28. Díaz JJ, Ñopo H, Jaramillo M. La investigación sobre el mercado laboral peruano: instituciones, capacitación y grupos desfavorecidos. En: Investigación, políticas y desarrollo en el Perú. Lima: GRADE; 2007. p. [páginas específicas]. ISBN: 978-9972-615-42-9.
29. Gómez-Vélez, M. (2022). Análisis de la inteligencia artificial en las relaciones laborales. *CES Derecho*, 13(1), 111-132. <https://doi.org/10.21615/cesder.6395>
30. Gómez-Vélez, M. (2022). Análisis de la inteligencia artificial en las relaciones laborales. *CES Derecho*, 13(1), 111-132. <https://doi.org/10.21615/cesder.6395>

# LA PANDEMIA REDEFINE EL MERCADO DE LOS SEGUROS DE SALUD Y ACCIDENTES PERSONALES EN ECUADOR: UN ANÁLISIS DE 2018-2022

## THE PANDEMIC REDEFINES THE MARKET FOR HEALTH AND PERSONAL ACCIDENT INSURANCE IN ECUADOR: AN ANALYSIS OF 2018-2022

Josue Alain D'Espaux Garrido<sup>1</sup>, Irma Yolanda Garrido Bayas<sup>2</sup>, Raquel Virginia Colcha Ortiz<sup>3</sup>, Byron Napoleón Cadena Oleas<sup>4</sup>

{josue.despaux@udla.edu.ec<sup>1</sup>, igarrido@esepoch.edu.ec<sup>2</sup>, raquel.colcha@esepoch.edu.ec<sup>3</sup>, bcadena@esepoch.edu.ec<sup>4</sup>}

Fecha de recepción: 6 de mayo de 2024

/ Fecha de aceptación: 19 de junio de 2024

/ Fecha de publicación: 14 de julio de 2024

**RESUMEN:** La pandemia de COVID-19 ha transformado profundamente el panorama de los seguros de salud y accidentes en el Ecuador, generando conciencia sobre la vital importancia de contar con una cobertura adecuada. Este estudio aborda el desafío de comprender las características demográficas, preferencias y niveles de riesgo de los consumidores del mercado asegurador de Quito durante el periodo 2018-2020. En la investigación se utilizó una metodología con enfoque cualitativa y cuantitativa, obteniendo información crucial, que permita comprender las características demográficas del área de estudio. La población fue de 24.937 habitantes del norte de la capital, se aplicó una encuesta con preguntas cerradas obteniendo información demográfica, preferencias de proveedores de seguros y tiempo de uso del servicio. Los resultados obtenidos mostraron que más del 50% de los participantes tiene una educación superior, la mayoría carece de información precisa y completa sobre seguros, impidiendo a la población contratar un seguro. Se determinó que las personas mayores de 65 años y las personas con ingresos superiores a 2.500 dólares tienen tasas de cobertura más altas. Además, existe una preferencia por adquirir pólizas a través de agencias de seguros en lugar de corredores, por esa razón las compañías de seguros están buscando nuevas estrategias y productos para satisfacer las necesidades de los consumidores en un entorno postpandémico. La implementación de campañas educativas e iniciativas de concientización pública sobre la importancia de los seguros son de suma importancia para generar una cultura preventiva, para incrementar la cobertura de seguros en la población, así adquirir nuevos clientes y consolidarlos para alcanzar la satisfacción de la demanda cumpliendo las expectativas de los consumidores.

**Palabras clave:** Crisis sanitaria, pólizas, consumidores, encuesta, satisfacción del cliente

<sup>1</sup>Universidad de las Américas, <https://orcid.org/0009-0007-5200-4643>

<sup>2</sup>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Administración de Empresas; <https://orcid.org/0000-0002-9738-2257>

<sup>3</sup>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias; <https://orcid.org/0000-0002-3252-9158>

<sup>4</sup>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Administración de Empresas; <https://orcid.org/0000-0002-4535-5265>

**ABSTRACT:** The COVID-19 pandemic has profoundly transformed the health and accident insurance landscape in Ecuador, raising awareness about the vital importance of having adequate coverage. This study addresses the challenge of understanding the demographic characteristics, preferences and risk levels of consumers in the Quito insurance market during the period 2018-2020. The research used a methodology with a qualitative and quantitative approach, obtaining crucial information that allows us to understand the demographic characteristics of the study area. The population was 24,937 inhabitants of the north of the capital, a survey was applied with closed questions obtaining demographic information, preferences of insurance providers and time of use of the service. The results obtained showed that more than 50% of the participants have a higher education, the majority lack accurate and complete information about insurance, preventing the population from taking out insurance. People over age 65 and people with incomes over \$2,500 were found to have higher coverage rates. Additionally, there is a preference to purchase policies through insurance agencies rather than brokers, which is why insurance companies are looking for new strategies and products to meet the needs of consumers in a post-pandemic environment. The implementation of educational campaigns and public awareness initiatives about the importance of insurance are of utmost importance to generate a preventive culture, to increase insurance coverage in the population, thus acquiring new clients and consolidating them to achieve demand satisfaction by fulfilling consumer expectations.

**Keywords:** *Health crisis, policies, consumers, survey, customer satisfaction*

## INTRODUCCIÓN

El sector de seguros en Ecuador ha experimentado una serie de transformaciones importantes en los últimos años, especialmente en los ramos de asistencia médica y accidentes personales durante el periodo 2018-2022. En este período, se han producido transformaciones significativas impulsadas por factores económicos, sociales y, más recientemente, sanitarios destacando la pandemia de COVID-19 ha sido un factor crucial de cambio, afectando de manera profunda la demanda de seguros y las políticas de las aseguradoras.

Durante el período de 2018-2022, el sector asegurador en Ecuador ha experimentado fluctuaciones notables en sus ingresos debido a las condiciones económicas del país. En particular, se observa una contracción significativa en la actividad económica durante el 2020, seguida de una recuperación parcial en el 2021, aunque sin alcanzar niveles previos a la pandemia.

El sector asegurador es crucial para la economía del país. En Ecuador, este sector es influenciado por varios factores económicos y regulatorios. La demanda de seguros de asistencia médica y accidentes personales ha tomado un cambio significativo durante este período, pues la incertidumbre y el miedo a la pérdida de materiales y riesgos de salud han sido factores claves para aumentar la adquisición de estos seguros (1).

Según (2), la inseguridad es un factor clave en la compra de un seguro. (3) menciona que la elección de una empresa aseguradora y la adquisición de productos apropiados depende de la

percepción de la calidad del servicio, una buena imagen institucional y la claridad de las coberturas ofrecidas.

Por su parte, (4) examina el papel de las agencias de seguros en la competencia entre compañías aseguradoras, destacando que la competencia no solo se da en términos de precios sino también en la calidad del servicio y la innovación en los productos ofrecidos. (5) señala que la recesión económica provocada por la pandemia ha sido la más profunda desde la Segunda Guerra Mundial, afectando todos los aspectos de la economía ecuatoriana, incluyendo el sector asegurador. Por lo tanto, los consumidores buscan seguridad y confianza en los proveedores de seguros.

Estructura del mercado y regulación: En Ecuador, el sector asegurador es objeto de diversos estudios que abordan desde la estructura del mercado hasta la siniestralidad y los factores de demanda. (6) clasifica al sector asegurador dentro de la venta de bienes y servicios. (7) afirman que el mercado de seguros se segmenta en diferentes ramos según la naturaleza y necesidad de la responsabilidad asumida. (8) identifica tres categorías principales de seguros: vida o salud, accidentes o daños materiales y servicios. Cada categoría representa necesidades específicas que influyen en la estructura del mercado y la oferta de productos.

El seguro de accidentes personales cubre los gastos derivados de lesiones corporales causadas por cualquier tipo de accidente, sin importar la hora del día ni el año (9). Por otro lado, el seguro de asistencia médica cubre los gastos médicos necesarios para tratar la salud de los asegurados afectados por enfermedades o accidentes (5). (10) señala que el valor a cancelar es el dinero que la aseguradora cobra para garantizar la cobertura de los riesgos mencionados anteriormente, destinados a cubrir los gastos derivados de siniestros u otros eventos adversos.

El mercado asegurador en Ecuador muestra una concentración moderada, con las principales compañías representando aproximadamente el 42% del mercado total. (11) menciona que el Índice Herfindahl-Hirschman (HHI) clasifica al mercado como no concentrado o poco concentrado, ya que sus valores están por debajo de los 1500 puntos. Además, el índice de entropía refleja una mayor incertidumbre y competencia dentro del mercado, sugiriendo que se asemeja más a un modelo de competencia perfecta. Por otro lado, el índice de dominancia se mantiene cerca de cero, indicando que el mercado no está concentrado.

Según el autor (12) establece un marco regulatorio fundamental para el sector asegurador en Ecuador. Esta normativa define reglas que deben cumplir las empresas de seguros y reaseguros para operar en el mercado, tales como la obtención de certificados específicos para cada ramo de seguro, la fijación del capital mínimo requerido para constituir compañías de seguros y reaseguros, y la obligación de constituir reservar técnicas mensuales para cubrir riesgos en cursos y obligaciones pendientes, entre otras disposiciones.

Relación entre la siniestralidad y la oferta de seguros: (13) destacan que la prima neta emitida es un indicador clave de la actividad aseguradora, capturando la precisión de la emisión de pólizas. La (11) define la prima neta emitida como las primas totales menos las devoluciones y reaseguros, proporcionando una medida exacta del impacto económico en la emisión de seguros. Además, es un indicador financiero relevante que refleja cómo las aseguradoras evalúan el riesgo.

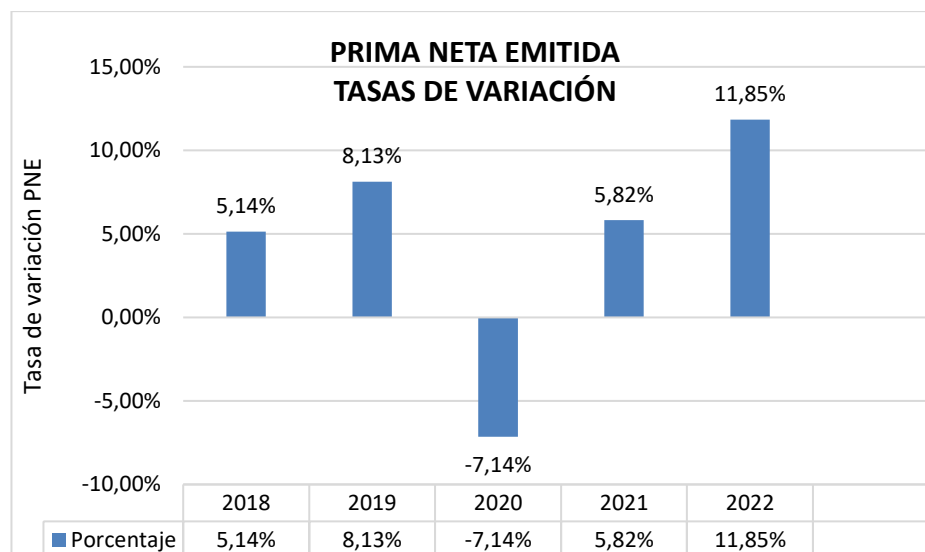


Figura 1: Prima Neta Emitida

Fuente: (11)

En el gráfico se muestra que para 2018 existe un incremento del 5.14%. Para 2019 se observó un incremento del 11.82%, mientras que para 2020 hubo una disminución del 1.42% esto se vio afectado por la crisis sanitaria. En 2021, la prima neta emitida aumentó en 6.07%, reflejando una recuperación parcial post-pandemia. A continuación, se describe la Tabla 1 que aborda los Índices HHI del período 2018-2022.

Tabla 1: Índice HHI del período 2018-2022

Prima Neta Emitida Total						
Año	Índice HHI	HHI referencial	Coficiente C4	Coficiente C8	Entropía	Dominancia
2018	964,582579	333,3333333	42,35%	64,96%	2,95368015	0,0000000017935191717203
2019	853,877786	333,3333333	46,05%	70,36%	3,09202264	0,0000000033735764929363
2020	700,977432	333,3333333	41,89%	64,07%	2,96995509	0,0000000020416446390682
2021	678,142962	333,3333333	40,02%	62,78%	3,16198526	0,0000000012622205247149
2022	919,567298	357,1428571	47,76%	76,67%	3,28908453	0,0000000020890364208647

Fuente: (11)

Para comprender la competencia en el mercado de seguros, se realizan análisis de concentración y competencia. En 2018 Seguros Sucre, Equinoccial, Chubb y Pichincha representaron el 42,345% del mercado, indicando una concentración moderada sin dominación por una sola empresa. El índice HHI en el sector de seguros se mantuvo entre 694.5825 y 2426.22, lo que sugiere un mercado moderadamente concentrado, este patrón se mantuvo por debajo de 1500 puntos. Además, el índice de entropía, que mide la incertidumbre del mercado, oscilo entre 2,95 y 3,28



en el período analizado, acercándose a un mercado de competencia perfecta más que a uno de monopolio (11).

Índice de Dominancia: En el ramo de accidentes personales, Chubb, AIG Metropolitana, Equivida y Pichincha dominan entre el 71,546% y 74,505%, indicando un mercado altamente concentrado. El índice HHI oscila entre 2171,44 y 2426,22, señalando una concentración moderada. La incertidumbre, medida por el índice de entropía, varía de 2,06 a 2,17, mostrando un grado moderado de incertidumbre (11).

**Tabla 2: Accidentes personales**

Accidentes personales						
Año	Índice HHI	HHI referencial	Coficiente C4	Coficiente C8	Entropía	Dominancia
2018	2171,442701	400	71,546%	87,64%	2,12132275	0,0000000068317296729061
2019	2244,287196	384,6153846	71,890%	86,71%	2,11718397	0,0000000070883309060682
2020	2272,677375	384,6153846	71,728%	86,40%	2,12802402	0,0000000073010842090862
2021	2148,052107	384,6153846	70,214%	85,85%	2,17500120	0,0000000070472030034983
2022	2426,228538	416,6666667	74,505%	87,30%	2,06378343	0,0000000074824935198953

Fuente: (11)

Para el ramo de asistencia médica, Pan American, BUPA Seguros, BMI y Seguros Sucre tiene una participación del 99,186% al 99,846%, indicando una alta concentración. El índice HHI se mantiene entre 30,75,23 y 3202,31, reflejando un mercado altamente concentrado. La entropía varía de 1,18 a 1,257, sugiriendo un mercado más cercano al monopolio (11).

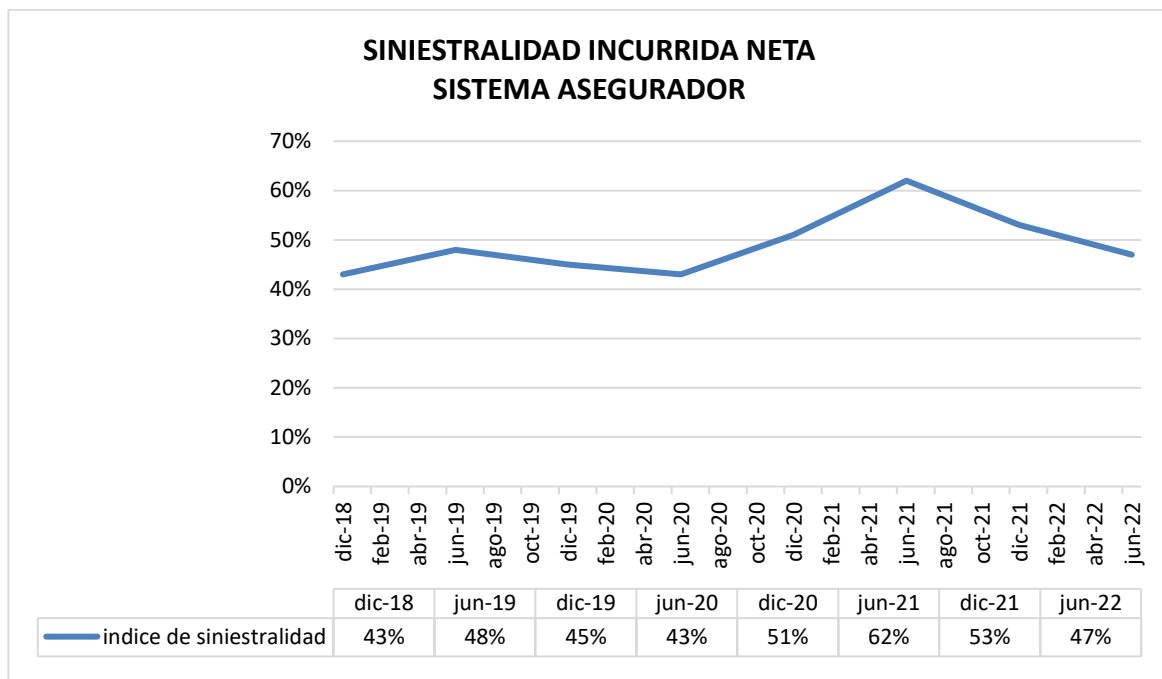
**Tabla 3: Asistencia médica**

Asistencia médica						
Año	Índice HHI	HHI referencial	Coficiente C4	Coficiente C8	Entropía	Dominancia
2018	3169,023253	1250	99,265%	100,00%	1,2532111	0,0000000040259945982835
2019	3075,233705	1428,571429	99,186%	100,00%	1,25758562	0,0000000034151865466289
2020	3153,252385	1428,571429	99,892%	100,00%	1,21564506	0,0000000035183400641200
2021	3202,315674	1428,571429	99,856%	100,00%	1,18225378	0,0000000033301213975119
2022	3089,086425	1250	99,846%	100,00%	1,24198351	0,0000000035311433833255

Fuente: (11)

La siniestralidad se refiere a los incidentes que afectan una póliza o un grupo de pólizas (14), (15) menciona que la siniestralidad puede evaluarse en términos de incidentes como en términos de las sumas de dinero pagadas por asegurados.

En cuanto a la siniestralidad, se observa una relación inversa con la prima neta emitida (PNE). Para el 2020, la siniestralidad aumentó al 51% con la disminución del 7,12% en la PNE, y en el 2022, la siniestralidad cayó al 47% con un crecimiento del 11,45% en la PNE. La brecha de costos de siniestros en el ramo de accidentes personales disminuyó significativamente durante la pandemia, mientras que en el ramo de asistencia médica aumentaron debido a la crisis sanitaria (16).



**Figura 2:** Siniestralidad Incurrida Neta

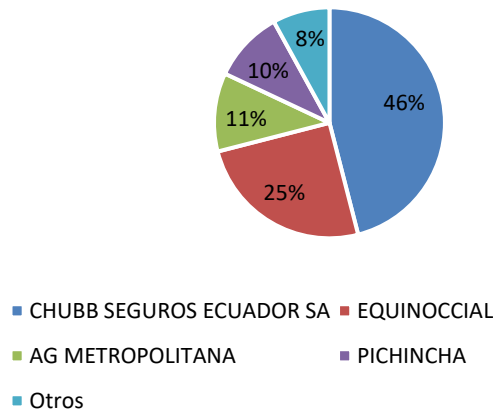
**Fuente:** (16)

Dinámica competitiva del sector asegurador: De acuerdo con (11) entre el segundo trimestre de 2022 y 2023, el sector asegurador experimentó un crecimiento sólido post-pandemia, con un aumento de 11,08% en la PNE. Sin embargo, los resultados de intermediación disminuyeron un 12,5% en los primeros dos trimestres de 2023, principalmente debido al ramo de vehículos (17) .

El sector asegurador no compite directamente en precios, sino que se enfoca en otros factores que atraen a los clientes, para los consumidores particulares, los precios son más relevantes. En el ramo de asistencia médica, la competencia es intensa, y las aseguradoras ajustan sus precios para atraer a los clientes, afectando a los márgenes de las aseguradoras (17).

Por otro lado (11) dentro del sector asegurador la distribución de las primas netas emitidas en diciembre del 2022, CHUBB SEGUROS ECUADOR SA fue líder entre las empresas aseguradas en la

rama de accidentes personales, teniendo una aceptación del 46% del total, seguido de ello está la aseguradora EQUINOCCIAL con un 25% y AIG MEROPOLITANA con un 11%. El resto de las compañías como PICHINCHA y otras, que se dividieron entre el 10 y 8% como se muestra en la Figura 3.



**Figura 3:** Prima neta emitida Accidentes personales diciembre 2022

*Fuente:* (11)

En el ramo de accidentes personales, el crecimiento está impulsado por contratos con grandes empresas, lo que proporciona estabilidad financiera y acceso a carteras significativas, por ejemplo, los contratos públicos con Seguros La Unión con Petroecuador por \$99,1 millones. Las aseguradoras también utilizan estrategias de personalización, como Salud S.A. que ofrece descuentos en primas mediante la promoción de actividad física (18).

Determinantes de la demanda de seguros privados en asistencia médica y accidentes personales en Quito: En el sector asegurado, es vital entender las características demográficas, preferenciales y riesgos de los consumidores con el fin de crear productos que satisfacen las necesidades, para (19) menciona que los factores que se deben considerar son la edad, ocupación e ingresos, estos aspectos son importantes para segmentar el mercado, debido a las necesidades y preferencias demográficas. Asimismo, (20) señala que conocer las preferencias del consumidor permite a las aseguradoras personalizar sus productos, mejorando la satisfacción del cliente.

Para (21) sugiere que los modelos de teoría del consumidor es importante entender las decisiones de compra en el mercado de seguros. El adaptar estos modelos a las preferencias y necesidades de los consumidores es clave para diseñar productos que se alineen a sus necesidades y su actividad económica, pues ellos son quienes son los que evalúan la relevancia del seguro en sus vidas y los posibles riesgos asociados a la falta de cobertura.

De acuerdo con (9) y (22) investigan la relación entre el crecimiento económico y el sector asegurador, sugiriendo que un mercado de seguros robusto puede contribuir significativamente al desarrollo económico al proporcionar estabilidad financiera y reducir la incertidumbre ante eventos adversos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el desarrollo del documento, se utilizó tesis, artículos, blogs y revistas, se llevó a cabo una metodología que consta una revisión bibliográfica para poder realizar el análisis respectivo, se aplicó el método cuali-cuantitativo, a través del uso de técnicas la recolección y tabulación de la información. Posterior se analizó e interpretó la tabulación de la información, además ayudó a la contribución del marco teórico en base a las fuentes bibliográficas consultadas.

Para el análisis específico, se consideró una población de 24,937 habitantes del Norte de Quito con un equilibrio de 46 % de mujeres y 54 % de hombres, totalizando 97 observaciones, este análisis abarca las características demográficas y riesgos asumidos por los consumidores es fundamental para diseñar servicios que se acoplen a las necesidades de las personas, específicamente hablando de la cobertura de los seguros hay que adaptar estrategias específicas para diseñar pólizas que se ajuste a las necesidades individuales, lo que permite mejorar la satisfacción del cliente, porque comprende precios justos y accesibles.

La técnica e instrumento de recolección de información que se planteó es un cuestionario donde realizamos una encuesta con preguntas cerradas, que nos permitirá recolectar información oportuna y confiable relacionada directamente con el tema de los seguros a través de la pandemia. Una vez obtenida la información adecuada para la redacción de la investigación, se empezó a elegir los trabajos más abordados. Por lo tanto, nos ayudó a realizar las preguntas para la encuesta con temas relacionados como por ejemplo los tipos de seguros que existen en Ecuador, las modalidades para contratar un seguro a través de una agencia o de un bróker. Las edades para poder contar con un seguro y el nivel de ingresos de la población, que aseguradoras son las más solicitadas en Ecuador. La información es valiosa cuyas respuestas nos servirán para poder analizar, interpretar y tener un panorama más cerca de la realidad.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tras realizarse la encuesta se presentan los siguientes resultados obtenidos: Características socioeconómicas.

Pregunta 1

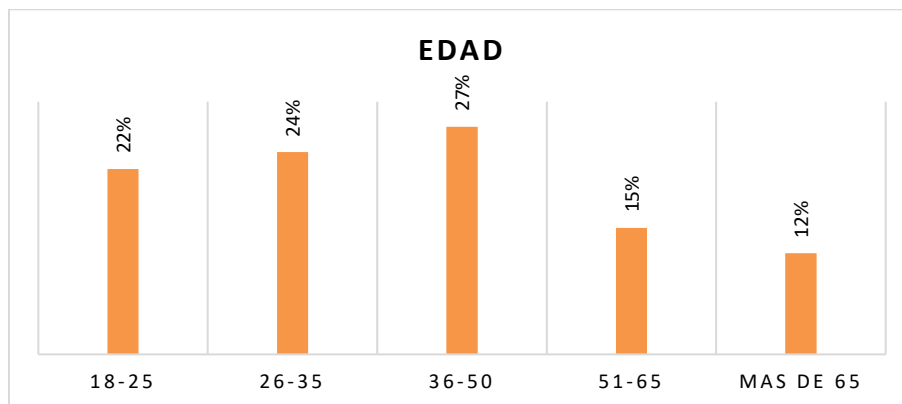


Figura 4: Edad de la muestra aplicada

Análisis: dentro de la población encuestada, se observa una distribución de edad que refleja una estructura demográfica diversa, el grupo de edad más representado es de 36-50 años, que comprende el 27% de la muestra, seguido del grupo de 26-35 años, que representa el 34%. En tercer lugar, se encuentran las personas de 18-25 años, que constituyen el 22% de la población encuestada. Por otro lado, las personas de 51-65 años representan el 15%, mientras que aquello con más de 65 años comprenden el 12%.

### Pregunta 2

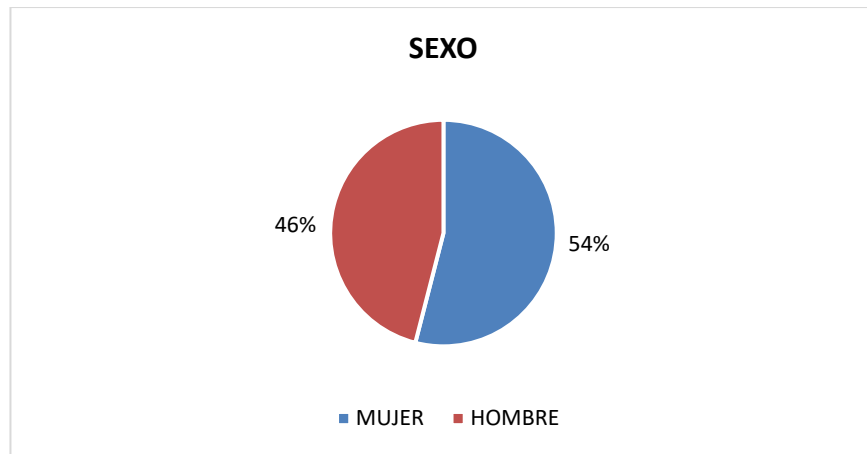


Figura 5: Sexo de la población encuestada

Análisis: el análisis de la distribución de género dentro de la población estudiada revela que los hombres representan el 54% de la muestra, mientras que las mujeres representan el 46%. Esta distribución muestra una mayor proporción de hombres dentro de la población estudiada.

### Pregunta 3

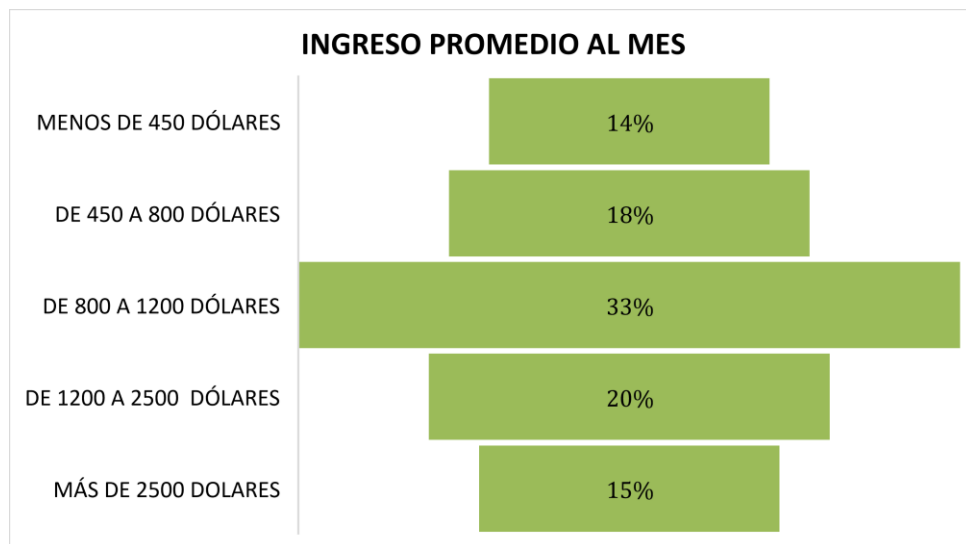


Figura 6: Ingreso promedio al mes de la población

Análisis: La distribución del ingreso promedio mensual de la población analizada se concentra en un rango de \$800-1200, con un 33% de la población. El 49% de la población se encuentra en rangos menores con ingresos por debajo de \$1200, mientras que el 15% de la población se encuentra en un rango de ingreso más alto, con ingresos superiores a \$1500.

Pregunta 4

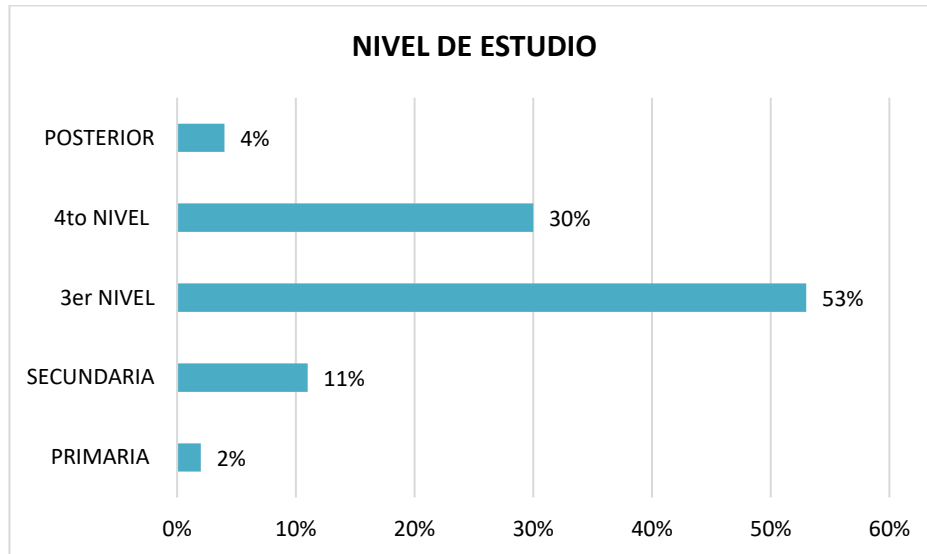


Figura 7: Nivel de Educación de la población

Análisis: en el análisis, se observa que el 53% de la población cuenta con estudios superiores. El 30% posee títulos de cuarto nivel, mientras que el 11% ha completado estudios secundarios. Además, el 4% de la población tiene un nivel educativo no especificado y finalmente, el 2% cuenta únicamente con educación primaria.

Pregunta 5

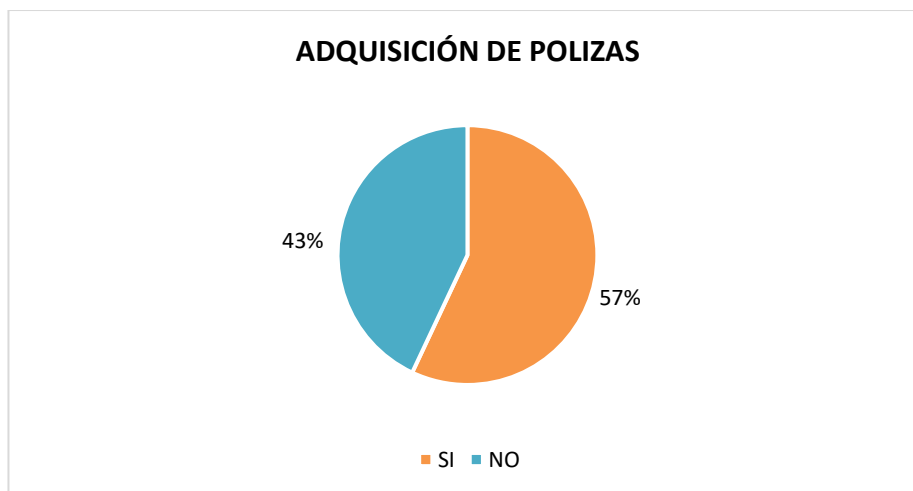


Figura 8: Adquisición de pólizas

Análisis: en relación con la adquisición de pólizas, más de la mitad de las personas 57% han adquirido un, mientras que el 43% aún no cuenta con ninguna póliza.

Pregunta 6

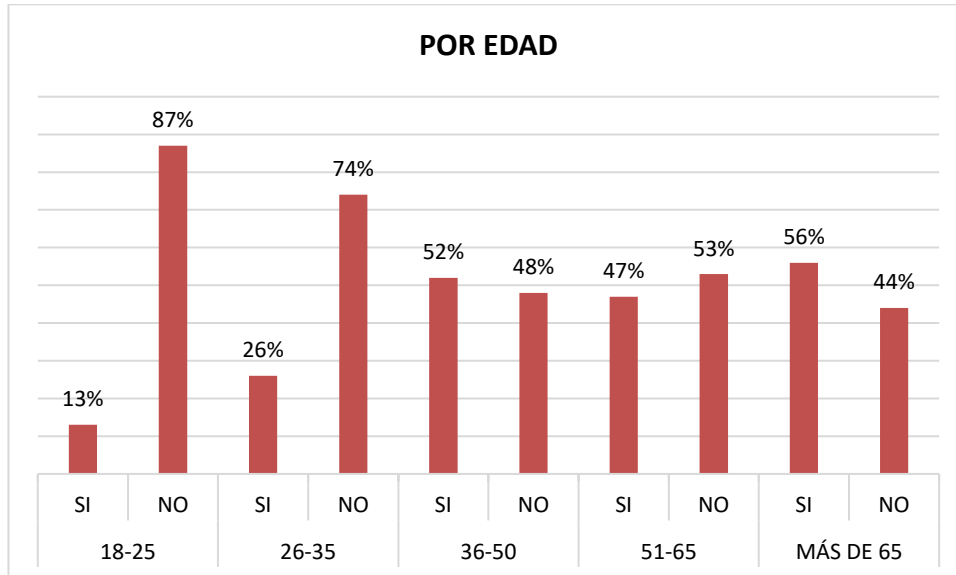


Figura 9: Adquisición de seguros por edad

Análisis: el análisis de la población revela que las personas mayores de 65 años son las que más cuentan con un seguro, representando el 56%. Le sigue las personas entre 36 y 50 años, con un 52%. El resto de la población cuenta con porcentajes mínimos de la adquisición de seguros, mientras que, en su mayoría no cuenta con un seguro.

Pregunta 7

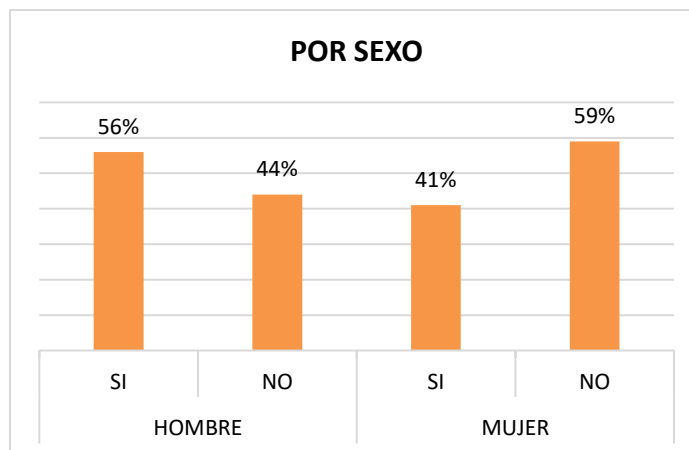


Figura 10: Adquisición de seguro por sexo

Análisis: las personas con mayor cantidad de seguros son los hombres, representando un 56%. Les siguen las mujeres, con un 41% aseguradas. El resto de la población no cuenta con seguros.

Pregunta 8

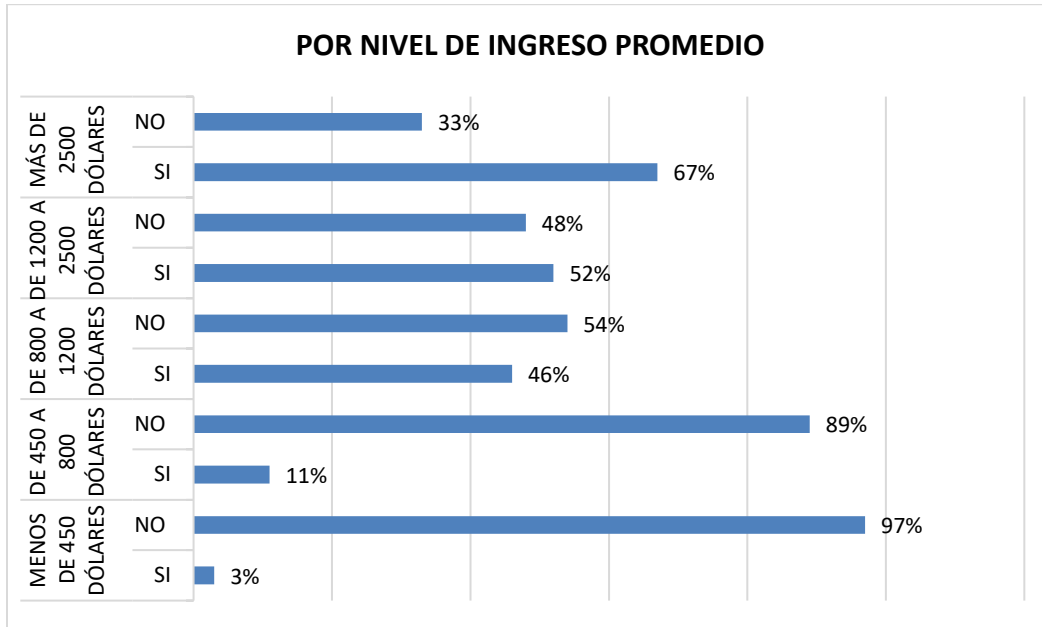


Figura 11: Adquisición de seguros por el nivel de ingresos

Análisis: las personas con ingresos superiores a \$2500 representan el grupo con mayor cobertura de seguros, alcanzando el 67%. Les siguen aquellos con ingresos entre \$1200 y \$2500, con un 52% de asegurados. Aunque el resto de la población también cuenta con seguros, la mayoría no posee cobertura en función de sus ingresos.

Pregunta 9

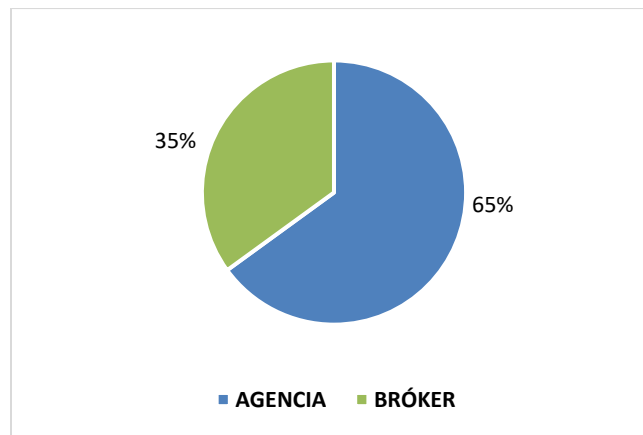


Figura 12: Método de contratación de póliza

Análisis: El 65% de la población opta por contratar agencias que ofrezcan seguros, buscando la estabilidad y seguridad que estas proporcionan. El restante 35% prefiere trabajar con corredores de seguros (brókers) para gestionar sus pólizas. Esta preferencia se puede dar por la percepción de mayor confianza y soporte en caso de siniestro, en el caso de los brókers se eligen por su capacidad para ofrecer opciones más variadas y personalizadas de acuerdo con la necesidad del cliente.



Pregunta 10

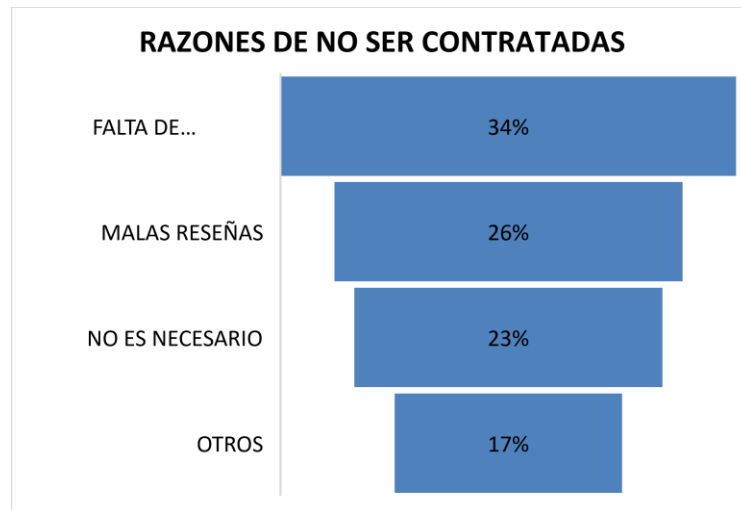


Figura 13: Razones por no contratar seguros

Análisis: Una de las principales razones por lo que las personas no cuentan con seguros es la falta de información, afectando al 34% de la población. El 26% menciona que no tienen seguro debido a malas reseñas. Además, el 23% considera que no es necesario tener un seguro, y el 17% atribuye su decisión a otros factores.

Pregunta 11

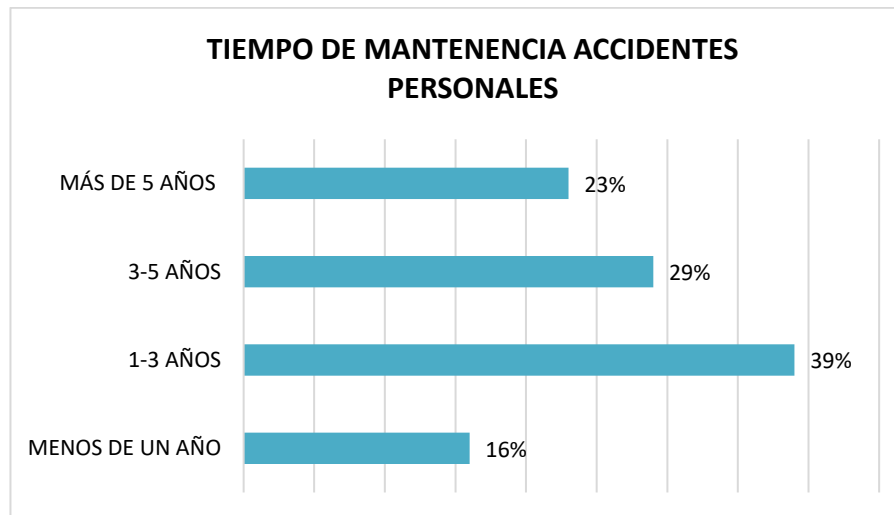


Figura 14: Tiempo de mantenimiento de accidentes personales

Análisis: en la población estudiada, el 39% mantiene un seguro durante un período de 1 a 3 años. Le sigue el 29% de la población que mantiene su seguro por 3 a 5 años. Por último, el 23% tiene seguros por más de 5 años, mientras que el 16% los mantiene por menos de un año.

Pregunta 12

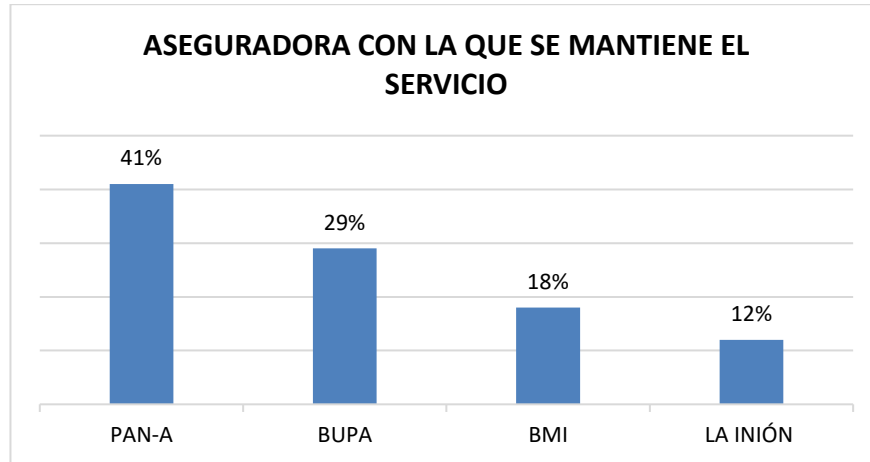


Figura 15: Aseguradoras que mantienen el servicio

Análisis: para la población analizada la aseguradora con la que más trabaja y mantienen y servicio es PAN-A, con un 41% de preferencia. Le sigue BUPA, con un 29%. En tercer lugar, se encuentra BMI, con un 18% y finalmente, LA INION, con un 12%. Esta distribución refleja las distintas percepciones de confianza y satisfacción por parte de los clientes.

Pregunta 13

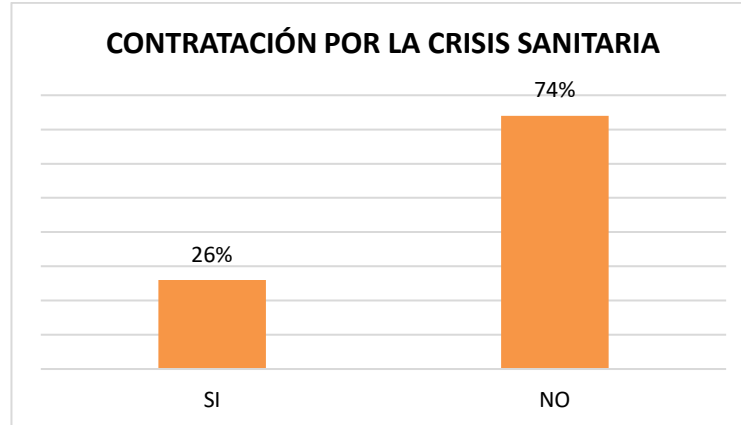
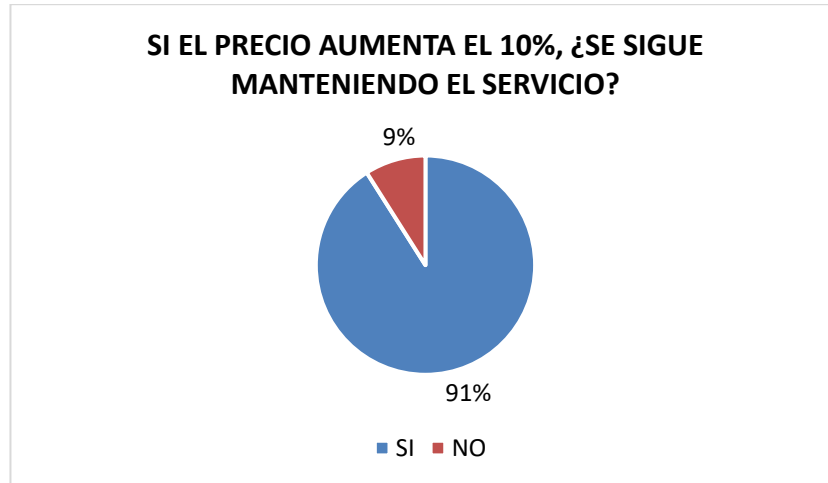


Figura 16: Contratos de seguros en la crisis sanitaria

Análisis: en medio de la crisis sanitaria, se observa que solo el 26% de la población ha optado por contratar seguros, buscando protegerse antes posibles eventualidades. Por otro lado, es notable que el 74% restante de la población aún no ha considerado la posibilidad de contar con un seguro, lo que refleja la falta de conciencia sobre la importancia de la protección financiera en situaciones de emergencia.

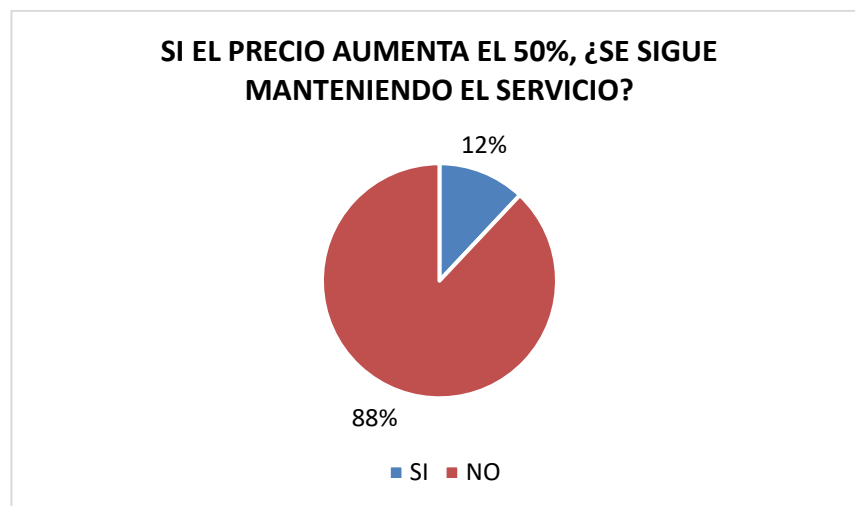
Pregunta 14



**Figura 17:** Mantendría el servicio, si hay un aumento de precio

Análisis: según la opinión de las personas, si el precio del seguro aumentara en un 10%, el 91% de la población afirma que seguiría manteniendo el servicio de los seguros. Sin embargo, el 9% indicó que dejaría de utilizar el servicio en caso de un incremento en el costo.

Pregunta 15



**Figura 18:** Incremento del precio al 50%

Análisis: en el caso de que se aumente el precio en un 50%, el 88% de la población señaló que ya no contrataría el servicio de la aseguradora. Por otro lado, el restante 12% aun optaría por mantener dicho servicio a pesar del incremento en el costo.

Pregunta 16

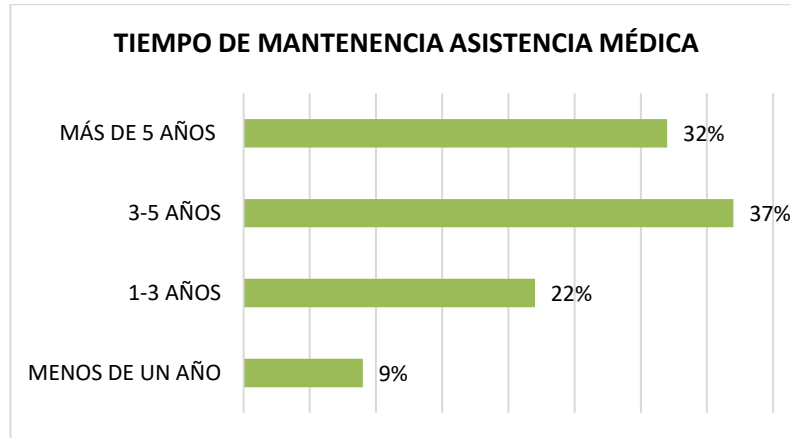


Figura 19: Tiempo de mantenimiento de asistencia médica

Análisis: en cuanto a la duración de la asistencia médica, el 37% de las personas han mantenido cobertura por un periodo de 3 a 5 años. Le sigue un 32% que han permanecido con su seguro por más de 5 años. Un 22% de la población ha tenido su seguro entre 1 y 3 años, y, por último, el 9% lleva menos de un año de cobertura.

Pregunta 17

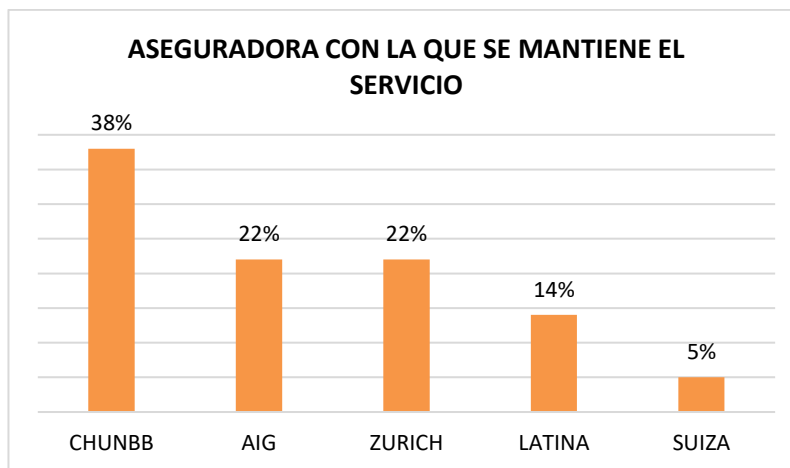


Figura 20: Aseguradora con la que se mantiene el servicio

Análisis: la aseguradora con mayor porcentaje de clientes es CHUBB, con un 38%. Le sigue AIG y ZURICH, cada una cuenta con un 22%. Latina tiene una cuota del 14%, y SUIZA cuenta con el 5% restante.

Pregunta 18



Figura 21: Contratos en la crisis sanitaria

Análisis: durante la crisis sanitaria el 43% de la población decidió contratar seguros, buscando protegerse frente a posibles eventualidades. Sin embargo, el 57% restante prefirió no adquirir estos servicios, posiblemente debido a factores como la incertidumbre económica, la falta de información sobre los beneficios de los seguros o la percepción de que no eran necesarios en ese momento.

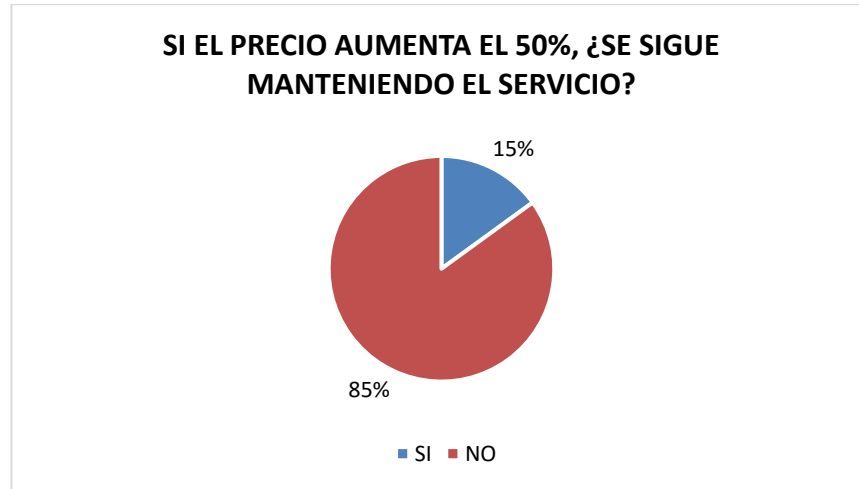
Figura 19



Figura 22: Aumento del precio del servicio de seguro

Análisis: en cuanto al seguro de accidentes personales, el 93% de la población estaría dispuesta a pagar un incremento en el costo del servicio. Sin embargo, el 7% no está de acuerdo en asumir el aumento del precio, esta disposición mayoritaria a aceptar un incremento refleja la valoración que la mayoría de las personas otorgan a la protección adicional que ofrecen estos seguros.

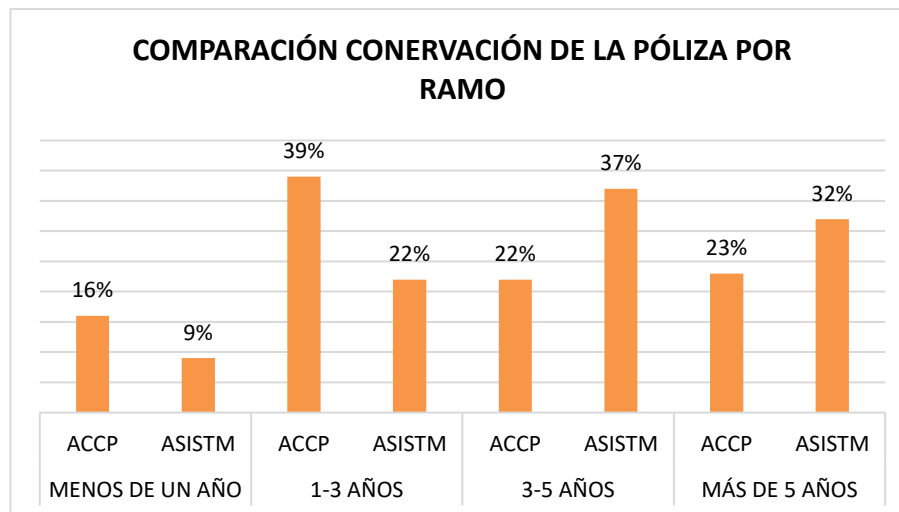
Pregunta 20



**Figura 23:** Incremento del seguro en un 50%

Análisis: las personas encuestadas mostraron diversas opiniones sobre un posible incremento en el precio de los seguros. El 15% está de acuerdo con el aumento y dispuesto a pagarlo, mientras que el 85% no está de acuerdo con el incremento y buscaría otras empresas que mantengan sus precios estables. La diferencia destaca la sensibilidad de la mayoría de los consumidores ante cambios en el costo de los servicios de seguros y su disposición a cambiar de proveedor para evitar pagar más.

Pregunta 21



**Figura 24:** Pólizas por ramo

Análisis: los encuestados han presentado diversas duraciones en la tenencia de la póliza ACCP. Un 39% ha mantenido su póliza entre 1 y 3 años, seguido por un 23% que ha tenido el seguro por más de 5 años. Un 22% ha mantenido el seguro durante 3 a 5 años, y el 16% ha tenido la póliza por menos de un año. En cuanto al seguro ASISTM, el mayor porcentaje, es de un 37%, ha

mantenido su cobertura entre 3 y 5 años. Le siguen un 32% que ha tenido el seguro por más de 5 años, un 22% con una duración de 1 a 3 años, y finalmente un 9% que ha mantenido la póliza por menos de un año.

DISCUSIÓN: Desde la pandemia del COVID-19 vemos cómo influye la compra de seguros, contamos con un 57% de la población encuestada que han adquirido una póliza esto se debe porque según (23) manifiesta que un seguro es muy importante porque cuenta con hospitalizaciones, cuidados intensivos, telemedicina esto tiene un beneficio porque puede ser atendido en el lugar que se encuentre, por otro lado (24) manifiesta que existen desventajas al momento de contratar un seguro, primero porque las primas son de acuerdo a la economía, segundo que las coberturas adicionales no podrían conseguirse de manera unilateral en un mercado local, por lo cual vemos reflejado un 43% que no cuenta con ninguna póliza. Cabe recalcar que un 56% de la población encuestada son hombres y un 46% representa a las mujeres.

Uno de los hallazgos más relevantes al contratar seguros médicos, es el tiempo de duración existe el 32% de la población dura más de 5 años porque según (25) manifiesta que es mejor tener un contrato de más de 5 años para no estar renovando cada 12 meses es decir cada año. Por otro lado, según (26) manifiesta que es bueno tener un contrato de 1 a 5 años porque después de ese tiempo puedes verificar si quieres seguir teniendo ese seguro y así no pondrá en riesgo su economía ni su salud.

Por la flexibilidad que ha demostrado las aseguradoras adaptando políticas y procedimientos fue clave para mantener satisfecho al cliente, porque son herramientas que nos protegen de posibles imprevistos, el valor del pago del seguro genera tranquilidad de contar con un respaldo, no lo ven como un gasto si no como una inversión (27). Ahora bien, el contratar un seguro no nos aporta tranquilidad, porque estamos con miedo y frustración por no tener una estabilidad financiera para poder pagar el valor del seguro y eso afecta nuestra salud (28).

Hoy en día la digitalización es un tema muy tratado en la sociedad, es el proceso por el cual procesos analógicos y objetos físicos se convierten al formato digital, como lo menciona en su blog, la transformación digital en las compañías de seguros influye en todas las etapas y a la vez ayuda a generar nuevos productos, para mejorar la calidad de la experiencia del cliente externo que son los asegurados y los internos que son agentes y brokers. Por otro lado, (29) nos dice que la transformación digital está provocando la creación de productos a medida en el sector de los seguros. Por la demanda de clientes involucrados en la tecnología gracias a la inteligencia artificial, pretende crear nuevos servicios y productos que estén en línea y que todos puedan conocer sin tener la necesidad de acercarse a las aseguradoras.

## CONCLUSIONES

Durante la crisis sanitaria de COVID-19, la demanda de seguros médicos y accidentes personales experimentó un aumento significativo en Ecuador. Un 43% de la población optó por contratar seguros médicos y accidentes personales, mientras que el 57% decidió no hacerlo. Este cambio refleja una mayor percepción de riesgo y la necesidad de protección en tiempos de alta

incertidumbre sanitaria. La crisis también se evidenció una flexibilidad del sector asegurador frente a desafíos imprevistos, adaptándose a las necesidades de la población y ofreciendo una importante cobertura médica y financiera, llevando una mayor adquisición de seguros.

La mayoría de los asegurados mantienen sus pólizas durante periodos de largo plazo, por ello un 37% tiene seguros entre 3 y 5 años, siendo el más representativo del mercado la aseguradora CHUNBB liderando con un 38% de la participación, así mismo las asegurados AIG y ZURICH son otras de las aseguradoras con un alto porcentaje representado un 22%. La preferencia por estas aseguradoras indica la fuerte influencia de estas compañías y la alta competitividad entre consumidores, además la preferencia por estas aseguradoras está vinculada por la capacidad de ofrecer servicios variados, precios competitivos y una sólida reputación en el mercado.

La población muestra una notable sensibilidad a los aumentos en el costo de los seguros. En este caso si el precio incrementa en una 10%, la mayoría de los asegurados (91%) estarían dispuestos a mantener su cobertura, reflejando a absorber incrementos moderados al valor percibido de los seguros. Sin embargo, si existe un aumento del 50% más de 88% estaría dispuesto a cambiar de aseguradora por ello la alta sensibilidad al precio se ve como una competencia entre las aseguradoras ya que los consumidores buscan opciones más asequibles y competitivos.

El sector asegurador ha demostrado una notable capacidad para adaptarse y recuperarse frente a desafíos del mercado. Después de enfrentar una caída durante el periodo 2020, ha logrado levantarse con fuerza, gracias a las estrategias que mejoran día a día a la atención del cliente, ofreciendo productos únicos y personalizados, con el fin de atraer y retener clientes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sabater Castro A. El desarrollo del sector asegurador y el crecimiento económico: un análisis empírico para 47 países. Scielo. 2017; 22(52).
2. Vera Vera CG. Índices de concentración de mercado de las ramas de actividad económica del Paraguay como instrumentos determinantes de estructura.. Población y Desarrollo. 2018; 25(48).
3. Gutierrez Villca AM. DETERMINANTES DE LA PRODUCTIVIDAD TOTAL DE FACTORES EN AMÉRICA DEL SUR. scielo. 2019; 19(2).
4. Medrano L. El papel de las agencias de seguros en la competencia entre compañías aseguradoras. [Online].; 2018 [cited 2024 Junio 8. Available from: <https://www.eltrimestreeconomico.com.mx/index.php/te/article/view/403/598>.
5. Berrones S, Díaz J. Las consecuencias económicas del Covid-19 en la economía ecuatoriana. Dialnet. 2021; 31(3).
6. Ochoa Carrasco. Repositorio Institucional del Organismo de la Comunidad Andina, CAN. [Online].; 2021 [cited 2024 Junio 8. Available from: <https://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/8280>.
7. PRÁCTICA EN REFERENCIA A ALEMANIA Y CHILE.. [Online].; 2020 [cited 2024 Junio 8. Available from: <https://repositorio.comillas.edu/rest/bitstreams/407891/retrieve>.
8. Benavides J. ¿Qué tipos de Seguros existen en Ecuador? [Online].; 2019 [cited 2024 Junio 8. Available from: <https://segurosdelpichincha.com/blogs/tipos-de-seguro-en-ecuador>.



9. Villalobos Monroy G. Capital Humano México: Universidad Autónoma Del Estado de México; 2009.
10. Hernández Solís M, Lozano Colomer C, Vilar Zanón L. La prima de riesgo recargada en un seguro de rentas: tarificación mediante el uso de una medida de riesgo coherente. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*. 2013 Junio; 15(151-167).
11. Superintendencias de Compañías, Valores y Seguros. Portal de información/seguros. [Online].; 2023 [cited 2024 Junio 9. Available from: <https://appscvsmovil.supercias.gob.ec/PortalInformacion/seguros.html>.
12. LEY GENERAL SEGUROS. Ley general de seguros. [Online].; 2014 [cited 2024 Junio 9. Available from: <https://www.cosede.gob.ec/wp-content/uploads/2016/08/LEY-GENERAL-SEGUROS.pdf>.
13. Coronel Perez V, Bunay Cantos J. Gestión de los seguros ante desastres naturales en el Ecuador. *Revista Universidad y Sociedad*. 2018; 10(4).
14. Rojas Yanguas , Rodrigo Guzmán D. Teoría del Caos Aplicada a Series. *Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia*. 2023; 25(25).
15. Márquez Romero. “Nivel de concentración de mercado en las empresas de seguros del Ecuador”. [Online].; 2022 [cited 2024 Junio 9. Available from: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/36186>.
16. Bank Watch Ratings S.A. Empresa de Seguros Ecuatoriano Suiza S.A. [Online].; 2022 [cited 2024 Junio 9. Available from: <https://bankwatchratings.com/componente-bwr/descarga.php?ind=2856&name=&id=0:&Itemid=>.
17. FasterCapital. Competencia En El Mercado De Seguros Médicos Y Precios De Primas. [Online].; 2024 [cited 2024 Junio 9. Available from: <https://fastercapital.com/es/tema/competencia-en-el-mercado-de-seguros-m%C3%A9dicos-y-precios-de-primas.html>.
18. El Universo. Seguros La Unión se lleva polémico contrato de seguros de Petroecuador por \$ 99,1 millones. 2023 Agosto.
19. Reyes Sanchez C. Returns to investment in education. An application using government records data. *Revista de El Colegio de San Luis*. 2007; 10(21).
20. MAPFRE. El Mercado de Seguros. [Online].; 2019 [cited 2024 Junio 9. Available from: <https://segurosypensionesparatodos.fundacionmapfre.org/seguros/definicion-seguro-asegurar/funcionamiento-mercado-seguros-asegurar/>.
21. Nicholson W. Teoría Microeconomía Principios Basicos y Ampliaciones. Novena edición ed. Martínez JR, editor. México: Editorial Latinoamérica; 2008.
22. Lima LVdA, Orleans Silva , Machado R. Relación entre el impuesto sobre el valor agregado y el crecimiento de las empresas. *Contaduría y administración*. 2020; 65(3).
23. BMI. SEGUROS DE SALUD: ¿POR QUÉ ES IMPORTANTE ADQUIRIRLO? [Online].; 2021 [cited 2024 Junio 10. Available from: <https://www.bmicos.com/blog/seguros-de-salud-por-que-es-importante-adquirirlo/>.
24. Mc Lennan. Ventajas y desventajas de los programas mundiales de seguros. [Online].; 2018 [cited 2024 Junio 10. Available from: <https://www.marsh.com/mx/services/multinational-client-service/insights/advantages-and-disadvantages-of-global-insurance-programs.html>.
25. Healthcare C. Cómo funcionan los seguros de salud. [Online].; 2023 [cited 2024 Junio 10.

- Available from: <https://www.cigna.com/es-us/knowledge-center/how-health-insurance-works>.
26. Asertec. Recuerda estar siempre protegido con un seguro de salud. [Online].; 2023 [cited 2024 Junio 11. Available from: <https://www.asertec.com.ec/blog/por-ti-familia/4cosas-seguro-de-salud/>.
  27. Comfama. ¿Por qué es importante adquirir un seguro? [Online].; 2024 [cited 2024 Junio 11. Available from: <https://www.comfama.com/finanzas/seguros/por-que-es-importante-tener-un-seguro/#:~:text=Contar%20con%20un%20seguro%20nos,o%20desamparados%20en%20momentos%20dif%C3%ADciles>.
  28. MAPFRE. El seguro como protector de bienes y su importancia en la economía. [Online].; 2022 [cited 2024 Junio 11. Available from: <https://www.mapfre.com/actualidad/seguros/el-seguro-como-protector-de-bienes/>.
  29. Axis Corporate. [Online].; 2023 [cited 2024 Junio 11. Available from: <https://axiscorporate.com/article/transformacion-digital-sector-seguros/>.

# INCIDENCIA DE LOS COSTOS DE SINIESTROS EN LA RENTABILIDAD DE LAS COMPAÑÍAS ASEGURADORAS EN ECUADOR

## IMPACT OF CLAIMS COST ON THE PROFITABILITY OF INSURANCE COMPANIES IN ECUADOR

Josue Alain D'Espaux Garrido<sup>1</sup>, Irma Yolanda Garrido Bayas<sup>2</sup>, Raquel Virginia Colcha Ortiz<sup>3</sup>, Nilo Israel Cabezas Oviedo<sup>4</sup>

{josue.despaux@udla.edu.ec<sup>1</sup>, igarrido@esPOCH.edu.ec<sup>2</sup>, raquel.colcha@esPOCH.edu.ec<sup>3</sup>, nilo.cabezas@esPOCH.edu.ec<sup>4</sup>}

Fecha de recepción: 20 de mayo de 2024

/ Fecha de aceptación: 19 de junio de 2024

/ Fecha de publicación: 14 de julio de 2024

**RESUMEN:** El mercado asegurador de Ecuador maneja los riesgos y costos asociados a los siniestros. Su objetivo principal es entender cómo la gestión de riesgos influye en la rentabilidad de estas empresas y cuáles son las variables más importantes que afectan los costos de los siniestros. Las aseguradoras son vitales para el desarrollo económico del país, ya que, promueven el ahorro, la financiación e inversiones a largo plazo, lo que a su vez fomenta el desarrollo de fuentes de trabajo y la productividad. Las pólizas de seguros son fundamentales para cubrir y proteger a las familias de eventos inesperados, asegurando su patrimonio. La industria de seguros busca recopilar y analizar información relevante para comprender la incidencia de siniestros en la oferta de pólizas y comparar estos valores con los índices de siniestralidad y costos. Para ello se trabajó con una metodología que incluye una revisión bibliográfica y un análisis cuantitativo de los informes financieros de las principales aseguradoras de Ecuador, además de estadísticas de mercado proporcionadas por entidades regulatorias y fuentes independientes. Asimismo, se realizó entrevistas con expertos del sector para obtener perspectivas cualitativas sobre los desafíos y oportunidades que enfrentan las aseguradoras en el país. Los datos revelaron varias tendencias en la frecuencia y severidad de los siniestros, en particular, se observó que los asegurados de mayor edad tienen una mayor incidencia y costos de siniestros. Este hallazgo destaca la necesidad de ajustar las primas y políticas de cobertura para reflejar adecuadamente los riesgos asociados con los diversos grupos demográficos. Dentro de la entrevista marcaron la importancia de invertir en tecnología avanzada para mejorar la evaluación y gestión de riesgos, junto con la necesidad de capacitar continuamente al personal, donde se implemente y se mantenga políticas de prevención efectiva. Con ese enfoque integral se permitirá a las aseguradoras no solo mejorar su rentabilidad, si no también ofrecer una mayor protección y confianza con los clientes.

<sup>1</sup>Universidad de las Américas, <https://orcid.org/0009-0007-5200-4643>

<sup>2</sup>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Administración de Empresas, <https://orcid.org/0000-0002-9738-2257>

<sup>3</sup>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, <https://orcid.org/0000-0002-3252-9158>

<sup>4</sup>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, <https://orcid.org/0000-0002-4130-0347>

*Palabras clave: Riesgo, siniestralidad, frecuencia, rentabilidad, tecnologías*

**ABSTRACT:** The insurance market in Ecuador manages the risks and costs associated with claims. Its main objective is to understand how risk management influences the profitability of these companies and what the most important variables affecting the costs of claims are. Insurers are vital for the country's economic development, as they promote savings, financing, and long-term investments, which in turn foster job creation and productivity. Insurance policies are essential for covering and protecting families from unexpected events, ensuring their assets. The insurance industry seeks to gather and analyze relevant information to understand the impact of claims on the availability of policies and to compare these values with loss ratios and costs. To this end, a methodology was employed that includes a literature review and a quantitative analysis of the financial reports of the main insurers in Ecuador, as well as market statistics provided by regulatory entities and independent sources. Additionally, interviews were conducted with industry experts to obtain qualitative perspectives on the challenges and opportunities faced by insurers in the country. The data revealed several trends in the frequency and severity of claims. In particular, it was observed that older policyholders have a higher incidence and cost of claims. This finding highlights the need to adjust premiums and coverage policies to adequately reflect the risks associated with different demographic groups. The interviews emphasized the importance of investing in advanced technology to improve risk assessment and management, along with the need for continuous staff training to implement and maintain effective prevention policies. This comprehensive approach will allow insurers not only to improve their profitability but also to offer greater protection and trust to their clients.

*Keywords: risk, claims, frequency, profitability, technologies*

## INTRODUCCIÓN

El mercado asegurador tiene un rol muy importante no solo a nivel nacional sino también mundial, ya que ayuda mucho al crecimiento económico y financiero del país y fomenta el ahorro, financiación e inversiones a largo plazo que aumenta el empleo y productividad en el sector de seguros. Esto se debe a que la venta de pólizas es una herramienta muy útil porque cubre eventos como los siniestros y protege el patrimonio familiar en casos de eventos fortuitos (1).

El principal objetivo de la Industria aseguradora es recoger, analizar y sintetizar los documentos pertinentes para los seguros, donde buscará comprender la incidencia de la siniestralidad en la oferta que tienen las pólizas, haciendo una comparación con los valores indicados y tomando en cuenta el índice de siniestralidad, costos de los siniestros y precios del servicio (2). Dado que se pretende examinar el comportamiento de diversos indicadores y variables relevantes para poder llevar a cabo el análisis se revisan datos macroeconómicos del país, centrados en documentos sobre seguros privados de los ramos de Asistencia Médica y Accidentes Personales. Además, se revisa bibliografía relacionada con las aseguradoras a nivel del continente, con el fin de llegar a una conclusión acerca de la incidencia de la crisis sanitaria en dicho mercado.

Aunque no todos entienden la importancia de este asunto, todos los días se toman decisiones en este sentido. Las personas ganan dinero con su trabajo y lo gastan en bienes y servicios a lo largo de su vida. Para comprender plenamente este proceso de ingreso y consumo, es necesario considerar los criterios en los que el individuo basa su decisión, es decir, qué variables o indicadores percibe para determinar sus ingresos futuros, con los que satisfará su consumo. La interpretación que un individuo hace de la realidad económica juega un papel clave. En economía, a un individuo se le llama consumidor-inversor y, por tanto, el problema descrito anteriormente pertenece a la teoría del consumidor (3).

Además, el Estado y las compañías de seguros deben considerar el riesgo de longevidad por el aumento de la esperanza de vida de los particulares (3). Para conocer la composición y comportamiento de las aseguradoras de salud y accidentes, se recogen datos para determinar índices de concentración del mercado y reaccionar ante una organización subóptima del sector. En base a los valores de los indicadores y su interpretación, se decide si la competencia entre operadores está cerca de un monopolio.

En el futuro se pueden esperar cambios en la oferta de medicamentos y servicios de salud, lo que llevará a un acceso diferencial. Se prevé la transferencia de servicios a empresas privadas y un aumento del centralismo, lo que impactará negativamente en los sindicatos. Se destaca la necesidad de promover el tratamiento ambulatorio sobre el hospitalario y la atención en el domicilio y en la comunidad para reducir costes. Sin embargo, esto puede representar riesgos para la salud en poblaciones pobres. Además, se espera una política estatal contradictoria que busca legitimar al gobierno, pero también promover la expansión del sector privado, a expensas del sector público.

La situación actual muestra un país en crisis y en guerra, con una profunda desigualdad social y un acceso limitado a los servicios de salud. Para poder analizar la problemática gracias a las herramientas necesarios propuestas en este documento, se explora y comprenden diversos conceptos para poder entender de mejor manera considerando los siguientes conceptos más importantes.

#### Organización Industrial

Según (4) el campo de la organización industrial se enfoca en el análisis de la empresa en mercados específicos, examinando su estructura, comportamiento y eficiencia. Su objetivo es entender como interactúan las empresas, toman decisiones Estrategias y como la competencia y el bienestar del consumidos influyen en esas decisiones. El surgimiento y expansión de las prácticas comerciales que afectan la estructura y operación de ciertos mercados, y como esas prácticas implican o permiten un mayor o menor uso del poder de mercado. Para analizar estas prácticas, la organización industrial se propone examinar las estructuras de mercado antes y después de su implementación y la racionalidad o conveniencia económica de su comportamiento para las empresas que las implementan y las empresas que deben reaccionar ante ellas (5).

(6) menciona que la organización industrial se centra en cómo funcionan las empresas y sectores económicos, abordando aspectos como el mercado, la competencia, la producción y la distribución. Su estudio es crucial para comprender la economía global, ayudando a empresas a tomar decisiones estratégicas, gobiernos a diseñar políticas efectivas y consumidores a entender los mercados. Los economistas, investigadores y líderes empresariales juegan un papel importante en su desarrollo, al igual que los reguladores gubernamentales que utilizan estos principios para promover la competencia y proteger a los consumidores. Aprender sobre esta disciplina ofrece numerosas oportunidades y contribuye a mejorar la calidad de vida y la dirección del mercado.

Así mismo, los consumidores experimentan directamente los resultados de la organización industrial en su vida diaria al tomar decisiones de compra y participar en el mercado, incluso una persona que no está comprometida con el análisis de la economía o simplemente no está interesada en observar la vida diaria. el desarrollo económico, tiene también un claro impacto en la organización industrial.

#### Modelos de Competencia

##### Competencia perfecta

Según (4) menciona que la competencia perfecta es un modelo de mercado donde muchas empresas venden productos idénticos a consumidores informados. La entrada y salida de empresas es fácil, y tanto compradores como vendedores tienen información completa. De la misma manera (7) manifiesta que, en la competencia perfecta, cada empresa tiene la función donde el precio iguala al costo de margen, esto significa que las empresas refieren un precio mínimo por la alta competencia.

(8) sostiene en su bibliografía que en la competencia que existe en el mercado, cada empresa tiene la función donde el precio iguala al costo de margen, esto significa que las empresas refieren un precio mínimo por la alta competencia. La competencia perfecta es una situación de mercado en la que ninguna empresa en particular tiene derecho a determinar o fijar los precios de los productos, es decir, En este escenario, ningún proveedor o sucesor puede determinar individualmente el valor de un bien o servicio, factores de competencia que determinan el precio de un bien o servicio.

(9) destaca que, en un mercado perfectamente competitivo, existe un equilibrio entre la oferta y la demanda de un producto o servicio en particular, lo que significa que un comprador o vendedor individual no puede afectar significativamente el precio de ese producto o servicio. En otras palabras, la competencia perfecta es una estructura de mercado en la que muchas empresas venden productos similares y las ganancias son casi inexistentes debido a la intensa competencia. La competencia perfecta es un modelo teórico que se utiliza comparado con los mercados reales, donde la situación de competencia perfecta rara vez existe.

## Monopolio

Según (10) la competencia monopolística se refiere a la situación en la que una sola empresa actúa como vendedora en el mercado, lo que puede ocurrir debido a varios factores como el control absoluto de la oferta, bajos costos de producción o patentes exclusivas. Este modelo contrasta con la competencia perfecta y puede llevar a una posición dominante en el mercado, incluso con la participación de empresas estatales.

Se debe entender que, en un monopolio, la empresa tiene la función donde iguala su ingreso marginal con su costo de margen, y esto da como resultado que tome el excedente del consumidor. Un monopolio es cuando solo existe una empresa en el mercado que vende un determinado producto o servicio. Cuando los consumidores quieren ese producto, no tienen más remedio que comprarlo a esa única empresa (8).

Si el monopolista maximiza sus beneficios a corto plazo, su nivel de producción estará definido por tres condiciones: el ingreso marginal igual al costo marginal, la pendiente del ingreso marginal sea inferior a la del costo marginal, y que el precio sea mayor o igual al costo variable medio.

Un monopolista se enfrenta a la demanda del mercado, por lo que es consciente de que la cantidad de producto que vende es una función constante del precio que cobra. Por lo tanto, el monopolio tiene el derecho de fijar el precio de mercado, a diferencia de una empresa en competencia perfecta, que es tomadora de precios (11).

## Cournot

(12) menciona que un modelo de Cournot, la competencia oligopólica se da cuando varias empresas determinan la cantidad de producción estratégicamente. Cada empresa toma decisiones basadas en las acciones de sus competidores, ajustando la producción simultáneamente en lugar de fijar precios. Propuesto por Agustín Cournot en el siglo XIX, este modelo se centra en la interdependencia estratégica para determinar la producción en lugar de los precios.

En el modelo de Cournot, el consumidor individual debe aceptar el precio para crear competencia perfecta y lograr un equilibrio entre la cantidad ofrecida y la demanda del producto. Por tanto, este sistema es adecuado para algunos mercados, pero no para todos. Cabe señalar que la competencia perfecta es una teoría económica que no existe concretamente, y esta situación tiene propiedades muy improbables que no se dan en la vida cotidiana.

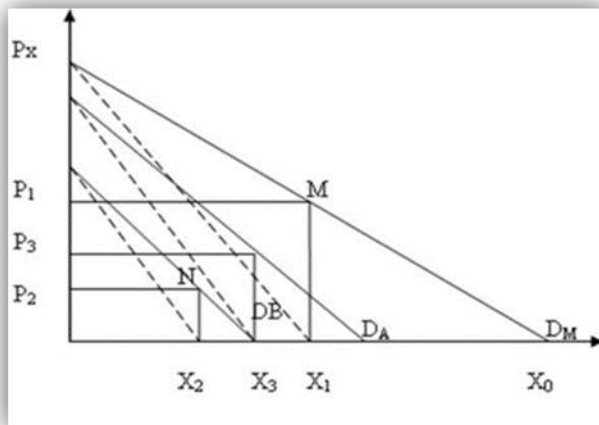


Figura 1: Modelo de Cournot

Fuente: (13)

El modelo de Cournot es un modelo estático donde las empresas deciden simultáneamente antes de observar las acciones de los demás las cantidades a producir Sin embargo podemos, interpretarlo como un proceso de ajuste dinámico ya que las empresas ajustan sus decisiones en función de las acciones de los demás (14). Este modelo revela dinámicas interesantes, como la tendencia de las empresas a establecer precios cercanos a los costos marginales para atraer a más consumidores (15).

#### Bertrand

(16) el modelo de Bertrand, desarrollado por el economista Joseph Bertrand, supone que las empresas compiten fijando precios en lugar de volúmenes de producción. En esta competencia, las empresas eligen los precios, considerando que el consumidor compra al vendedor con el precio más bajo. Este modelo también revela dinámicas interesantes, como la tendencia de las empresas para establecer precios cercanos a los costos marginales para atraer a más consumidores (15).

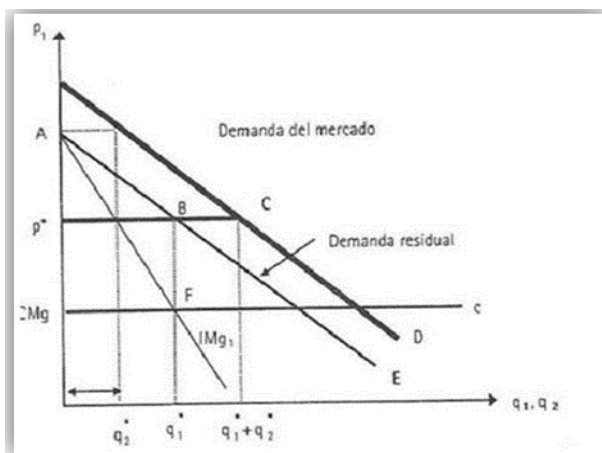


Figura 2: Competencia precios y cantidades

Fuente: (15)



En el gráfico 2, se puede observar la demanda del mercado, que es la cantidad de productos que los consumidores están dispuestos a comprar a un precio determinado. La demanda residual se refiere a la cantidad de productos que se pueden vender a un precio que sea competitivo, es decir, por encima o por debajo del precio de mercado, siempre y cuando sea competitivo (15).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de este estudio, se utilizaron páginas oficiales como de las de Supercias, BCE, BankWatch Ratings, y entrevistas como se muestra en la Tabla 1. Se llevó a cabo una metodología de revisión bibliográfica, que incluyó un análisis cuantitativo de los informes financieros de las principales aseguradoras en Ecuador y las estadísticas del mercado de seguros proporcionadas por entidades regulatorias y fuentes independientes, que abarcan un período de cinco años.

El objetivo fue identificar las variables que más influyen en los costos de siniestros, como la edad de los aseguradores, el tipo de cobertura contratada y la implementación de políticas de prevención por las asegurados. Se utilizaron modelos econométricos para evaluar la relación entre gestión de riesgos y la rentabilidad de las compañías de seguros.

Además, se incluyeron entrevistas con expertos del sector, que ofrecieron perspectivas cualitativas sobre los desafíos y oportunidades enfrentados por las aseguradoras en Ecuador. También se revisó literatura relevante sobre gestión de riesgos y políticas de prevención de siniestros, contextualizando los hallazgos dentro de un marco teórico más amplio.

Los datos mostraron diversas tendencias en la frecuencia y severidad de los siniestros. Se observó que ciertos grupos de edad, especialmente los asegurados de mayor edad presentaban una mayor incidencia y costos de siniestros, particularmente en los ramos de salud y accidentes personales. Este hallazgo subraya la importancia de ajustar las primas y políticas de cobertura para reflejar adecuadamente los riesgos asociados con diferentes grupos demográficos.

Las entrevistas con expertos del sector ofrecieron información valiosa sobre las prácticas actuales y las áreas de mejora en la gestión de riesgos. Los expertos enfatizaron la necesidad de invertir en tecnologías avanzadas para mejorar la evaluación y gestión de riesgos, así como la importancia de la capacitación continua del personal en las aseguradoras para implementar y mantener políticas de prevención efectivas.

La revisión de la literatura sobre gestión de riesgos y políticas de prevención de siniestros facilitó un contexto teórico que respaldó los hallazgos empíricos del estudio. Destacó la importancia de una gestión proactiva de los riesgos y la implementación de políticas de prevención como factores clave para la sostenibilidad del sector asegurador. Además, se resaltó la necesidad de una colaboración estrecha entre aseguradoras, gobierno y sociedad para crear un entorno regulatorio y operativo que favorezca la reducción de riesgos y la estabilidad del mercado de seguros.

## INCIDENCIA DE LOS COSTOS DE SINIESTROS EN LA RENTABILIDAD DE LAS COMPAÑÍAS ASEGURADORAS EN ECUADOR

*Tabla 1: Fuentes de referencia*

Fuente	Variable	Período	Unidades	Frecuencia
SUPERCIAS	Operadores del mercado de seguros	Dic 2018 - Dic 2022	USD	Anual
	Prima Neta Emitida (Por operador)			
BCE	Producto Interno Bruto	2018-2022	USD	Anual
BankWatch Ratings	Siniestralidad Incurrida Neta	2018-2022	Puntos	Medición Puntual
Entrevistas	Preferencia	dic-23	Porcentaje	Medición Puntual
	Variable de consumo	dic-23	Porcentaje	Medición Puntual
	Renta	dic-23	USD	Medición Puntual

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados recopilados de los trabajos se presentan en base a los datos obtenidos por dichos autores. A lo largo de la Investigación sobre el comportamiento y la estructura del sector asegurados, se pudo identificar ciertas limitaciones que complico la presente investigación. Principalmente, se encontró un problema en la toma de datos más allá de los publicados en la Superintendencia de Bancos, ya que algunos operadores restringían el acceso a los informes económicos y administrativos. Por lo tanto, el estudio se centró en las fuentes de información disponibles públicamente.

### Supercias

Para comprender mejor la industria aseguradora del Ecuador, primero es necesario considerar su estructura. En el país, el modelo para la formación de estos lineamientos de prestación de servicios son las sucursales. (14) comenta que el término “Ramo” se refiere a la agrupación de tipos de seguros que involucran naturalezas similares.

### Operadores Mercado de Seguros

*Tabla 1: Operadores Mercados de Seguros*

Operadores Mercado de Seguros	
1	AIG METROPOLITANA
2	AMA AMERICA S.A. EMPRESA DE SEGUROS
3	ASEGURADORA DEL SUR
4	BMI
5	BUPA ECUADOR S.A. COMPAÑÍA DE SEGUROS
6	CHUBB SEGUROS ECUADOR S.A.
7	COFACE S.A.
8	COLON

**INCIDENCIA DE LOS COSTOS DE SINIESTROS EN LA RENTABILIDAD DE LAS COMPAÑÍAS ASEGURADORAS EN  
ECUADOR**

9	CONDOR
10	CONSTITUCION C.A. COMPAÑIA DE SEGUROS
11	ECUATORIANO SUIZA
12	EQUINOCCIAL
13	EQUIVIDA COMPAÑIA DE SEGUROS S.A.
14	GENERALI
15	HISPANA DE SEGUROS Y REASEGUROS S.A.
16	INTEROCEANICA C.A. DE SEGUROS.
17	LA UNIÓN
18	LATINA SEGUROS C.A.
19	LIBERTY SEGUROS S.A.
20	MAPFRE ECUADOR COMPAÑÍA DE SEGUROS S.A.
21	ORIENTE SEGUROS S.A.
22	PAN AMERICAN LIFE DE ECUADOR COMPAÑIA DE SEGUROS S.A.
23	PICHINCHA
24	SEGUROS ALIANZA S.A.
25	SEGUROS CONFIANZA S.A.
26	SEGUROS SUCRE S.A. EN LIQUIDACIÓN
27	SWEADEN COMPAÑIA DE SEGUROS S.A.
28	UNIDOS
29	VAZSEGUROS S.A. COMPAÑÍA DE SEGUROS
30	ZURICH SEGUROS ECUADOR S.A.

En la Tabla 1 se puede observar los diferentes operadores del mercado de seguros. Las entidades de crédito pueden actuar como agentes de seguros al celebrar contratos con aseguradoras y registrarse en el registro administrativo correspondiente. Pueden utilizar su red de distribución para ofrecer productos de seguros a través de una sola aseguradora o de un grupo de entidades financieras. Si operan bajo el control de una entidad o grupo, deben firmar un acuerdo de prestación de servicios de transferencia.

Las entidades de crédito deben proporcionar formación a su personal para cumplir con sus funciones en la agencia de seguros. El operador de banca seguros está sujeto a regulaciones específicas al realizar actividades de agencia de seguros, ya sea como operador exclusivo o como entidad bancaria afiliada. La inscripción en el registro administrativo especial también implica cumplir con requisitos legales específicos.

Las aseguradoras que han brindado servicio en los ramos Asistencia Médica y accidentes Personales en los últimos cinco años:

**INCIDENCIA DE LOS COSTOS DE SINIESTROS EN LA RENTABILIDAD DE LAS COMPAÑÍAS ASEGURADORAS EN ECUADOR**

Ramo Asistencia Médica

*Tabla 2: Ramo Asistencia Médica*

	<b>Operadores Mercado de Seguros (Ramo Asistencia Médica)</b>
1	BMI
2	BUPA ECUADOR S.A. COMPAÑÍA DE SEGUROS
3	GENERALI
4	LA UNIÓN
5	LIBERTY SEGUROS S.A.
6	PAN AMERICAN LIFE DE ECUADOR COMPAÑÍA DE SEGUROS S.A.
7	SEGUROS SUCRE S.A. EN LIQUIDACIÓN
8	SWEADEN COMPAÑÍA DE SEGUROS S.A.
9	UNIDOS

En la Tabla 2 muestra los principales operadores del mercado de seguros en el ramo de asistencia médica. Este sector se dedica a proporcionar servicios de atención médica, quirúrgica, farmacéutica, hospitalaria y de rehabilitación durante la enfermedad. Estos servicios son ofrecidos principalmente en instituciones de Seguridad Social, garantizando así la cobertura integral de las necesidades de salud de los asegurados.

Ramo Accidentes Personales

*Tabla 3: Ramo accidentes Personales*

	<b>Operadores Mercado de Seguros (Ramo Accidentes Personales)</b>
1	AIG METROPOLITANA
2	ASEGURADORA DEL SUR
3	BMI
4	CHUBB SEGUROS ECUADOR S.A.
5	COLON
6	COLVIDA
7	CONDOR
8	CONSTITUCION C.A. COMPAÑIA DE SEGUROS
9	ECUATORIANO SUIZA
10	EQUINOCCIAL
11	EQUIVIDA COMPAÑIA DE SEGUROS S.A.
12	GENERALI
13	HISPANA DE SEGUROS Y REASEGUROS S.A.
14	INTEROCEANICA C.A. DE SEGUROS.
15	LA UNIÓN
16	LATINA SEGUROS C.A.
17	LIBERTY SEGUROS S.A.
18	MAPFRE ECUADOR COMPAÑÍA DE SEGUROS S.A.

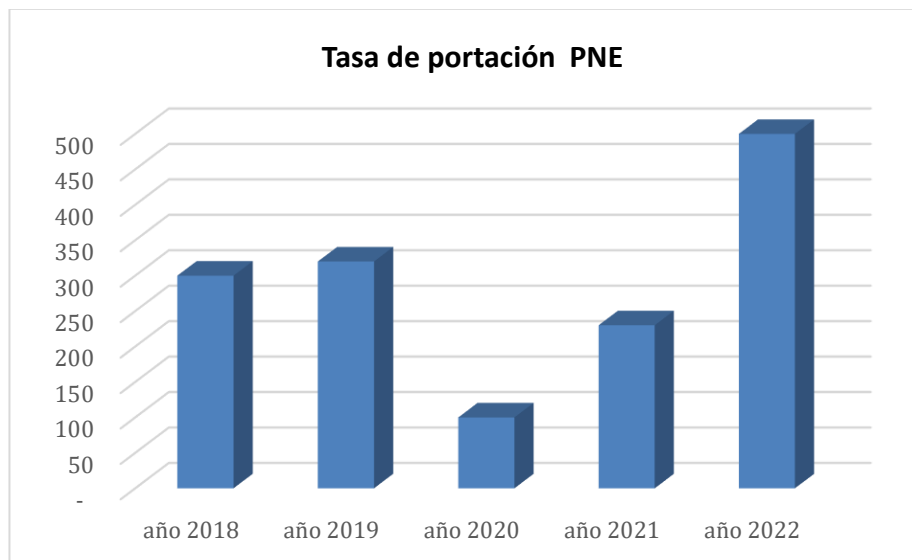
**INCIDENCIA DE LOS COSTOS DE SINIESTROS EN LA RENTABILIDAD DE LAS COMPAÑÍAS ASEGURADORAS EN ECUADOR**

19	ORIENTE SEGUROS S.A.
20	PAN AMERICAN LIFE DE ECUADOR COMPAÑIA DE SEGUROS S.A.
21	PICHINCHA
22	SEGUROS ALIANZA S.A.
23	SEGUROS SUCRE S.A. EN LIQUIDACIÓN
24	SWEADEN COMPAÑIA DE SEGUROS S.A.
25	UNIDOS
26	VAZSEGUROS S.A. COMPAÑIA DE SEGUROS
27	ZURICH SEGUROS ECUADOR S.A.

En la Tabla 3 se presenta los principales operadores del mercado de seguros en el ramo de Accidentes Personales. Este tipo de seguros cubre eventos inesperados que pueden resultar en lesiones, incapacidades o incluso la muerte del asegurado. Un accidente personal se define como un evento repentino e imprevisto que ocurre fuera del control del asegurado y que causa un daño físico o financiero.

Cada una de las compañías mencionadas ofrecen pólizas diseñadas para proporcionar protección financiera en caso de accidentes, asegurando que los individuos y sus familias este cubierto contra los costos médicos, perdidas de ingresos y otros gastos relacionados.

**Aportación de la Prima Neta Emitida**



**Figura 3:** Aportación PNE

*Fuente: (17)*

La Figura 3 muestra la importancia de la Prima Neta Emitida (PNE), es el indicador clave utilizado para medir las aportaciones de los operadores del mercado asegurador, es decir, la cantidad total de primas que las aseguradoras cobran a los asegurados a cambio de proporcionar cobertura contra los riesgos especificados en las pólizas de seguro (17).

Prima Neta Emitida tasa de Variación

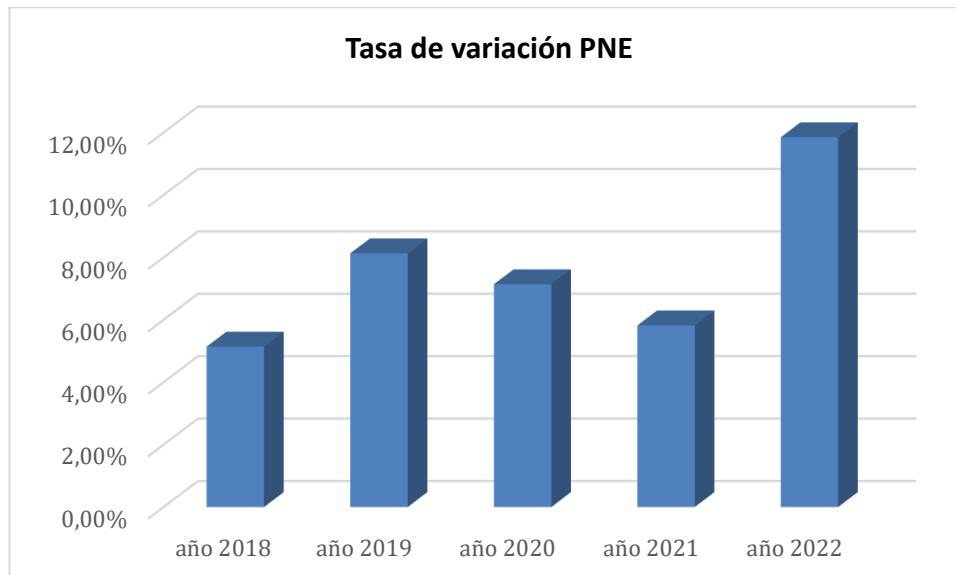


Figura 4: PNE tasa de variación

Fuente: (13)

Se observar en la Figura 4 una reducción significativa de la PNE en el 2020 en comparación con el año anterior, registrando un decremento del 7,14%. Esta variación negativa es relevante y posiblemente se deba a los efectos de la crisis sanitaria que afectó al mercado de seguros durante ese periodo. En situaciones de mayor riesgo de enfermedades, sería esperable una mayor demanda de pólizas de seguro, lo cual hace que esta disminución sea aún más intrigante (13).

BCE

Producto Interno Bruto

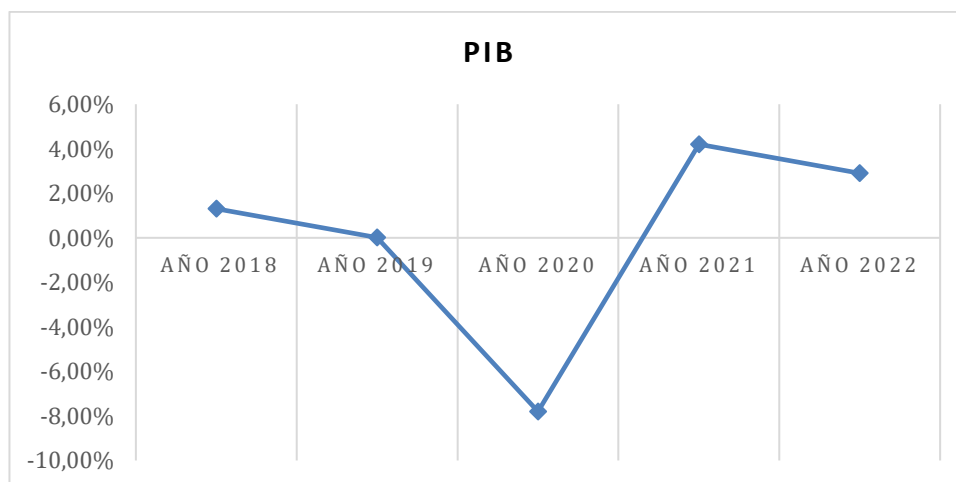


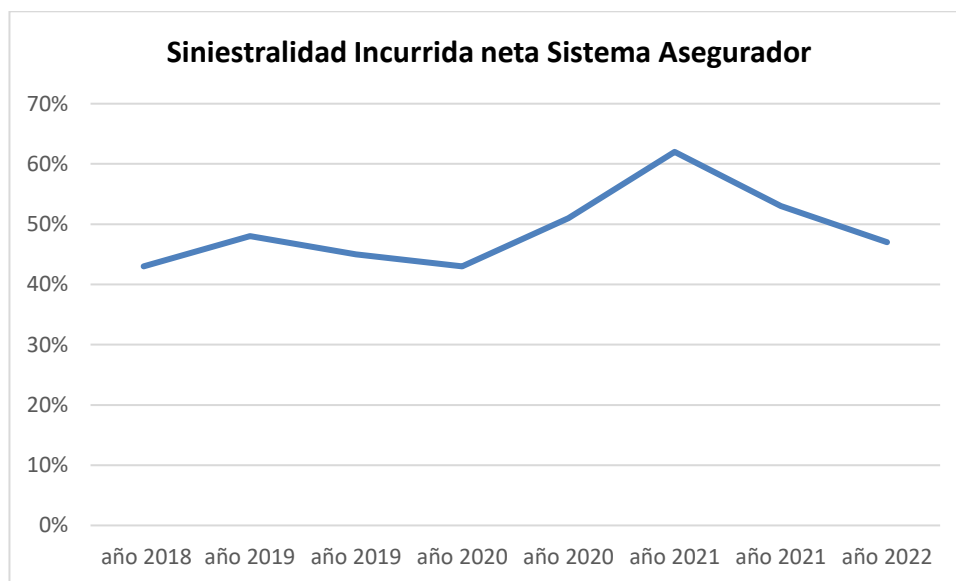
Figura 5: PIB

Fuente: (17)

En la Figura 5 muestra una recesión en el año 2020 en los mercados ecuatorianos, con un impacto específico en los sectores de seguros, especialmente en asistencia médica y accidentes personales. Este indicador nos permite visualizar la contribución de los seguros privados durante este periodo (17).

#### BANKWATCH RATINGS

Siniestralidad incurrida neta sistema asegurador



**Figura 6:** Siniestralidad

*Fuente:* (18)

En el Gráfico 6 se observa que tenemos un crecimiento de siniestralidad del 62 % en 2021 específicamente en diciembre, y una disminución del 45 % en junio de 2020, es decir, hubo un racionamiento de pólizas emitidas durante ese período (18).

A continuación, se presentan las aportaciones de cada aseguradora por ramo realizado a través de una encuesta que fue hecha en la ciudad de Quito con un total de 100 observaciones se utilizando formularios de Google Forms. Para analizar cómo estos aspectos socioeconómicos se vinculan con la elección de una empresa aseguradora al adquirir pólizas de Asistencia Médica y Accidentes Personales.

Prima neta emitida asistencia médica

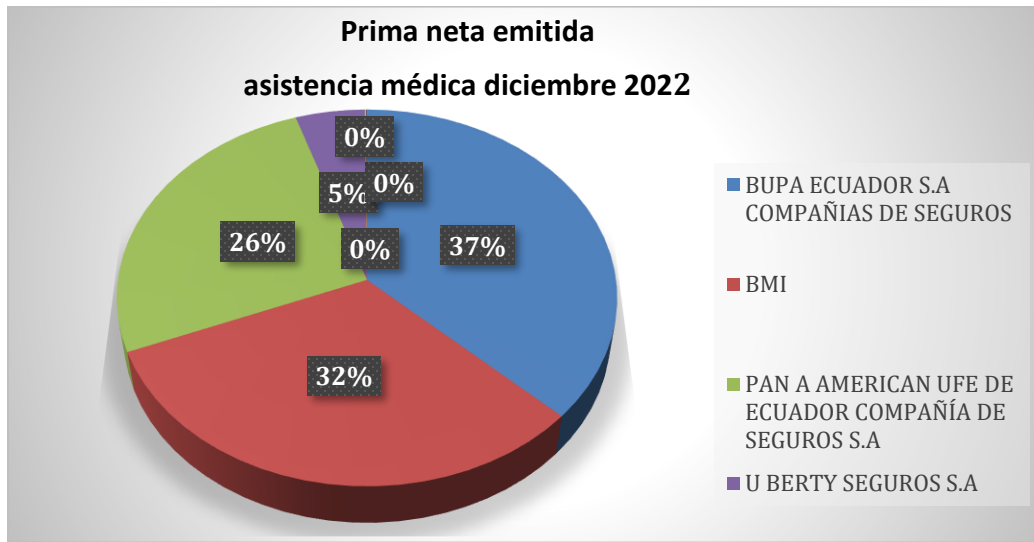


Figura 7: Prima neta emitida accidentes médica

Fuente: Elaboración Propia

La Figura 7 muestra los seguros relacionados con la asistencia médica. Se observa que Bupa Ecuador S.A lidera con un porcentaje del 37%, seguido de BMI, una asegura reconocida dentro del país, de igual manera cuenta con un respaldo de 32%. Pan American Life también muestra una participación significativa, con porcentaje del 26%.

Prima neta emitida Accidentes Personales

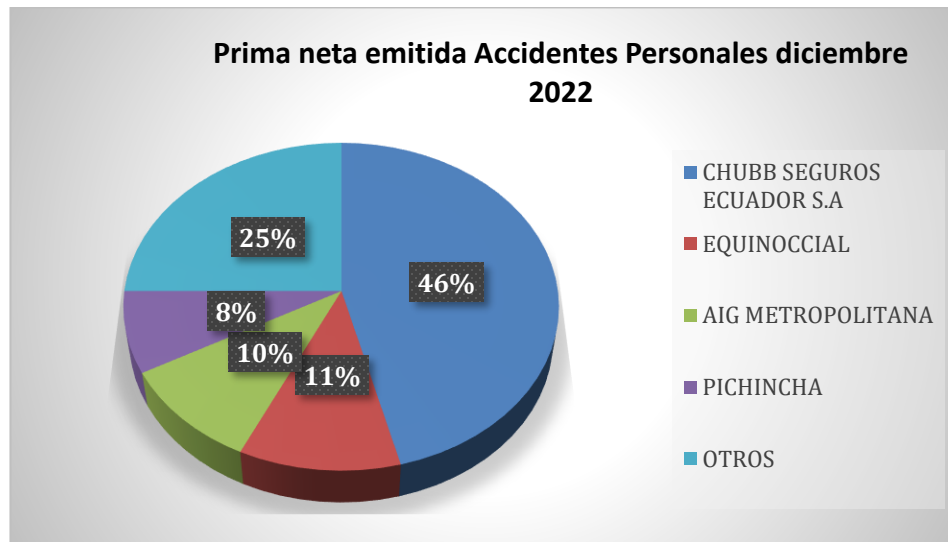


Figura 8: PNE Accidentes Personales

Fuente: Elaboración Propia



En esta Figura 8 se presentan los seguros relacionados con accidentes personales. Observamos que Chubb seguros lidera con un 46%, seguido por Seguros Equinoccial con un 11%, le sigue con un 10% en seguro AIG metropolitana, y un 8% en lo que es seguros Banco Pichincha, y por último vemos un porcentaje de 25% lo que significa que utilizan a otras aseguradas no especificadas.

Por lo tanto, esta investigación pretende abordar la complejidad de los cambios ocurridos en la dinámica competitiva, las estrategias comerciales y los patrones de consumo en el sector asegurado ecuatoriano, específicamente en los ramos mencionados, teniendo en cuenta el posible impacto de la crisis sanitaria.

DISCUSIÓN: La incidencia de los costos de siniestros en los mercados de Ecuador representa un desafío significativo para las compañías aseguradoras. Esta investigación nos proporcionó una comprensión más amplia de las tendencias y factores críticos que se ve reflejado en la estabilidad y rentabilidad del sector y asegurador en el país.

Según (19), el análisis de los datos muestra un aumento en la frecuencia de los accidentes en los últimos años. El crecimiento se debe a varios factores, como el aumento del número de asegurados, el crecimiento económico que dio lugar al incremento de los activos asegurables y el aumento en la conciencia pública y la disponibilidad de seguros. Por otro lado (20) manifiesta que la gravedad de los desastres también ha aumentado, especialmente con eventos catastróficos como terremotos e inundaciones, comunes en Ecuador por su ubicación geográfica.

Según (21), los altos costos de compensación afectan la rentabilidad de las compañías de seguros. Aquellas empresas que carecen de una estrategia sólida de gestión riesgos experimentan mayores pérdidas. Las compañías de seguros que han invertido en tecnologías de análisis de datos y modelos predictivos para anticipar y gestionar el riesgo, lo cual ha demostrado una mejor capacidad para mantener la rentabilidad a pesar de los eventos adversos (22).

(23) destaca que las estrategias de gestión de riesgos se enfocan en diversificar carteras de seguros y reaseguros, junto con políticas de prevención de pérdidas para reducir la exposición a eventos. El reaseguro es clave para transferir riesgos y mantener estabilidad financiera. A demás (24) manifiesta que las políticas preventivas, como campañas de seguridad y mejoras en infraestructura, son efectivas para reducir accidentes. Protegen a los asegurados y contribuyen a la sostenibilidad del mercado de seguros.

## CONCLUSIONES

La gestión de riesgos es esencial para garantizar la rentabilidad y estabilidad de la industria aseguradora. A medida que se enfrentan desafíos constantes en la evaluación de riesgos, especialmente entre diversos grupos demográficos, como los asegurados de mayor edad, se vuelve crucial ajustar las primas y las políticas de cobertura. Estos ajustes buscan no solo reflejar con precisión los riesgos asociados, sino también mantener un servicio sostenible y equitativo. La frecuencia y gravedad de los siniestros varían de acuerdo con factores como edad y la salud,

resaltando la importancia de una evaluación continua y precisa de los riesgos. Este enfoque no solo protege el interés financiero de las aseguradoras, si no que toma confianza y seguridad con los clientes, asegurando cumplir con las necesidades en tiempos de crisis.

La inversión en tecnología avanzada y la capacitación continua del personal es fundamenta para garantizar la eficiencia del sector asegurador. El adoptar tecnologías innovadoras, como el análisis de datos avanzados y la inteligencia artificial, permite una evaluación más precisa y dinámica de los riesgos emergentes, además esto no solo facilitaría la toma de decisiones informadas, sino que también mejoraría la capacidad de respuesta antes cambios en el entorno asegurador. También la capacitación continua del personal es importante pues el implementar y adaptar estas tecnologías contara con un equipo bien preparado, que no solo puede implementar políticas de prevención mas efectiva, si no también mantener estándares éticos y de servicio al cliente en todo momento, fortaleciendo la competitividad de las asegurados.

La colaboración entre aseguradoras, gobierno y sociedad civil es importante para fortalecer la resiliencia del sector asegurador frente a riesgos mas complejos e integrales, gestionar los riesgos de manera proactiva y promover políticas de prevención efectiva permite crear un entorno mas estable y seguro con el cliente. Además, el tener una estrecha coordinación entre los sectores públicos y privados facilitara la implementación de regulaciones más fuertes y adecuadas a las necesidades actuales, además el fomentar la innovación en productos y servicios de seguros que aborden desafíos como al cambio climático y la ciberseguridad. El involucrar a la sociedad civil en estas iniciativas no solo aumenta la conciencia sobre la importancia de la gestión de riesgos, sino que también promueve una cultura de prevención y responsabilidad por ambas partes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cevallos Villacis A. ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DEL MERCADO DE SEGUROS DE GUAYAQUIL Y SU INCIDENCIA EN LA ECONOMÍA PERIODO 2006-2012. [Online].; 2014 [cited 2024 Junio 13. Available from: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/1446>.
2. Saltos. [Online].; 2016 [cited 2024 Junio 1. Available from: [https://revistagestion.ec/sites/default/files/import/legacy\\_pdfs/255\\_002.pdf](https://revistagestion.ec/sites/default/files/import/legacy_pdfs/255_002.pdf).
3. Olivieri , Pitacco E. Stochastic Mortality: The Impact on Target Capital. [Online].; 2013 [cited 2024 Junio 14. Available from: <https://www.cambridge.org/core/journals/astin-bulletin-journal-of-the-iaa/article/abs/stochastic-mortality-the-impact-on-target-capital/6C4F47D7D72D2ED9A5CEAC2D551B0BBA>.
4. Valderrama. Análisis de la Organización Industrial. [Online].; 2018 [cited 2024 Junio 13. Available from: <http://www.cucea.udg.mx/es/consultaprogramasdeasignatura>.
5. Coloma G. Apuntes de organización industrial. [Online].; 2002 [cited 2024 Junio 12. Available from: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/84251/1/354214772.pdf>.
6. Bernal Duque. La Importancia de la Organización Industrial en un Mundo Globalizado. [Online].; 2023 [cited 2024 Junio 13. Available from: <https://www.autonoma.edu.co/blog/noticias/la-importancia-de-la-organizacion-industrial-en-un-mundo-globalizado>.

7. Hernández Solís M, Lozano Colomer C, Vilar Zanón JL. La prima de riesgo recargada en un seguro de rentas: tarificación mediante el uso de una medida de riesgo coherente. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*. 2013 Junio; 15(151-167).
8. Tirole , Fudenberg. Chapter 5 Noncooperative game theory for industrial organization: An introduction and overview. *Handbook of Industrial Organization*. 1989; 1(259-327).
9. Mochón F. *Economía, Teoría y Política*. Sexta edición ed. Sánchez C, editor. España; 2009.
10. Agostini J. MONOPOLIO Y OLIGOPOLIO: CAUSA DE LAS EMPRESAS CERRADA EN VENEZUELA. ESTUDIO DE UN CASO EN EL ESTADO ZULIA. GRUPO SIDERPRO. *Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales*. 2011; 18(46-73).
11. Romero M. El monopolio. [Online].; 2018 [cited 2024 Junio 14. Available from: [https://www2.ulpgc.es/hege/almacen/download/38/38657/el\\_monopolio.pdf](https://www2.ulpgc.es/hege/almacen/download/38/38657/el_monopolio.pdf).
12. González González C. LA MODELIZACIÓN DE LA CONDUCTA EMPRESARIAL A PARTIR DE LA TEORÍA DE JUEGOS.. [Online].; 2016 [cited 2024 Junio 14. Available from: [https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/5534/71457634S\\_GADE\\_JULIO16.PDF.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/5534/71457634S_GADE_JULIO16.PDF.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
13. Superintendencia de seguros y compañías. Modelo de Cournot. [Online].; 2023 [cited 2024 Junio 14. Available from: <https://www.supercias.gob.ec/portalscv/index.htm>.
14. Machado M. Competencia en cantidades modelo de Cournot. [Online].; 2018 [cited 2024 Junio 14. Available from: [https://www.eco.uc3m.es/~mmachado/Teaching/Industrial2007\\_2008/3.2.CompetenciaencantidadesmodelodeCournot.pdf](https://www.eco.uc3m.es/~mmachado/Teaching/Industrial2007_2008/3.2.CompetenciaencantidadesmodelodeCournot.pdf).
15. Fernández Baca. Organización Industrial. [Online].; 2006 [cited 2024 Junio 14. Available from: <https://econpapers.repec.org/bookchap/paibookup/06-03.htm>.
16. Vela Meléndez L. MODELOS DE OLIGOPOLIO. [Online].; 2012 [cited 2024 Junio 14. Available from: <https://web.ua.es/es/giecryal/documentos/modelos-oligopolio.pdf>.
17. Banco Central del Ecuador. Aportación PNE. [Online].; 2023 [cited 2024 Junio 14. Available from: <https://www.bce.fin.ec/informacioneconomica>.
18. BankWatch Ratings. Calificadora de riesgos. [Online].; 2022 [cited 2024 Junio 15. Available from: <https://www.bwratings.com/>.
19. Cevallos Villacis E. ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DEL MERCADO DE SEGUROS DE GUAYAQUIL Y SU INCIDENCIA EN LA ECONOMÍA PERIODO 2006-2012. [Online].; 2014 [cited 2024 Junio 15. Available from: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/1446/1/T-UCSG-PRE-ECO-CECO-5.pdf>.
20. Washington DC. Desastres, Planificación y Desarrollo: Manejo de Amenazas Naturales para Reducir los Daños. [Online].; 1991 [cited 2024 Junio 15. Available from: <https://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea57s/oea57s.pdf>.
21. IAIS. Principios básicos de los seguros y Marco común para la supervisión de los grupos aseguradores con actividad internacional. [Online].; 2019 [cited 2024 Junio 15. Available from: [https://www.iaisweb.org/uploads/2022/12/191115-IAIS-ICPs-and-ComFrame-adopted-in-November-2019\\_Espanol\\_-Final\\_rev.pdf](https://www.iaisweb.org/uploads/2022/12/191115-IAIS-ICPs-and-ComFrame-adopted-in-November-2019_Espanol_-Final_rev.pdf).
22. Gómez Monche F. El poder del Big Data: Estudio de las posibilidades de uso del Big Data en las aseguradoras. [Online].; 2020 [cited 2024 Junio 15. Available from: <https://repositorio.comillas.edu/rest/bitstreams/422011/retrieve>.
23. IAIS. Reaseguro y Estabilidad Financiera . [Online].; 2012 [cited 2024 Junio 16. Available

from: [https://www.iaisweb.org/uploads/2022/01/161207-Reinsurance-and-Financial-Stability-\\_Sp\\_Colombia.pdf](https://www.iaisweb.org/uploads/2022/01/161207-Reinsurance-and-Financial-Stability-_Sp_Colombia.pdf).

24. Secretaría de Gestión de Riesgos. Plan Nacional de Respuesta ante desastres. [Online].; 2018 [cited 2024 Junio 16. Available from: <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/08/Plan-Nacional-de-Respuesta-SGR-RespondeEC.pdf>.

# ANÁLISIS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD EN EL PROCESO DE FAENAMIENTO DE PORCINOS - CASO PRÁCTICO

## ANALYSIS OF THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM IN THE SWINE SLAUGHTERING PROCESS - PRACTICAL CASE

Jorge Patricio Freire Robalino<sup>1</sup>, Alexandra Marcela Duque Gómez<sup>2</sup>, Georgina Esther Carmilema Yungan<sup>3</sup>, Ivonne Mercedes Alcocer Villacis<sup>4</sup>  
{jorge.freire@epoch.edu.ec<sup>1</sup>, marcedugo@hotmail.com<sup>2</sup>, hadassalove@yahoo.es<sup>3</sup>, ivonnealco24@gmail.com<sup>4</sup>}

Fecha de recepción: 21 de mayo de 2024 / Fecha de aceptación: 20 de junio de 2024 / Fecha de publicación: 14 de julio de 2024

**RESUMEN:** El objetivo de la investigación fue diseñar un Sistema de Gestión de Calidad (SGC) aplicando la Norma ISO 9001:2015, para mejorar el proceso de faenamiento de porcinos en el Camal Municipal de Baños de Agua Santa; para ello se realizó un diagnóstico de situación inicial del camal, se evaluaron las instalaciones físicas por medio de un check list, para conocer los puntos a mejorar, arrojando resultados no por debajo del promedio, sin embargo, fue necesario realizar varias acciones para lograr procesos de mejora continua dentro del establecimiento. Abordando la Norma en el contexto de la organización, el cumplimiento fue del 67%; mientras que en el liderazgo y compromiso se obtuvo un 50%; finalmente en la planificación de la organización se obtuvo un total de 56%; lo que denota que, dentro de las acciones empresariales sobresale la organización corporativa. Los resultados mencionados fueron fundamentales para establecer los mecanismos de seguimiento, control y mejora de cada uno de los procesos, permitiendo la toma de decisiones en el desarrollo de la propuesta del diseño documental establecido, basado en la Norma ISO 9001:2015, logrando así estandarizar la línea de porcinos del Camal Municipal de Baños de Agua Santa. En el estudio se recomienda ejecutar un plan piloto para implementar de manera progresiva el diseño del modelo de Gestión de Calidad, con el objetivo de mejorar los procesos de faenamiento y de manera conjunta la calidad del producto para consumo de la localidad.

**Palabras clave:** Sistema de gestión de calidad, faenamiento, porcinos, norma ISO 9001, carne

**ABSTRACT:** The objective of the research was to design a Quality Management System (QMS) applying the ISO 9001:2015 Standard, to improve the pig slaughter process in the Baños de Agua Santa Municipal Camal; For this, a diagnosis of the initial situation of the farm was carried out,

<sup>1</sup>Instituto Superior Tecnológico Pelileo, <http://orcid.org/0000-0002-2970-0233>

<sup>2</sup>Investigadora independiente, <https://orcid.org/0000-0002-4716-4059>

<sup>3</sup>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, <https://orcid.org/0009-0002-3022-6775>

<sup>4</sup>Investigadora independiente, <https://orcid.org/0000-0002-9552-1540>

the physical facilities were evaluated through a check list, to know the points to improve, yielding results not below average, however, it was necessary to carry out several actions to achieve processes continuous improvement within the establishment. Addressing the Standard in the context of the organization, compliance was 67%; while in leadership and commitment 50% was obtained; Finally, in the organization's planning, a total of 56% was obtained; which denotes that, within business actions, corporate organization stands out. The aforementioned results were fundamental to establish the monitoring, control and improvement mechanisms of each of the processes, allowing decision-making in the development of the established documentary design proposal, based on the ISO 9001:2015 Standard, thus achieving standardization. the pig line of the Baños de Agua Santa Municipal Camal. The study recommends executing a pilot plan to progressively implement the design of the Quality Management model, with the objective of improving slaughter processes and jointly the quality of the product for local consumption.

*Keywords: Quality management system, slaughter, pigs, ISO 9001 standard, meat*

## INTRODUCCIÓN

La exigencia de carne porcina en Ecuador ha aumentado en los últimos años, lo que ha llevado a un incremento en la producción de ganado porcino. Sin embargo, es necesario mejorar la producción tradicional de los cerdos de traspatio y reemplazarla por una producción más eficiente y con una mejor nutrición de los animales. En el año 2019, se registraron 1.16 millones de cabezas de ganado porcino en Ecuador, lo que representa un aumento del 1.15% en comparación con el año 2016 (1).

El consumo per cápita de carne de cerdo en Ecuador se ha duplicado en los últimos años, pasando de 4.5 kilos por persona al año a 8.4 kilos. Esto se debe principalmente a la implementación de tecnología en los procesos de producción de carne. Sin embargo, según la Asociación de Porcicultores del Ecuador (2). La producción porcina en Ecuador disminuyó un 15% el año pasado.

El faenamiento de cerdos en lugares no autorizados es un problema en Ecuador debido a la sobreproducción y al contrabando de cerdos a través de las fronteras con Perú y Colombia. Esto ha llevado a la falta de control por parte de las autoridades y a la existencia de camales clandestinos. Los productores nacionales se ven obligados a competir con alimentos que no cumplen con los requisitos fitosanitarios adecuados (3).

En Ecuador, actualmente hay registradas 1737 granjas porcinas, pero aún existen más granjas sin censar en el territorio ecuatoriano.

El desarrollo de un Sistema de Gestión de Calidad basado en la norma ISO 9001:2015 se ha identificado como una necesidad para mejorar la producción y garantizar la calidad en las organizaciones (4). La ISO 9001 es un sistema de gestión de calidad reconocido

internacionalmente y cuenta con un millón de empresas en todo el mundo están certificadas bajo esta norma.

Es importante tener en cuenta que la calidad de un bien o servicio no se logra solo con la aplicación de las normas ISO 9001. La calidad se crea y se produce, y la implementación de un sistema de gestión de calidad basado en estas normas puede servir como guía, pero no garantiza la calidad por sí sola (5). Es necesario diseñar, documentar e implementar un sistema de gestión de calidad de manera adecuada para lograr la calidad deseada.

## MATERIALES Y MÉTODO

Para la realización del presente trabajo se utilizó los siguientes tipos de investigación:

**Investigación de Campo:** se realizó a través de visitas hechas a la institución, la observación fue directa con la finalidad de visualizar los procesos de faenamiento, las posturas que adopta el trabajador y el personal administrativo, la información se obtuvo por medio de entrevistas no estructuradas con preguntas abiertas a los trabajadores para recabar información con lo que respecta a las actividades específicas que realizan (6).

**Investigación Descriptiva:** Este tipo de investigación permitió establecer de manera directa la situación del camal y responsabilidades del personal y por ende de los procesos que se realizan en el camal municipal, no se limitó a recolectar datos sino más bien a exponer y resumir la información de manera cuidadosa (7)

**Investigación Documental:** Se recurrió a revistas científicas, internet y una gran cantidad de bibliografía sobre el tema de investigación con el propósito de recolectar información suficiente y competente que permitió establecer brechas para la praxis del Sistema de Gestión de Calidad (8).

### Métodos de investigación

**Método Inductivo-Deductivo:** Se evaluó la gestión del personal de acuerdo con las normas de control y reglamentos legales vigentes establecidos en la ley de mataderos con la finalidad de determinar áreas críticas para establecer medidas correctivas para su mejoramiento (9).

**Método Hipotético-Deductivo:** Se planteó realizar un proyecto de SGC que se basa en la norma ISO 9001:2015 según su última actualización de la familia ISO, para mejorar la línea de faenamiento en porcinos en el Camal Municipal de Baños de Agua Santa en forma ordenada y lógica a través de pasos esenciales con el fin de conseguir resultados positivos (10).

Alcance de la Investigación se realizó con el diseño de un SGC, aplicando la Norma ISO 9001:2015 para mejorar el proceso de faenamiento de porcinos en el Camal Municipal de Baños de Agua

Santa se basó en la mejora continua del proceso de faenamiento de porcinos con el fin de obtener un producto de calidad para el consumo local.

#### Población de estudio

La población de estudio estuvo comprendida por el personal administrativo, técnicos y operarios que laboran en la línea de faenamiento de porcinos en el Camal Municipal del cantón Baños.

*Tabla 1: Personal del Camal Municipal del cantón Baños*

<b>Administrativo</b>	2
<b>Técnicos</b>	1
<b>Operarios</b>	3
<b>Total</b>	7

*Fuente: Elaboración propia*

En la Tabla 2 se describen todas las actividades que el Camal Municipal de Baños de Agua Santa realiza en la línea de faenamiento de porcinos de acuerdo con lo establecido en la ley de mataderos específicamente en el proceso de faenamiento.

*Tabla 2: Descripción de Actividades*

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Recepción	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recepción del animal a ser faenado.</li> <li>- Revisión de la guía emitida por ministerio de agricultura y ganadería.</li> <li>- Reposo del animal.</li> <li>- Arrear de acuerdo con el orden de llegada.</li> <li>- Evitar el apretujamiento de los animales.</li> </ul>
Aturdimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abrir la puerta de ingreso a la celda de aturdimiento.</li> <li>- Colocar el voltaje necesario de acuerdo con el peso del animal.</li> <li>- Mantener los equipos con los registros de mantenimiento actualizados.</li> </ul>
Izado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Iniciar la operación de izado adecuadamente.</li> <li>- Colocar correctamente los ganchos con la articulación de la pata.</li> <li>- Degüelle del animal y desangrado.</li> </ul>



Chaspado	- Chaspado del animal.
Eviscerado	- Extraer de manera cuidadosa todas las vísceras con un movimiento hacia debajo de manera que caigan todos los órganos a un recipiente. - No retirar ni eliminar ningún registro que de señas de anomalías en el animal faenado.
Lavado y sanitización del animal	- Lavado del animal completo. - Secado del animal con limpiones limpios.
Análisis	- Lavado de vísceras con abundante agua - Toma de muestras para análisis solo de ciertos animales faenados. - Clasificación de animales para liberación del producto.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los resultados se presentaron los datos correspondientes el diagnóstico del estado actual del camal del cantón Baños según la Norma ISO 9001:2015.

Para una mejor comprensión de los resultados se desarrolló el check list y se procedió a realizar un resumen acorde a la estructura de cada uno de los componentes que conforman la ISO 9001:2015, de los cuales se obtuvieron los siguientes datos.

De acuerdo con el apartado de la norma es necesario realizar una reorganización en el personal para que este se sienta comprometido con la organización de esta manera asegurar que los procedimientos en cada una de las operaciones sean inocuos en áreas de producción y se cumplan con las necesidades y expectativas de los usuarios.

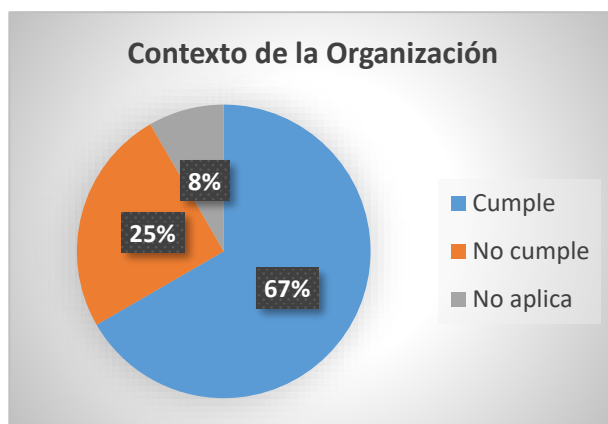


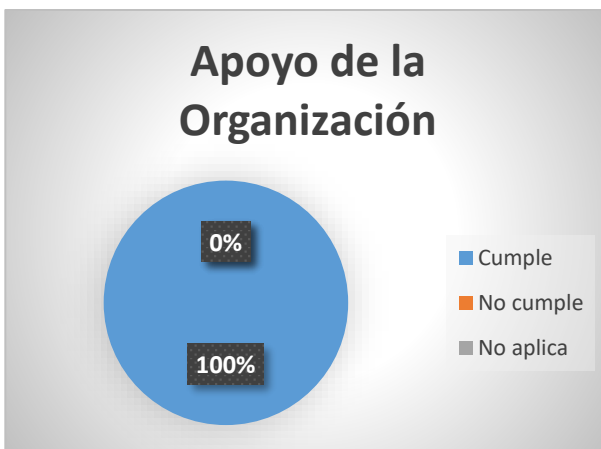
Gráfico 1: Contexto de la Organización

De acuerdo con los resultados del apartado de Contexto de la Organización, el Camal Municipal de Baños de Agua Santa cumple sus criterios en un 67%, no los cumple en un 25% y refleja un 8% en falta de aplicación de los estatutos de la Norma ISO 9001:2015.



*Gráfico 2: Liderazgo y Compromiso*

Mediante los resultados del apartado de Liderazgo y Compromiso, el Camal Municipal de Baños de Agua Santa cumple sus criterios en un 50%, los incumple en un 50%, en este apartado no cuenta con criterios que apliquen estatutos de la Norma ISO 9001:2015.



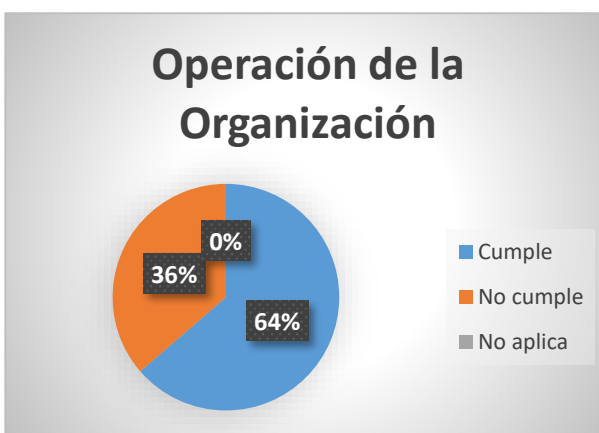
*Gráfico 3: Apoyo de la Organización*

Los resultados del apartado de Apoyo de la Organización reflejan que el Camal Municipal de Baños de Agua Santa cumple sus criterios satisfactoriamente en un 100%, siendo la única consigna permanente la de la mejora continua.



*Gráfico 4: Planificación de la Organización*

Los resultados del apartado de Planificación de la Organización, el Camal Municipal de Baños de Agua Santa cumple sus criterios en un 56%, por otra parte, los cumple en un 44% y refleja la nulidad de aplicación de parámetros de planificación de acuerdo con la Norma ISO 9001:2015.



*Gráfico 5: Operación de la Organización*

Obteniendo los resultados del apartado de Operación de la Organización, el Camal Municipal de Baños de Agua Santa cumple sus parámetros en un 64%, los incumple en un 36% y a su vez toma en cuenta todos los requisitos de este apartado perteneciente a la Norma ISO 9001:2015.

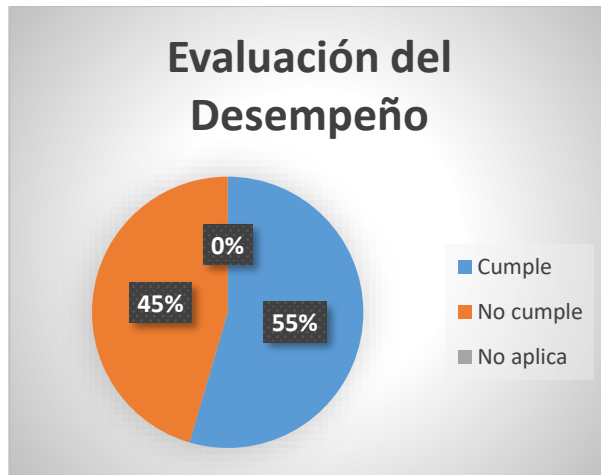


Gráfico 6: Evaluación del Desempeño

A través de los resultados del apartado Evaluación del Desempeño, el Camal Municipal de Baños de Agua Santa cumple sus criterios en un 55%, no los cumple en un 45%, finalmente toma en cuenta todos los requisitos de este apartado perteneciente a la Norma ISO 9001:2015.

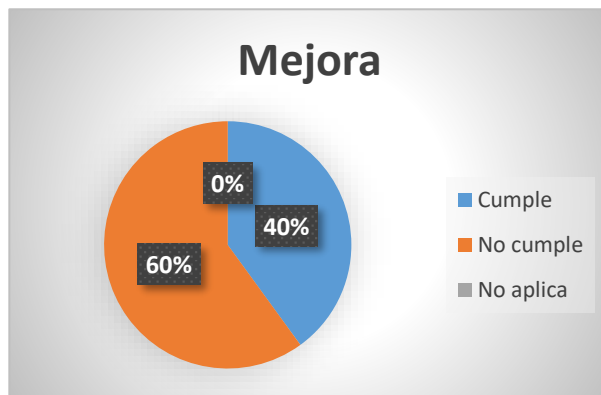


Gráfico 7: Mejora

Del apartado de Mejora, el Camal Municipal de Baños de Agua Santa cumple sus criterios en un 40%, no los cumple en un 60% y toma en cuenta todos los requisitos de este apartado perteneciente a la Norma ISO 9001:2015, por tanto, el apartado de mejora es en el que mayor énfasis se debe aplicar en este estudio.

Para realizar la matriz de riesgos inicialmente se estableció el nivel de confianza y se procedió con el cálculo del factor de nivel de riesgo. Obteniendo los siguientes resultados:

#### Contexto de la Organización

- Nivel de Confianza= 75% (Moderado)

- Nivel de Riesgo= 25% (Moderado)

#### Liderazgo y Compromiso

- Nivel de Confianza= 50% (Bajo)
- Nivel de Riesgo= 50% (Alto)

#### Apoyo de la Organización

- Nivel de Confianza= 100% (Alto)
- Nivel de Riesgo= 0% (Bajo)

#### Planificación y Organización

- Nivel de Confianza= 56% (Moderado)
- Nivel de Riesgo= 44% (Moderado)

#### Operación de la Organización

- Nivel de Confianza= 64% (Moderado)
- Nivel de Riesgo= 36% (Moderado)

#### Evaluación del Desempeño

- Nivel de Confianza= 55% (Moderado)
- Nivel de Riesgo= 45% (Moderado)

#### Mejora

- Nivel de Confianza= 40% (Bajo)
- Nivel de Riesgo= 60% (Alto)

#### PROPUESTA

Al haber realizado el diagnóstico del Camal Municipal del Cantón Baños y analizados los datos se procedió a realizar un manual de procesos con el objetivo de estandarizar la línea de faenamiento de porcinos basado en las Normas ISO 9001:2015, así como la ley de mataderos vigente en el país generando de esta forma el cumplimiento de la calidad en los productos y servicios ofrecidos.

#### MANUAL DE CALIDAD LÍNEA DE FAENAMIENTO DE PORCINOS

#### OBJETIVO

Establecer las condiciones, medidas y procedimientos sobre el Sistema de Gestión de Calidad que deberá cumplirse por el Camal Municipal Baños de Agua Santa en el proceso de sacrificio y

faenado de ganado porcino, cuyo fin es garantizar un producto de calidad e inocuo para los usuarios y consumidores de los productos expedidos por parte de la empresa municipal.

#### ALCANCE

La aplicación del SGC está enfocado principalmente al apartado 8 de la norma y a los demás departamentos propias del proceso de sacrificio y faenado de ganado porcino del CAMAL MUNICIPAL Baños de Agua Santa, incluyendo equipos, utensilios, superficies, ambientes, operarios; y por ende va dirigido a cumplir con lo establecido en la Normativa Técnica Sanitaria para Alimentos Procesados, Resolución 67, No. ARCSA-DE-067-2015- GGG.

#### RESPONSABILIDADES

Dar cumplimiento a las instrucciones y disposiciones legales y técnicas que se reciban de los organismos de control, tales como Ministerio de Salud, Ministerio del Ambiente, Agrocalidad, y del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Baños de Agua Santa.

Dar cumplimiento, en conjunto con la Jefatura de Medio Ambiente, a la Declaratoria Ambiental aprobada por la Autoridad Municipal.

Laborar y programar el plan de mantenimiento, y supervisar el mismo.

Controlar que los empleados y trabajadores que laboren en el Camal cumplan con sus deberes y obligaciones.

Conferir los turnos para la matanza y faenamamiento de los animales.

Cuidar que las instalaciones del Camal Municipal funcionen normalmente, y solicitar la inmediata reparación cuando existan desperfectos o daños.

Exigir e instruir al personal sobre el uso obligatorio de los uniformes de trabajo y sobre el sistema técnico de la manipulación de las carnes que aseguren una total limpieza y sanidad.

Llevar el registro de todo el ganado introducido y faenado en el Camal Municipal, e informar mensualmente a AGROCALIDAD y a instancias y órganos del ramo, presentando la documentación pertinente.

Otras actividades que se disponga por parte del jefe inmediato o la autoridad nominadora.

#### MISIÓN

El Camal Municipal del cantón Baños de Agua Santa, tiene como misión velar por la salud de la población aplicando la mejora continua implementando tecnología de punta que ayude a obtener materia prima de calidad al final del proceso con la finalidad de entregar el producto de calidad a sus consumidores.

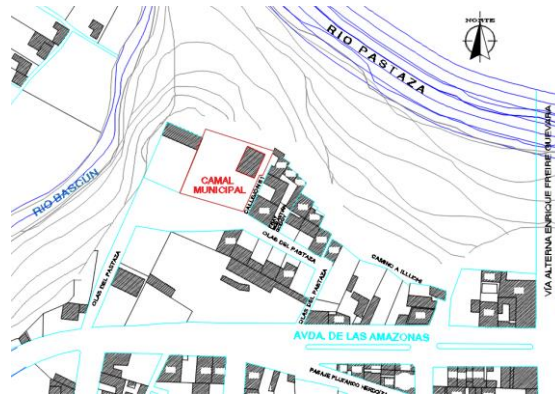
#### VISIÓN

El Camal Municipal del cantón Baños de Agua Santa, tiene como visión lograr políticas de protección de la salud pública y del medio ambiente, siendo una unidad productora de carne de calidad con un alto contenido nutricional para sus consumidores.

## ORGANIZACIÓN

El Camal Municipal del Cantón Baños de Agua Santa se dedica al sacrificio y desposte de animales de granja.

Dirección	Barrio San Francisco
Teléfonos	03 2740 421 – 03 2740 458
Página web	<a href="http://municipiobanos.gob.ec/">municipiobanos.gob.ec/</a>
E- Mail	<a href="mailto:info@municipiobanos.gob.ec">info@municipiobanos.gob.ec</a>



**Ilustración 1:** Ubicación del Camal

## OBJETIVOS DEL MANUAL

El objetivo del manual de estandarización propuesto para el Camal Municipal de Baños de Agua Santa tiene como finalidad mejorar los sistemas de Gestión y Procesos aplicando la Norma ISO 9001:2015, así como lo establecido en la ley de mataderos vigente en el país logrando de esta manera optimizar cada uno de los procesos:

Cumplir con cada uno de los objetivos de calidad con la finalidad de mejorar los servicios y productos ofrecidos

Cumplir con los requisitos establecidos en la Norma ISO 9001:2015 para mejorar los procesos.

Cumplir con lo establecido en la ley de mataderos vigente en el país.

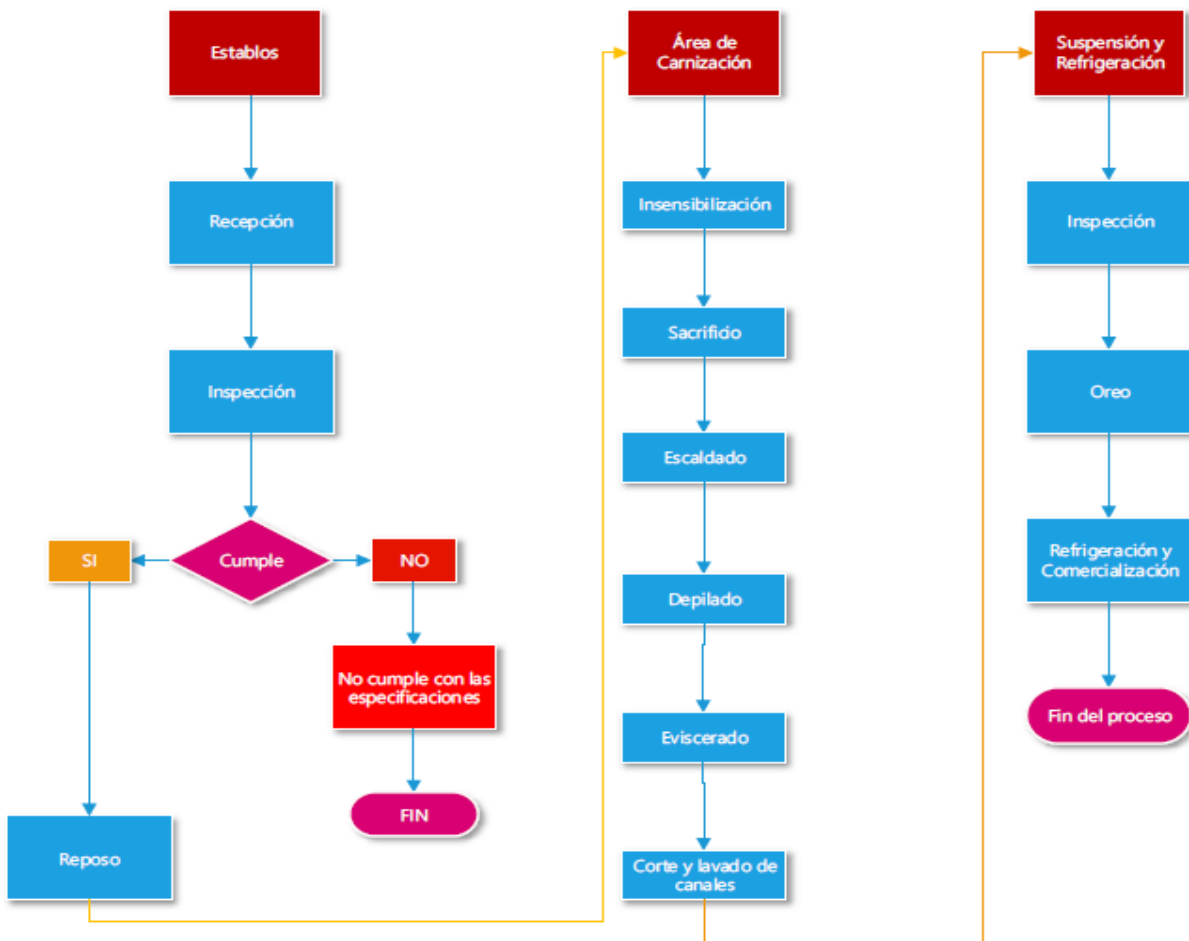
Lograr la mejora continua en el camal logrando incorporar acciones correctivas con el fin de satisfacer de manera adecuada las necesidades de los clientes.

Satisfacer cada una de las necesidades y expectativas de los clientes del camal

Cumplir con lo que establece las normativas vigentes en el país

Controlar la materia prima y los procesos a fin de garantizar la calidad del producto final.

La implementación del presente manual ayudará como una base de datos técnica para cada uno de los procedimientos que se realizan en el camal. Por lo cual será necesario e indispensable que la administración comparta y comunique el manual con el objetivo de garantizar la calidad en todos los servicios y productos que ofrece el camal demostrando de esta manera el Compromiso con los clientes.



*Ilustración 2: Diagrama de flujo del manual de calidad línea de faenamiento de porcinos*

*Tabla 3: manual de calidad línea de faenamiento de porcinos-propuesta.*

<b>LEY DE MATADEROS Y NORMA INEN 1218</b>	<b>CÓDIGO:</b>	01PB
<b>PROCESO:</b>	LÍNEA DE FAENAMIENTO DE PORCINOS	
<b>ACTIVIDAD:</b>	RECEPCIÓN	



**ANÁLISIS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD EN EL PROCESO DE FAENAMIENTO DE PORCINOS - CASO PRÁCTICO**

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES					
#	ACTIVIDAD	ENTIDAD	DESCRIPCIÓN	EQUIPO / MAQUINARIA	RESPONSABLE
1	INGRESO ANIMALES DE	RECEPCIÓN	Los animales para ingresar al camal serán identificados, registrados con la correspondiente certificación sanitaria oficial	CORRALES	OPERARIO
2	INSPECCIÓN	RECEPCIÓN	Los animales para faenarse serán sometidos a la inspección ante y post-mortem por el servicio veterinario del establecimiento	VASCULA	VETERINARIO
3	REPOSO	RECEPCIÓN	Los animales que ingresen a los camales deberán ser faenados, luego de cumplir el descanso mínimo de 2 a 4 horas en el caso de los porcinos	N/A	OPERARIO
4	PESAJE	FAENAMIENTO	Pesaje del animal en pie	BALANZA	OPERARIO
5	DUCHA O LAVADO	FAENAMIENTO	Ducha o lavado del animal a fin de que éste ingrese a la matanza en condiciones higiénicas	DUCHAS	OPERARIO
6	INSENSIBILIZACIÓN O ATURDIMIENTO	FAENAMIENTO	Se aplicará un procedimiento de insensibilización o aturdimiento apropiado	CORRAL Y CHOQUE ELECTRICO	OPERARIO
7	DESANGRE	FAENAMIENTO	El tiempo de desangre se debe cumplir con la finalidad que el producto final no sufra alteraciones.	TANQUE CON REJA	OPERARIO
8	DESANGRE	FAENAMIENTO	El desangre debe ser en los posible lo más completo, para lo cual el animal debe ser suspendido	TANQUE CON REJA	OPERARIO
9	ESCALDADO	FAENAMIENTO	Colocación del animal sacrificado en un tanque de agua caliente	TANQUE Y CALENTADOR	OPERARIO
10	DEPILADO	FAENAMIENTO	Retiro del pelaje del animal	TAMBOR DE CUCHILLAS	OPERARIO

**ANÁLISIS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD EN EL PROCESO DE FAENAMIENTO DE PORCINOS - CASO PRÁCTICO**

11	EVICERADO	FAENAMIENTO	Apertura del animal y retiro de vísceras	CUCHILLOS, SIERRA	OPERARIO
12	CORTE Y LAVADO DE CANALES	FAENAMIENTO	Corte en media o cuarto de canal y lavado	CUCHILLOS, SIERRA Y MANGUERA	OPERARIO
13	INSPECCIÓN	FAENAMIENTO	Inspección sanitaria post mortem	N/A	VETERINARIO
14	OREO	REFRIGERACIÓN	Reposo para inicio del rigor mortis	N/A	OPERARIO
15	REFRIGERACIÓN Y EXPENDIO	REFRIGERACIÓN	Refrigeración de canales para proceso de rigor mortis	CUARTO FRÍO	OPERARIO

## DISCUSIÓN

El análisis del sistema de gestión de calidad (SGC) en el proceso de faenamiento de porcinos es fundamental para asegurar la seguridad alimentaria y la eficiencia operativa en la industria cárnica. Diversos estudios han abordado la implementación de SGC en este sector, destacando su impacto en la reducción de riesgos y mejora de la calidad del producto final.

Es importante señalar que el sistema HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) ha sido ampliamente adoptado en la industria de faenamiento de porcinos. La implementación del HACCP permite identificar y controlar los peligros potenciales en cada etapa del proceso, desde la recepción de los animales hasta la distribución de los productos cárnicos. Este enfoque preventivo ha demostrado ser efectivo en la minimización de riesgos microbiológicos, como la presencia de *Salmonella* y *Escherichia coli*, dos patógenos comunes en la carne de cerdo (11).

Por otro lado, la certificación de normas internacionales, como 9001:2015, también juega un papel crucial en la mejora de los SGC en el faenamiento de porcinos. Proporciona un marco estructurado para la gestión de la seguridad alimentaria, incluyendo la trazabilidad y la comunicación a lo largo de la cadena de suministro. Esta norma integra los principios del HACCP con los elementos de un sistema de gestión de calidad, promoviendo una cultura de mejora continua (12).

La automatización y la digitalización de los procesos también han sido identificadas como estrategias clave para mejorar la eficiencia y la trazabilidad en el faenamiento de porcinos. De acuerdo con varios autores, la incorporación de tecnologías avanzadas, como el uso de sensores y sistemas de monitoreo en tiempo real, permite una supervisión más precisa y rápida respuesta ante desviaciones en los parámetros críticos. Además, el análisis de big data puede proporcionar datos valiosos para la optimización de los procesos y la toma de decisiones informadas (13).

Sin embargo, la implementación de estos sistemas no está exenta de desafíos. Un estudio resalta que la resistencia al cambio y la falta de capacitación adecuada entre el personal pueden limitar la efectividad de los SGC. La capacitación continua y la sensibilización sobre la importancia de los SGC son esenciales para superar estas barreras y garantizar la adherencia a los protocolos establecidos (14).

En términos de sostenibilidad, la integración de prácticas de gestión ambiental en el SGC del faenamiento de porcinos ha ganado relevancia. La adopción de estrategias de reducción de desperdicios y manejo eficiente de recursos no solo mejora la sostenibilidad del proceso, sino que también contribuye a la rentabilidad y la imagen corporativa. La gestión adecuada de los subproductos del faenamiento, como los desechos orgánicos, puede ser transformada en productos de valor agregado (15).

Cabe mencionar que la percepción del consumidor y la confianza en la calidad de los productos cárnicos son aspectos críticos que deben ser considerados. Indicando que la transparencia en los procesos y la comunicación efectiva sobre las prácticas de seguridad y calidad son fundamentales para mantener la confianza del consumidor. La trazabilidad completa, desde la granja hasta la mesa, permite a los consumidores tomar decisiones informadas y fortalece la reputación de las empresas cárnicas (16).

Basado en un estudio de caso, en el cual se evaluó una planta de faenamiento de porcinos que implementó un SGC basado en ISO 9001 y HACCP. La planta incorporó varias medidas, como la capacitación del personal, la instalación de equipos modernos y la adopción de procedimientos estandarizados (17).

Capacitación del Personal: La formación continua del personal es crítica para asegurar que todos los empleados comprendan y sigan los procedimientos de calidad. La capacitación incluyó temas de higiene, manejo de equipos y prácticas de seguridad (18).

Equipamiento y Tecnología: La planta modernizó su equipamiento, lo que permitió una mayor precisión y control durante el proceso de faenamiento. El uso de tecnología avanzada en la faena mejora la eficiencia y la calidad del producto final (19).

Procedimientos Estandarizados: La implementación de procedimientos estandarizados para cada etapa del proceso, desde la recepción de los animales hasta el empaquetado (20).

## CONCLUSIONES

Se realizó un diagnóstico del estado de situación inicial de los procesos de faenamiento de la línea de porcinos en el Camal Municipal de Baños de Agua Santa, para identificar todas las oportunidades de mejora que garanticen la calidad y seguridad de los productos cárnicos obtenidos.

Se identificaron los puntos críticos de control del proceso de faenamiento de porcinos en el Camal Municipal de Baños de Agua Santa, se propusieron medidas de control en los puntos críticos identificados, lo que contribuye a la mejora continua de los procesos y la satisfacción de los consumidores.

Se realizó la estandarización de la línea de faenamiento de porcinos en el Camal Municipal de Baños de Agua Santa, mediante la creación de un manual de gestión estratégica basado en la Norma ISO 9001:2015, para establecer los mecanismos del seguimiento, control y mejora continua en cada proceso.

De esta misma forma se propone cada uno de los procesos de faenamiento de porcinos basados en la vigente ley de mataderos y Norma INEN 1218.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SÁNCHEZ JC, DELGADO CA. Análisis de la producción y consumo de carne. Conciencia Digital. 2021;; p. 84.
2. ASPE. Asociación de Porcicultores del Ecuador. [Online]; 2021. Disponible en: <https://www.aspe.org.ec/index.php/informacion/estadisticas/censo>.
3. DEMING E. Calidad, Productividad y Competividad: La salidad de las Crisis.Madrid : Diaz de Santos. [Online]; 1989.
4. CORTÉS JM. Sistemas de gestión de calidad (ISO 9001:2015). 2017;; p. 3-26.
5. GONZÁLEZ Ortíz ÓCyAOJA. Sistemas de Gestion de Calidad. 2015.
6. GALÁN Amador M. Metodología de investigación científica. 2019.
7. Gómez P. La investigación descriptiva en la educación secundaria: Un estudio de caso. Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Madrid. 2018.
8. Pérez J. La investigación documental en las ciencias sociales: Un estudio de caso en la historia contemporánea. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid. 2017.
9. Bowen GA. Document Analysis as a Qualitative Research Method. En Qualitative Research Journal. 2009; 9(2): p. 27-40.
10. Giere RN. Explaining Science: A Cognitive Approach. Chicago: University of Chicago Press. 2021.
11. Zhang X,ea. Implementing HACCP in Pork Processing Plants. Food Safety Journal. 2020; 14(7).
12. García L,ea. ISO 22000 in Meat Processing Industries. International Journal of Food Science. 2019; 27(3).
13. López J,&HP. Automation in Pork Slaughterhouses. Meat Science. 2021; 167(4).
14. Vázquez C,ea. Quality Management Systems: A Review of the Literature and an Analysis of Future Research Directions. otal Quality Management & Business Excellence. ; 31(6): p. 567-590.
15. Jabbour CJC,&JABLS. Management research in operations and supply chain management (1997–2014).Historical trends and future research directions. International Journal of

- Operations & Production Management. 2016; 36(1): p. 2-25.
16. Boiral O,ea. Environmental Management Systems and Green Supply Chain Management: Complements for Sustainability? usiness Strategy and the Environment. 2022; 28(1): p. 61-78.
  17. Clark E,ea. Traceability in the Meat Supply Chain. ood Traceability Journal. ; 28(3).
  18. Jackson SE,SRS,&JK. An Aspirational Framework for Strategic Human Resource Management. The Academy of Management Annals. 2014; 8(1): p. 1-56.
  19. Lee J,ea. Adoption of Advanced Manufacturing Technology and Firm Performance: Role of Environmental Dynamism and Absorptive Capacity. Journal of Business Research. 2019; 96(1): p. 228-237.
  20. Noci G,&RA. Ensuring Food Safety and Quality through Standard Operating Procedures: A Case Study of Poultry Slaughter. Food Control. 2019; 96(7): p. 151-158.

# GENERACIÓN DE BIOENERGÍA A PARTIR DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS: EN BASE A UNA REVISIÓN ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

## GENERATION OF BIOENERGY FROM MUNICIPAL SOLID WASTE: BASED ON A DESCRIPTIVE STATISTICAL REVIEW

Diego Ivan Cajamarca Carrazco<sup>1\*</sup>, María Magdalena Paredes Godoy<sup>2</sup>, Edwin Rogelio Guanga Casco<sup>3</sup>, Jorge Washington Carrasco Barrionuevo<sup>4</sup>, Bryan Rogelio Vaca Barahona<sup>5</sup>

{diego.cajamarca@esPOCH.edu.ec<sup>1</sup>, maparedes@unach.edu.ec<sup>2</sup>, edwin.guanga@esPOCH.edu.ec<sup>3</sup>, jorge.carrasco@esPOCH.edu.ec<sup>4</sup>, bvaca@eersa.com.ec<sup>5</sup>}

Fecha de recepción: 22 de mayo de 2024

/ Fecha de aceptación: 21 de junio de 2024

/ Fecha de publicación: 14 de julio de 2024

**RESUMEN:** El documento científico proporciona un análisis estadístico descriptivo de sucesos predeterminados bibliográficos de la digestión microbiana sin presencia de oxígeno, en la cual los microorganismos descomponen la materia orgánica en biogás. Para reducir la problemática de la contaminación ambiental que ocasiona la producción de residuos sólidos urbanos en la actualidad, adicional proporciona un conocimiento de los modelos de energía limpia basados en diferentes tipos de biodigestores funcionales, haciendo hincapié en los beneficios ambientales y de resiliencia en la producción de biogás. Acota la conceptualización necesaria para entender la temática de contaminación ambiental causada por una gestión inadecuada de los residuos sólidos urbanos y el potencial de estos para generar energía limpia de bajo impacto ambiental. Por lo cual el objetivo radica en una revisión descriptiva de la generación de bioenergía a partir de la gestión integral de los residuos orgánicos urbanos. El documento explica el proceso de digestión anaerobia, que convierte los residuos generados en las urbes en biogás, una fuente de energía alternativa rica en metano y dióxido de carbono. También analiza los distintos tipos de biodigestores y su selección en función de los residuos. Se completa con figuras para aclarar la composición del biogás, el concepto de biomasa, el proceso y las etapas de la digestión anaerobia, los tipos de fermentación anaerobia, los tipos de biodigestores y las partes de un biodigestor. Ya en la parte final concluye con una amplia bibliografía especializada para lecturas complementarias.

**Palabras clave:** *Biogás, biomasa, biodigestores, residuos sólidos urbanos, estadístico descriptivo*

<sup>1</sup>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, <https://orcid.org/0000-0001-6619-0490>

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Chimborazo, <https://orcid.org/0000-0002-8211-0400>

<sup>3</sup>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, <https://orcid.org/0000-0003-0147-3363>

<sup>4</sup>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, <https://orcid.org/0009-0001-7663-4179>

<sup>5</sup>Empresa Eléctrica de Riobamba, <https://orcid.org/0000-0001-8565-0341>

**ABSTRACT:** The scientific paper provides a descriptive statistical analysis of bibliographic predetermined events of microbial digestion without the presence of oxygen, in which microorganisms decompose organic matter into biogas. To reduce the problem of environmental pollution caused by the production of municipal solid waste at present, additional provides an understanding of clean energy models based on different types of functional biodigesters, emphasizing the environmental and resilience benefits of biogas production. It also provides the conceptualization necessary to understand the issue of environmental pollution caused by inadequate management of municipal solid waste and the potential of these to generate clean energy with low environmental impact. Therefore, the objective is a descriptive review of the generation of bioenergy from the integral management of urban organic waste. The document explains the process of anaerobic digestion, which converts waste generated in cities into biogas, an alternative energy source rich in methane and carbon dioxide. It also analyzes the different types of biodigesters and their selection according to the waste. It is completed with figures to clarify the composition of biogas, the concept of biomass, the process and stages of anaerobic digestion, the types of anaerobic fermentation, the types of biodigesters and the parts of a biodigester. The final part concludes with an extensive specialized bibliography for further reading.

**Keywords:** *Biogas, biomass, biodigesters, municipal solid waste, municipal solid waste, descriptive statistics*

## INTRODUCCIÓN

El aumento por la sensibilización del cuidado ambiental ha motivado la indagación de innovadoras fuentes de producción de energías renovables no contaminantes y de baja emisión de gases de efecto invernadero (GEI) (1), consecuentemente los residuos sólidos urbanos compromete una alternativa tecnológica verde viable para la producción de bioenergía (2), caso particular el biogás es producida por digestión anaeróbica sin presencia de oxígeno y varía de acuerdo a su composición de biomasa, este compuesto principalmente contiene: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (NH<sub>4</sub>), y pequeñas cantidades de gases traza que son eliminando a la atmosfera (3).

Por otro lado los biodigestores son grandes fuentes de reciclaje de biomasa para la generación de energía limpia de bajo impacto ambiental, a partir de desechos orgánicos producidos por la agricultura, y los residuos orgánicos sólidos domiciliarios (4). Según (5) los residuos sólidos urbanos (RSU) se producen a un ritmo alarmante y su eliminación es una preocupación en la actualidad, ya que la Producción Per Capital promedio es de 0,79 kg/día de huella por persona.

Los RSU, son recurso económicamente viables para elaborar combustibles alternativos a través de diversas vías de conversión de residuos en energía.(6) por lo que el avance en la investigación de bioenergía sostenible representa un enfoque ambientalmente sostenible y en equilibrio con los procesos generativos de la naturaleza que ha mostrado ser efectivo en la reutilización de los

RSU, transformándolos en fuentes energéticas clave para promover el objetivo 7 de la agenda del nuevo milenio 2030, producción de energía asequible y no contaminante (5).

Para los investigadores (7) el enfoque de producción de energía alternativa no tradicional se dirige hacia una circularidad de desechos provenientes del sector agroindustrial, agrícola, industrial, forestal y doméstico ya que la funcionalidad como materia prima para la producción de energía dispone de ventajas competitivas entre las que podemos citar las siguientes: reutilización, baja emisión de gases de efecto invernadero, y por su puesto de diversificación energética.(6).

Por lo tanto, esta investigación bibliográfica tiene como propósito presentar la producción alternativa de producción de biogás a partir de la gestión integral de los residuos sólidos urbanos, sus beneficios tecnológicos en la producción de bioenergías, así como conceptualizaciones, producción y aspectos ambientales, el objetivo se logra mediante el análisis descriptivo de sucesos así como de datos obtenidos de las principales repositorios especializadas que permitan discernir la producción de energía alternativa no contaminante.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Los residuos orgánicos municipales son los protagonistas de este estudio bibliométrico en la que se aplicó una serie de procedimiento documentales como: revisiones técnicas, análisis de datos especializados, identificación de preguntas de investigación científica en relación con el tema de estudio y niveles de criticidad documental. La investigación es de carácter descriptivo, ya que describe el potencial de la producción de bioenergía a partir del biodigestor asociando el aprovechamiento de la gestión eficiente de los residuos orgánicos urbanos.

El estudio analiza la conceptualización, la importancia y los obstáculos de la generación de bioenergía a partir de los residuos orgánicos municipales. Adopta un enfoque investigativo a través de una revisión crítica y sistemática, esta metodología tiene como objetivo examinar la producción de energía verde de bajo impacto ambiental a partir de la gestión integral de residuos orgánicos.

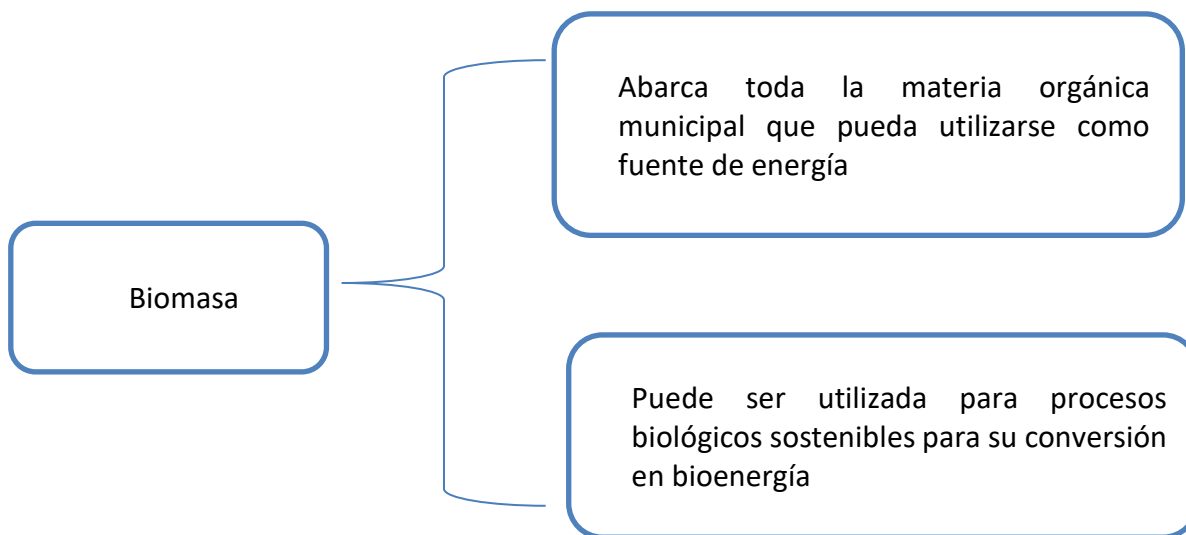
Por otra parte, la revisión académica utilizada se basa en fuentes bibliográficas documentales utilizando las palabras clave, “gestión ambiental”, “residuos orgánicos urbanos”, “bioenergía”, “biogás”, permitiendo al equipo investigador analizar y evaluar eficientemente el desarrollo y la utilización de esta bioenergía con un enfoque integral de la gestión de RSU, así como sus desafíos y potenciales aprovechamientos en temas de producción energética.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Generación de residuos: La energía producida a partir de la biomasa es un tema estudiado desde hace una década ya que se ha constituido en una pieza clave en el desarrollo industrial de una nación, consecuentemente en la Figura 1, se conceptualiza este térmico ambiental.



Por otro lado, la problemática de la contaminación ambiental provocada por la falta de integración de la tecnología para el manejo de los residuos sólidos urbanos ha llevado a la búsqueda de soluciones adecuadas que en ocasiones se encuentran cerca de los actores involucrados, (7). Para,(8), la generación de desechos domésticos en la actualidad es una situación preocupante para la sociedad y el ambiente, por lo que se pretende enfocar la utilización de biomasa urbanos para generar bioenergía (5).



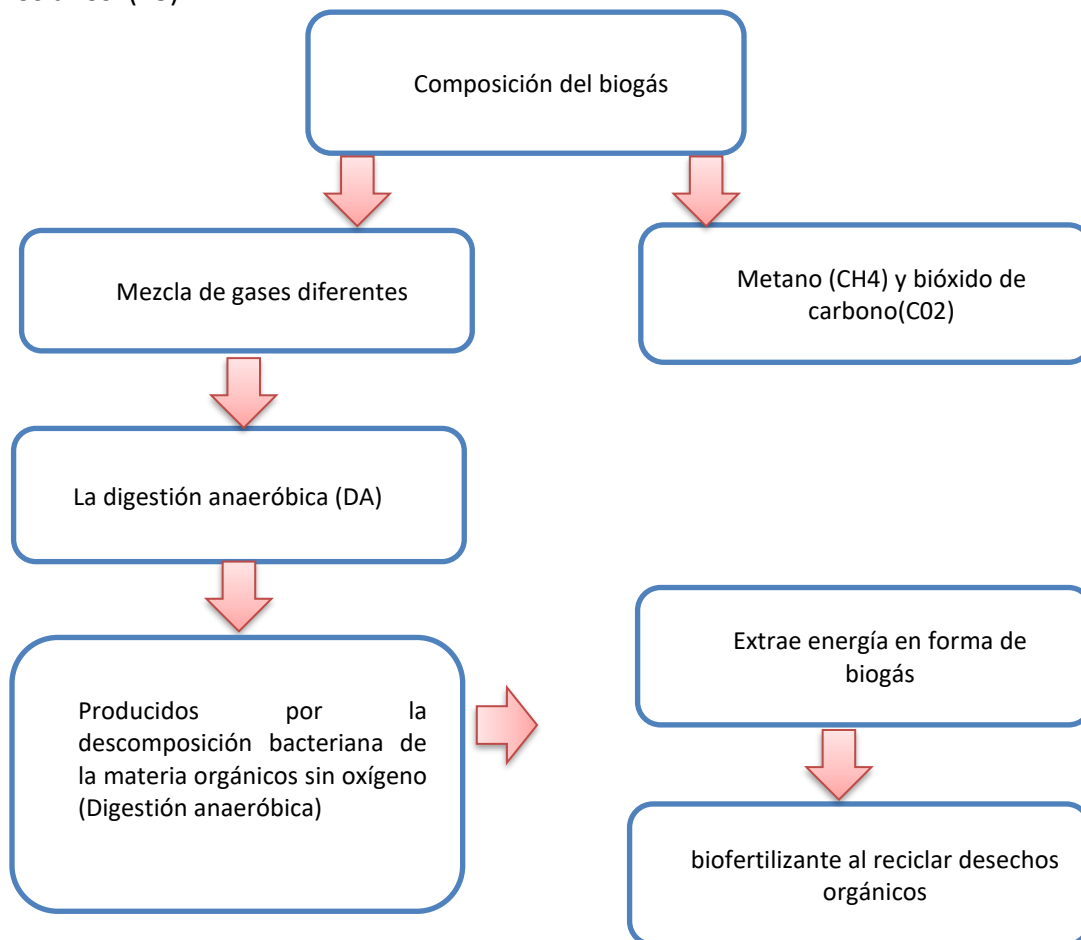
*Figura 1: Concepto del término biomasa  
Fuente: (9)*

De acuerdo con (10), el aumento en la demanda global de energía limpia, la dependencia de energías tradicionales y los problemas ambientales asociados, incentivan la realización de investigación de sobre la producción de bioenergías no contaminante y amigables con el ambiente (11).Por lo que, la utilización de energías limpias se han incrementado en todo el mundo a partir de la revolución industrial, tecnológica y del conocimiento.

Por otra parte, las materias primas no renovables como el petróleo, carbón y el gas natural, que representan entre el 75 % y el 85 % del consumo total no han permitido el desarrollo de esta bio tecnología alternativa, debido a la dependencia de reservas de combustibles fósiles naturales, por tal razón, se ve en la necesidad de investigar nuevas fuentes de combustibles alternativos a corto o mediano plazo, esto incluye combustibles biodegradables o biocombustibles. (12) para mejorar la viabilidad económica, el ambiente y el propio sistema productivo, es fundamental considerar el aprovechamiento de los desechos orgánicos producidos en las ciudades para disponer de una autonomía energética local. (8).

Los biodigestores son conocidos principalmente por producir biogás (Figura 2), que se puede utilizar en los procesos eco consumistas de la población actual. En tal virtud el acceso a una reciente fuente de energía renovable y local, producida por el propio productor de generación de residuos urbanos, amplía sus posibilidades de empleo y mejorar su eficiencia en la gestión integral

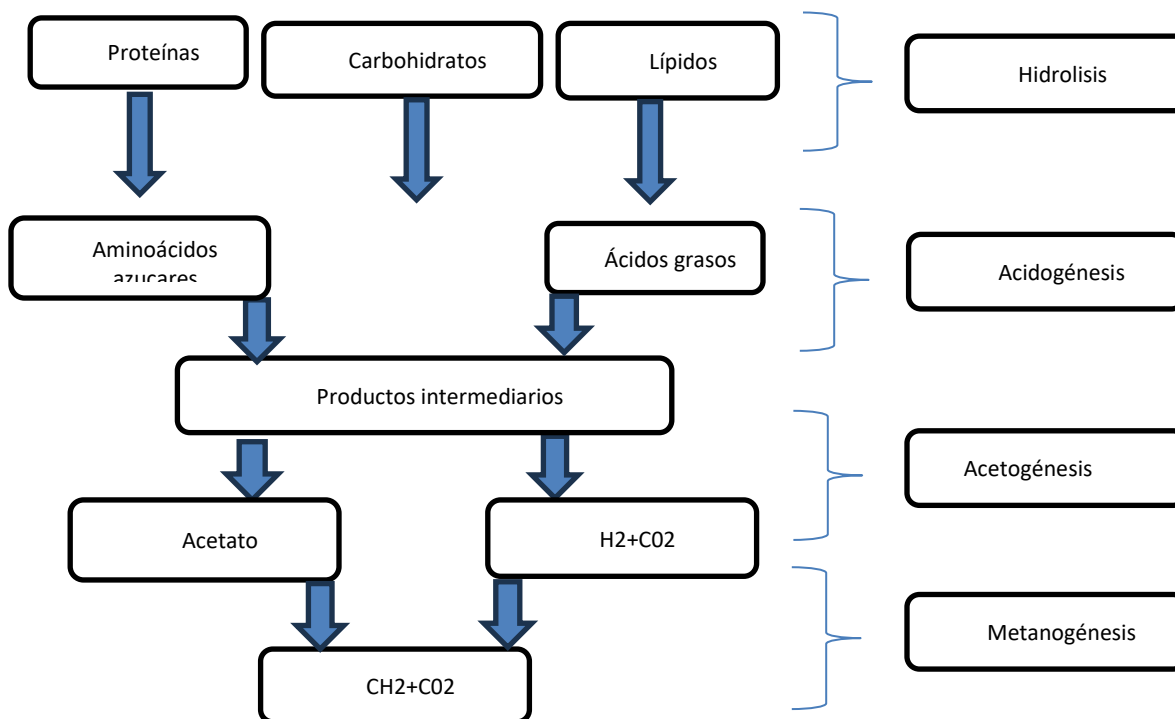
de energía, de esta manera los biodigestores pueden aumentar la eficiencia energética al producir biogás y aumentar la cantidad de energía alternativa que puede ser utilizada para la generación de alimentos, calefacción, entretenimiento entre otras utilidades de la vida diaria moderna de los últimos años (13).



**Figura 2:** Composición del biogás  
Fuente: (14)

**Digestión anaerobia:** Según (15), describe que es un proceso biológico en ausencia de oxígeno, que tiene lugar a través de cuatro etapas sucesivas: hidrólisis, acidogénesis, acetogénesis y metanogénesis, como se explica en la (figura 3), en la cual interviene un grupo heterogéneo de microorganismos, que se encuentra en los RSU convirtiéndola en biogás, con un alto contenido de metano ( $\text{CH}_4$ ) (50% - 70%) Y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) (30% - 50%), seguidos con los gases de menor proporción como el vapor de agua, dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ), monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ), amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) compuestos de azufre caso particular el sulfuro de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{S}$ ) y ácidos propiónico, butílico, valérico y demás, que se forman durante el proceso de descomposición de la materia orgánica producto de los residuos sólidos urbanos.

Asimismo debido a su alta capacidad calorífica (alrededor de 5.700 Kcal/m<sup>3</sup>) se lo utiliza en quemadores, turbinas, calderas, etc., el biogás se considera una fuente de energía secundaria de bajo impacto ambiental y alto impacto social (16), adicional el desecho final estabilizado sólido, posee una alta tasa de destrucción de microorganismos patógenos, por lo que es apto para ser utilizado como mejorador del recurso edáfico agrícola. La digestión anaerobia puede evitar la contaminación y recuperar energía de manera sostenible, lo que resulta en un buen balance energético (17).



**Figura 3:** Proceso de digestión anaeróbica  
**Fuente:** (18)

Por otro lado, un biodigestor consta de varias partes que trabajan en conjunto para llevar a cabo el proceso de digestión anaeróbica, como la cámara central que se encarga de mantener el tiempo de retención ideal de materia sin oxígeno; sistema de almacenamiento lo cual permite almacenar el biogás generado, para su consumo gradual.

Tubería de conducción, lo que permite el biogás fluya a través de la tubería hacia un sistema de almacenamiento; conducto de carga por donde circula el sustrato, es recomendable establecer un conducción recta; conducto de descarga, el biofertilizante circula por el sistema de tuberías, lo que se coloca en una altura adecuada permita que se descargue; por ultimo tenemos el tanque de descarga, donde se produce un biofertilizante para la utilización de abono en plantaciones (20).

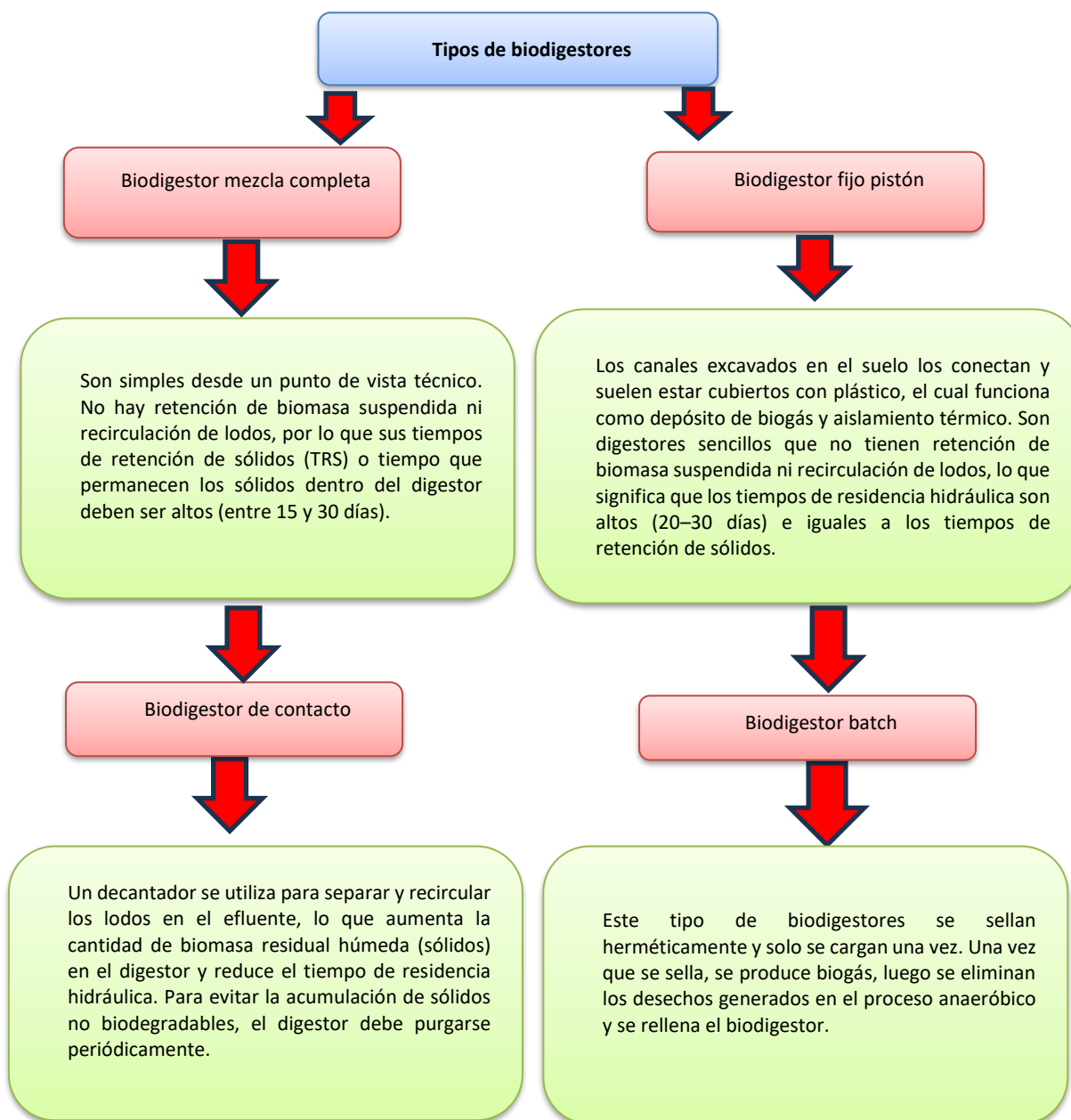


Figura 4: Tipos de biodigestores

Fuente: (19)

## CONCLUSIONES

Es crucial subrayar que la producción de bioenergía mediante la gestión completa de los desechos sólidos urbanos necesita una planificación precisa y el uso de tecnologías eficaces. Asimismo, es importante impulsar la reducción inicial de los residuos y promover el reciclaje junto con otras

formas de aprovechamiento de desechos, con el fin de optimizar la utilización de los recursos y disminuir los efectos en el medio ambiente.

La utilización de residuos sólidos urbanos para generar bioenergía representa una opción promisoría actual para transformar desechos en una fuente renovable de energía alternativa y de bajo impacto ambiental. Se requiere la implementación de tecnologías eficaces y la promoción de prácticas que reduzcan y valoren los residuos para optimizar los beneficios de esta estrategia.

La aplicación sistemática del análisis estadístico descriptivo mejorará la transferencia del conocimiento en temas relacionados con la sostenibilidad ambiental, la producción de bioenergía, la viabilidad de la generación de biocombustibles a partir de los residuos sólidos urbanos, como también contribuye al desarrollo de tecnologías innovadoras y responsables en el sector energético y ecológico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Faraldo F, Byrne P. A Review of Energy-Efficient Technologies and Decarbonating Solutions for Process Heat in the Food Industry. *Energies*. enero de 2024;17(12):3051.
2. Sihlangu E, Luseba D, Regnier T, Magama P, Chiyanzu I, Nephawe KA. Investigating Methane, Carbon Dioxide, Ammonia, and Hydrogen Sulphide Content in Agricultural Waste during Biogas Production. *Sustainability*. enero de 2024;16(12):5145.
3. Nwokolo N, Mukumba P, Oibileke K, Enebe M. Waste to Energy: A Focus on the Impact of Substrate Type in Biogas Production. *Processes*. octubre de 2020;8(10):1224.
4. Paulino EJ, Cherri AC, Soler EM. Suitability model and optimal location of biodigesters in the state of São Paulo. *Energy Rep*. 1 de junio de 2024;11:4726-40.
5. Aidonojje PA, Ukhurebor KE, Oaihimore IE, Ngonso BF, Egielewa PE, Akinsehinde BO, et al. Bioenergy revamping and complimenting the global environmental legal framework on the reduction of waste materials: A facile review. *Heliyon*. 1 de enero de 2023;9(1):e12860.
6. Nanda S, Berruti F. A technical review of bioenergy and resource recovery from municipal solid waste. *J Hazard Mater*. 5 de febrero de 2021;403:123970.
7. Andrade A, Restrepo A, Tibaquirá JE, Andrade A, Restrepo A, Tibaquirá JE. Estimación de biogás de relleno sanitario, caso de estudio: Colombia. *Entre Cienc E Ing*. junio de 2018;12(23):40-7.
8. Galvez L, Isai Y. Scribd. 2017 [citado 13 de junio de 2024]. Produccion de Biogas A Partir Del Estiercol de Ganado Vacuno y Gallinaza Durante El Proceso de Digestion Anaerobia A Escala de Laboratorio | Download Free PDF | Biogás | Digestión anaeróbica. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/379357764/Produccion-de-Biogas-a-Partir-Del-Estiercol-de-Ganado-Vacuno-y-Gallinaza-Durante-El-Proceso-de-Digestion-Anaerobia-a-Escala-de-Laboratorio>
9. Bernal L, Suárez L. Lumieres - Repositorio institucional Universidad de América: Diseño conceptual de un biodigestor a partir de estiércol vacuno y avícola, producido en la finca El Guarumal, para la obtención de biogás [Internet]. 2018 [citado 13 de junio de 2024]. Disponible en: <https://repository.uamerica.edu.co/handle/20.500.11839/6844>

10. Durazno Coronel AD. Valoración de estiércol bovino y porcino en la producción de biogás en un biodigestor de producción por etapas [Internet] [bachelorThesis]. 2018 [citado 13 de junio de 2024]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15445>
11. Sánchez M, Fiallo D. El biodigestor como medida ecológica para la generación de gas en las empresas de cría de animales | Revista Científica FIPCAEC (Fomento de la investigación y publicación científico-técnica multidisciplinaria). ISSN : 2588-090X . Polo de Capacitación, Investigación y Publicación (POCAIP). Polo de Capacitación, Investigación y Publicación (POCAIP). 2020;5(16):39-57.
12. Gonzabay Valdiviezo AW, Suárez Monroy PM. Diseño y construcción de un biodigestor anaeróbica vertical semicontinua para la obtención de gas metano y biol apartir de las cáscaras de naranja y mango. octubre de 2016 [citado 13 de junio de 2024]; Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/13392>
13. Martí Herrero JE. Biodigestores Tubulares: Guía de diseño y Manual de instalación [Internet]. 2019 [citado 13 de junio de 2024]. Disponible en: [http://repositorio.ikiam.edu.ec/jspui/handle/RD\\_IKIAM/351](http://repositorio.ikiam.edu.ec/jspui/handle/RD_IKIAM/351)
14. Lackey J, Champagne P, Peppley B. Use of wastewater treatment plant biogas for the operation of Solid Oxide Fuel Cells (SOFCs). J Environ Manage. 1 de diciembre de 2017;203:753-9.
15. Meegoda JN, Li B, Patel K, Wang LB. A Review of the Processes, Parameters, and Optimization of Anaerobic Digestion. Int J Environ Res Public Health. octubre de 2018;15(10):2224.
16. Millan A. Tema: “Estudio técnico sobre biodigestores anaeróbicos, aplicado al tratamiento de la fracción orgánica de los residuos municipales”. Universidad de Cantabria; 2018.
17. Reyes A. Generación de biogás mediante el proceso de digestión anaerobia, a partir del aprovechamiento de sustratos orgánicos | Revista Científica Estelí. Revista científica de FAREM-Estelí. 2017;(24):60-81.
18. Cusi Sacansela JE. Diseño, construcción de un sistema de producción de energía eléctrica para la generación de 800 W a través del uso de biogás, para una pequeña granja y análisis energético del sistema [Internet] [bachelorThesis]. Quito, 2018.; 2018 [citado 13 de junio de 2024]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19808>
19. Carreras N. Tipos de digestores, selección en función del residuo en Energía de la Biomasa [Internet]. 2024 [citado 13 de junio de 2024]. Disponible en: <http://documenta.ciemat.es/handle/123456789/2613>
20. Páez Malquin ID, Guerra Acosta SA. Diseño y construcción de un biodigestor doméstico para producir biogás. [Internet] [bachelorThesis]. Quito: EPN, 2022.; 2022 [citado 13 de junio de 2024]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/23503>

# USO DEL GOOGLE SITE COLABORATIVO PARA LA MEJORA DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO EN LA UNIDAD EDUCATIVA PAUL PONCE RIVADENEIRA

## USE OF THE COLLABORATIVE GOOGLE SITE TO IMPROVE ACADEMIC PERFORMANCE AT THE PAUL PONCE RIVADENEIRA EDUCATIONAL UNIT

Martha Narcisca Robles Pulecio<sup>1</sup>, Ingrid Marianela Carpio Quiroz<sup>2</sup>, Juan Eduardo Anzules Ballesteros<sup>3</sup>, Wellington Isaac Maliza Cruz<sup>4</sup>

{mnrobles@ube.edu.ec<sup>1</sup>, incarpio@ube.edu.ec<sup>2</sup>, jeanzulesb@ube.edu.ec<sup>3</sup>, wimalizac@ube.edu.ec<sup>4</sup>}

Fecha de recepción: 30 de mayo de 2024 / Fecha de aceptación: 22 de junio de 2024 / Fecha de publicación: 14 de julio de 2024

**RESUMEN:** El objetivo principal es investigar cómo el uso de esta plataforma tecnológica puede influir en el rendimiento académico de los estudiantes, particularmente en un contexto donde existe una brecha digital en cuanto a competencias informáticas. Se diseñó una unidad académica que fuera respaldada con Google Sites en un aula de cada curso bachillerato denominadas A con 90 estudiantes y se tomó una comparación de los rendimientos académicos finales con 3 aulas de los mismos niveles educativos con 97 estudiantes. Se aplicó una encuesta para reconocer de voces de estudiantes que se les aplicó el experimento sus percepciones y medir el impacto de la herramienta en el rendimiento académico. Los resultados de este análisis apuntan a la efectividad del Google Site colaborativo en el contexto educativo. Primero, se destaca su capacidad para promover la colaboración, facilitar el acceso a recursos y mejorar la participación de los estudiantes, respaldando así su integración como una herramienta valiosa en el aula. Segundo, el análisis estadístico reveló un impacto significativo en el rendimiento académico, respaldado por un aumento del 8% en las calificaciones y una correlación positiva y fuerte entre el uso de Google Site y el rendimiento escolar. Por último, la percepción mayoritariamente positiva de los estudiantes en la encuesta subraya su valor como una herramienta pedagógica efectiva para mejorar el aprendizaje colaborativo, la motivación y la organización. Estos hallazgos respaldan la importancia de la integración de tecnologías como el Google Site para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje y fomentar habilidades clave en los estudiantes.

**Palabras clave:** *Aprendizaje colaborativo, construccionismo, plataformas de comunicación, Google Site*

**ABSTRACT:** The main objective is to investigate how the use of this technological platform can

<sup>1</sup>Universidad Bolivariana del Ecuador, Maestría en Educación en Entornos Digitales, <https://orcid.org/0009-0005-1106-9681>

<sup>2</sup>Universidad Bolivariana del Ecuador, Maestría en Educación en Entornos Digitales, <https://orcid.org/0009-0008-2328-7856>

<sup>3</sup>Universidad Bolivariana del Ecuador, <https://orcid.org/0000-0003-1926-2492>

<sup>4</sup>Universidad Bolivariana del Ecuador, <https://orcid.org/0009-0005-1426-583X>

influence the academic performance of students, particularly in a context where there is a digital divide in terms of computer skills. An academic unit was designed that was supported with Google Sites in a classroom of each high school course called A with 90 students and a comparison of the final academic performances was taken with 3 classrooms of the same educational levels with 97 students. A survey was applied to recognize the voices of students whose perceptions were applied to them and to measure the impact of the tool on academic performance. The results of this analysis point to the effectiveness of the collaborative Google Site in the educational context. First, its ability to promote collaboration, facilitate access to resources and improve student participation is highlighted, thus supporting its integration as a valuable tool in the classroom. Second, statistical analysis revealed a significant impact on academic performance, supported by an 8% increase in grades and a strong positive correlation between Google Site use and school performance. Finally, the mostly positive perception of students in the survey underlines its value as an effective pedagogical tool to improve collaborative learning, motivation and organization. These findings support the importance of integrating technologies such as Google Site to improve the teaching-learning process and foster key skills in students.

**Keywords:** *Collaborative learning, constructionism, communication platforms, Google Site*

## INTRODUCCIÓN

La causa principal del problema de investigación es la brecha digital existente dentro de la comunidad estudiantil en cuanto a competencias informáticas. Esta brecha puede surgir debido a factores socioeconómicos, donde algunos estudiantes pueden no tener acceso a dispositivos electrónicos como computadoras, tabletas o teléfonos inteligentes, o pueden carecer de acceso confiable a Internet en sus hogares. Como resultado, los estudiantes que carecen de acceso a la tecnología pueden encontrarse en desventaja en comparación con sus pares que tienen acceso a dispositivos y conectividad a Internet. Esto puede afectar negativamente su capacidad para participar plenamente en las actividades educativas que utilizan Google Sites como plataforma colaborativa.

Los efectos de esta falta de acceso equitativo pueden incluir limitaciones en la participación. Los estudiantes que no tienen acceso a dispositivos electrónicos o a Internet pueden tener dificultades para participar en las actividades en línea y colaborativas que se llevan a cabo a través de Google Sites. Esto puede afectar su capacidad para completar tareas asignadas, participar en discusiones en línea y acceder al material de estudio proporcionado a través de la plataforma.

La brecha en el aprendizaje por la falta de acceso equitativo a la tecnología puede ampliar el problema de aprendizaje entre los estudiantes. Aquellos que tienen acceso a dispositivos y conectividad pueden tener más oportunidades para participar en actividades de aprendizaje en línea, acceder a recursos educativos adicionales y colaborar con sus compañeros de clase, lo que puede mejorar su rendimiento académico en comparación con aquellos que carecen de acceso a estas herramientas.

Los estudiantes que no pueden acceder a las actividades y recursos en línea pueden enfrentar desafíos adicionales al demostrar su comprensión y conocimiento de los temas cubiertos en clase.



Esto puede resultar en evaluaciones injustas y desiguales, lo que a su vez puede afectar su rendimiento académico y su motivación para participar activamente en el proceso de aprendizaje.

Pues en este caso, en el salón de informática, se utilizó la herramienta de comunicación digital Google Sites; es una plataforma de creación de sitios web que permite a los usuarios construir páginas web fácilmente sin necesidad de tener experiencia en programación o diseño web. La característica colaborativa de Google Sites permite a múltiples usuarios trabajar juntos en un mismo sitio web, facilitando la colaboración en proyectos, la creación de documentos compartidos, y la comunicación entre miembros de un equipo o grupo.

Luego se puso una tarea de trabajado colaborativo y durante un mes, se iban incrementando las dificultades para luego evaluar la apreciación general, y con ello, saber si lo planteado en la experimentación, producía algún efecto en el aprendizaje. Lo que se persigue es hacer el reconocimiento de que el uso del Google site colaborativo para la mejora del rendimiento académico en la unidad educativa Paul Ponce Rivadeneira.

La relevancia de este estudio radica en que el mismo, permite identificar y abordar de manera específica la brecha digital existente dentro de la comunidad estudiantil en cuanto a competencias informáticas. Este problema, derivado de factores socioeconómicos, puede tener un impacto significativo en el acceso equitativo a la educación y, por lo tanto, en el rendimiento académico de los estudiantes. Al centrarse en esta brecha y proponer soluciones basadas en el uso de herramientas tecnológicas como Google Sites, el estudio contribuye a la inclusión y equidad educativa.

Además, el estudio proporciona una evaluación empírica del impacto del uso de tecnología educativa, específicamente Google Sites, en el rendimiento académico de los estudiantes. Esto es relevante en un contexto donde la integración de la tecnología en la educación es cada vez más común, pero su efectividad aún requiere una validación científica sólida. Al determinar si el uso de Google Sites mejora el rendimiento académico, el estudio puede informar futuras decisiones sobre políticas educativas y prácticas pedagógicas.

La investigación sobre el uso de Google Sites como plataforma colaborativa fomenta la promoción de estrategias de enseñanza centradas en el estudiante, donde la colaboración y el aprendizaje activo son fundamentales. Estas habilidades son esenciales en un mundo digital y globalizado, donde la capacidad de trabajar en equipo y comunicarse efectivamente en entornos en línea es cada vez más importante. Por lo tanto, el estudio no solo aborda el rendimiento académico inmediato, sino que también prepara a los estudiantes para el éxito en la vida y el trabajo futuros, la relevancia de este estudio radica en su capacidad para identificar y abordar la brecha digital, evaluar el impacto de la tecnología en la educación y promover la colaboración y el aprendizaje activo entre los estudiantes.

El objeto de la investigación es examinar el impacto del uso del Google Site colaborativo en la mejora del rendimiento académico en la Unidad Educativa Paul Ponce Rivadeneira. El objetivo principal es investigar cómo el uso de esta plataforma tecnológica puede influir en el rendimiento académico de los estudiantes, particularmente en un contexto donde existe una brecha digital en cuanto a competencias informáticas. El estudio busca determinar si Google Sites, como herramienta colaborativa en línea, es efectiva para mejorar el rendimiento académico de los

estudiantes.

Esto implica evaluar cómo la plataforma facilita la colaboración, el acceso a recursos educativos y la comunicación entre estudiantes y profesores. Se investiga cómo el uso de Google Sites afecta la participación de los estudiantes en actividades educativas y su capacidad para acceder a material de estudio, interactuar con sus compañeros y colaborar en proyectos grupales.

La utilidad de realizar este estudio es que se busca comprender si el uso de esta herramienta tecnológica influye en el proceso de aprendizaje y la adquisición de conocimientos. Un objetivo importante es determinar si el uso de Google Sites contribuye a reducir la brecha digital existente entre los estudiantes en cuanto a competencias informáticas. Esto implica examinar si la plataforma es accesible y fácil de usar para todos los estudiantes, independientemente de su nivel de habilidad tecnológica o acceso a dispositivos electrónicos.

El objetivo de este estudio es investigar cómo el uso de esta plataforma tecnológica de comunicación, puede influir en el rendimiento académico de los estudiantes, particularmente en un contexto donde existe una brecha digital en cuanto a competencias informáticas.

## DESARROLLO

### El aprendizaje colaborativo

Es una metodología educativa centrada en el trabajo conjunto de los estudiantes para alcanzar objetivos comunes de aprendizaje. En este enfoque, los alumnos trabajan en grupos pequeños, intercambiando ideas, resolviendo problemas y construyendo conocimiento de manera conjunta. A través de la interacción social y la colaboración, los estudiantes desarrollan habilidades cognitivas, sociales y emocionales, mientras profundizan su comprensión de los conceptos y temas estudiados. En esta definición ampliada, exploraremos en profundidad las características del aprendizaje colaborativo, sus fundamentos teóricos, los beneficios que ofrece y los métodos de aplicación en diferentes contextos educativos (1).

Entre las principales características están la interacción entre pares, en el aprendizaje colaborativo, los estudiantes interactúan activamente entre sí, discutiendo ideas, compartiendo perspectivas y trabajando juntos para resolver problemas. Esta interacción fomenta el desarrollo de habilidades de comunicación, tanto verbal como no verbal, y promueve un ambiente de aprendizaje participativo y cooperativo (2).

Los estudiantes asumen responsabilidad compartida en el proceso de aprendizaje y en la consecución de metas académicas. Cada miembro del grupo contribuye con sus habilidades y conocimientos individuales para lograr los objetivos establecidos, lo que fomenta un sentido de pertenencia al grupo y un compromiso activo con el aprendizaje. A través de la colaboración, los estudiantes construyen conocimiento de manera colectiva, aprovechando las diversas perspectivas y experiencias de los miembros del grupo. Este enfoque reconoce la importancia de la diversidad de ideas y opiniones en el proceso de aprendizaje, y promueve el desarrollo de un entendimiento más profundo y completo de los temas estudiados (3).

Los estudiantes brindan apoyo mutuo y retroalimentación constructiva dentro del grupo, ayudándose unos a otros a superar dificultades y a mejorar el rendimiento académico. Esta

colaboración promueve un ambiente de confianza y respeto entre los miembros del grupo, facilitando el aprendizaje y el crecimiento personal. El aprendizaje colaborativo se basa en el principio de interdependencia positiva, donde el éxito individual está vinculado al éxito del grupo. Los estudiantes reconocen que su propio aprendizaje está intrínsecamente ligado al aprendizaje de los demás, lo que fomenta una cultura de colaboración y trabajo en equipo (4).

#### Fundamentos teóricos del aprendizaje colaborativo

El aprendizaje colaborativo encuentra fundamentos en teorías psicológicas y pedagógicas que destacan la importancia de la interacción social y el trabajo en grupo en el proceso de aprendizaje. Entre las principales teorías que se discuten como asociadas al aprendizaje colaborativo están primero la Teoría Sociocultural de Vygotsky, porque enfatiza el papel de la interacción social y el lenguaje en el desarrollo cognitivo de los individuos. Vygotsky sostiene que el aprendizaje ocurre a través de la participación en actividades sociales y culturales, donde los individuos colaboran con otros para construir conocimiento de manera conjunta (5).

Segundo la teoría del Aprendizaje Cooperativo de Johnson y Johnson que postula que el aprendizaje se maximiza cuando los estudiantes trabajan juntos hacia metas comunes en un ambiente de cooperación y apoyo mutuo. Johnson y Johnson identifican cinco elementos clave del aprendizaje cooperativo: interdependencia positiva, interacción cara a cara, responsabilidad individual, habilidades sociales y procesos grupales (6).

Finalmente, la teoría del Aprendizaje Experiencial de Dewey, que indica que el aprendizaje es un proceso activo y experiencial que se produce a través de la participación activa en situaciones de aprendizaje significativas. En este sentido, el aprendizaje colaborativo proporciona oportunidades para que los estudiantes participen activamente en la construcción de su propio conocimiento a través de la interacción con sus pares (7).

#### Beneficios del aprendizaje colaborativo

El aprendizaje colaborativo ofrece una serie de beneficios tanto académicos como socioemocionales para los estudiantes, numerosos estudios han demostrado que el aprendizaje colaborativo puede mejorar el rendimiento académico de los estudiantes, ya que promueve una comprensión más profunda de los conceptos y temas estudiados. La colaboración en grupo fomenta el desarrollo de habilidades sociales, como la comunicación efectiva, la resolución de conflictos, el trabajo en equipo y la empatía, que son fundamentales para el éxito en la vida personal y profesional (8).

La discusión y el intercambio de ideas en un entorno colaborativo estimulan el pensamiento crítico y la reflexión, permitiendo a los estudiantes cuestionar, analizar y evaluar información de manera más profunda y significativa. El trabajo en grupo brinda a los estudiantes un sentido de pertenencia y comunidad, lo que puede aumentar su motivación y compromiso con el aprendizaje. Los estudiantes se sienten más responsables de su propio aprendizaje y más comprometidos con el éxito del grupo. El aprendizaje colaborativo prepara a los estudiantes para el trabajo en equipo en entornos profesionales y sociales, donde la capacidad de colaborar y comunicarse efectivamente con otros es esencial para el éxito (9).

#### Métodos de aplicación del aprendizaje colaborativo

Existen diversos métodos y estrategias para implementar el aprendizaje colaborativo en el aula, algunos de los cuales incluyen: El aprendizaje basado en proyectos, pues los proyectos grupales ofrecen oportunidades para que los estudiantes trabajen juntos en la resolución de problemas complejos y la creación de productos o presentaciones significativas (10).

También se puede aplicar el aprendizaje en pequeños grupos, es decir a dividir a los estudiantes en grupos pequeños permite una mayor interacción y participación, facilitando la colaboración y el intercambio de ideas entre los miembros del grupo. También se puede usar el aprendizaje en parejas, que es trabajar en parejas proporciona a los estudiantes una mayor responsabilidad individual y la oportunidad de desarrollar habilidades de comunicación y colaboración más profundas. En este formato, los estudiantes pueden beneficiarse de la atención individualizada de su compañero mientras trabajan juntos para alcanzar objetivos comunes. Las discusiones en grupo fomentan la participación activa de los estudiantes y promueven el intercambio de ideas y perspectivas sobre temas específicos. Los grupos pueden discutir temas asignados, resolver problemas o debatir puntos de vista divergentes para llegar a una comprensión compartida (11).

El aprendizaje entre iguales implica que los estudiantes enseñen y aprendan unos de otros dentro del grupo. Esto puede involucrar compartir conocimientos, explicar conceptos a sus compañeros o brindar retroalimentación sobre el trabajo de los demás, lo que promueve un entendimiento más profundo y una mayor retención del material. La tecnología puede facilitar la colaboración entre estudiantes, permitiendo la creación y edición conjunta de documentos en línea, la participación en foros de discusión virtuales o la colaboración en proyectos a través de plataformas de gestión de proyectos en línea (12).

En este enfoque, los estudiantes trabajan en grupos heterogéneos, donde cada miembro del grupo tiene un rol específico y contribuye de manera única al éxito del grupo. Esto promueve la responsabilidad individual y la colaboración entre pares. La evaluación entre pares es una estrategia efectiva para promover la responsabilidad individual y la reflexión sobre el aprendizaje. Los estudiantes pueden evaluar el trabajo de sus compañeros y proporcionar retroalimentación constructiva, lo que fomenta la autoevaluación y la mejora continua (13).

El aprendizaje colaborativo es una metodología educativa poderosa que promueve la participación activa de los estudiantes, el desarrollo de habilidades sociales y el logro de metas académicas. A través de la interacción social y la colaboración en grupo, los estudiantes construyen conocimiento de manera conjunta, desarrollan habilidades de pensamiento crítico y se preparan para el éxito en la vida personal y profesional. La implementación efectiva del aprendizaje colaborativo requiere un enfoque centrado en el estudiante, una planificación cuidadosa y el uso de estrategias y herramientas pedagógicas apropiadas. Al aprovechar el potencial del aprendizaje colaborativo, los educadores pueden crear experiencias de aprendizaje significativas y enriquecedoras que empoderen a los estudiantes para alcanzar su máximo potencial (14).

#### Plataformas en el aprendizaje colaborativo

Una tendencia clave en el aprendizaje colaborativo en los últimos años ha sido la creciente integración de la tecnología en las prácticas educativas. Plataformas en línea, herramientas de colaboración digital y aplicaciones móviles han facilitado la colaboración entre estudiantes,

incluso en entornos de aprendizaje a distancia. Estas tecnologías han permitido que los estudiantes trabajen juntos en proyectos, compartan recursos y colaboren en tiempo real, independientemente de su ubicación geográfica (15).

Se ha observado un mayor enfoque en la promoción de la diversidad e inclusión en el aprendizaje colaborativo. Los estudios han explorado cómo el aprendizaje colaborativo puede adaptarse para satisfacer las necesidades de estudiantes de diferentes habilidades, antecedentes culturales y estilos de aprendizaje. Se han desarrollado estrategias para fomentar la participación equitativa y garantizar que todos los estudiantes se sientan valorados y respetados dentro del grupo (16).

Con el aumento de la educación a distancia debido a la pandemia de COVID-19, el aprendizaje colaborativo ha adquirido una nueva relevancia en entornos híbridos y remotos. Los educadores han buscado formas de adaptar las prácticas de aprendizaje colaborativo al entorno virtual, utilizando herramientas en línea para facilitar la interacción y la colaboración entre estudiantes. Se ha explorado cómo mantener la participación y el compromiso de los estudiantes en entornos virtuales y cómo superar los desafíos específicos asociados con la colaboración a distancia (17).

El aprendizaje colaborativo se ha reconocido cada vez más como una forma efectiva de desarrollar competencias del nuevo siglo, como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la comunicación efectiva y el trabajo en equipo. Los estudios han investigado cómo el aprendizaje colaborativo puede cultivar estas habilidades, preparando a los estudiantes para enfrentar los desafíos del mundo moderno y prosperar en entornos laborales y sociales cambiantes (18).

Numerosos estudios (19); (20); (21), han encontrado que el aprendizaje colaborativo puede mejorar el rendimiento académico de los estudiantes en una variedad de áreas temáticas y niveles educativos. La interacción con compañeros, el intercambio de ideas y la resolución conjunta de problemas han demostrado ser efectivos para promover un entendimiento más profundo de los conceptos y mejorar la retención del material. Se ha llevado a cabo una investigación significativa para evaluar el impacto y la efectividad del aprendizaje colaborativo en comparación con otros enfoques pedagógicos. Los estudios han examinado los resultados académicos, la participación estudiantil, la satisfacción del estudiante y otros indicadores de éxito para determinar los beneficios del aprendizaje colaborativo. Además, se han identificado factores clave que influyen en la implementación exitosa del aprendizaje colaborativo, como el diseño de tareas, la dinámica grupal y el apoyo del profesorado.

### Google Sites

Google Sites, una plataforma de creación de sitios web, ofrece una serie de herramientas y características que pueden ser de gran utilidad para fomentar el aprendizaje colaborativo entre estudiantes. A través de esta plataforma, los estudiantes pueden colaborar en proyectos, compartir recursos, crear contenido y comunicarse eficazmente con sus compañeros y profesores. En este análisis técnico, exploraremos cómo Google Sites facilita el aprendizaje colaborativo y mejora la experiencia educativa de los estudiantes (22).

Google Sites proporciona una interfaz fácil de usar que permite a los estudiantes crear y organizar contenido educativo de manera colaborativa. Mediante la creación de páginas web personalizadas, los estudiantes pueden compartir información, documentos, enlaces, multimedia

y otros recursos relevantes. Esto facilita la colaboración en la creación y edición de contenido, permitiendo la participación de múltiples usuarios en un mismo proyecto (23).

Una de las características destacadas de Google Sites es su capacidad para facilitar la colaboración en tiempo real. Esto significa que varios usuarios pueden acceder y editar una página web simultáneamente, lo que promueve una colaboración efectiva y una comunicación fluida entre los miembros del grupo. Esta funcionalidad es particularmente útil para proyectos grupales, donde los estudiantes pueden contribuir con ideas, realizar cambios y tomar decisiones de manera conjunta. La integración de Google Sites con otras herramientas de Google, como Google Drive, Google Docs, Google Sheets y Google Slides, resulta sumamente beneficiosa para los estudiantes. Esta integración permite un acceso fácil a documentos, presentaciones y hojas de cálculo almacenados en Google Drive, los cuales pueden ser fácilmente agregados a las páginas web en Google Sites. De esta manera, se simplifica el proceso de compartir y colaborar en documentos, lo que facilita la creación de contenido educativo de alta calidad (24).

Otra característica importante de Google Sites es su capacidad para facilitar la comunicación y la retroalimentación entre estudiantes y profesores. Los estudiantes pueden agregar formularios de comentarios a sus páginas web para solicitar retroalimentación sobre su trabajo, además de utilizar la función de comentarios para discutir ideas, hacer preguntas y proporcionar sugerencias a sus compañeros. Esta comunicación abierta y colaborativa es esencial para el aprendizaje efectivo. La personalización de las páginas web en Google Sites es una funcionalidad que promueve la creatividad y la expresión individual de los estudiantes. Pueden agregar imágenes, videos, gráficos y otros elementos multimedia para hacer que su contenido sea más atractivo y atractivo. Esta capacidad de personalización fomenta la creatividad y permite que los estudiantes expresen sus ideas de manera única, lo que puede mejorar su compromiso y motivación en el aprendizaje (25).

Google Sites, al ser una plataforma basada en la nube, permite a los estudiantes acceder a sus páginas web y colaborar en proyectos desde cualquier lugar y en cualquier momento, siempre y cuando tengan acceso a Internet. Esto es especialmente beneficioso para el aprendizaje a distancia y el trabajo en grupo, ya que permite la colaboración efectiva incluso cuando los estudiantes no están físicamente juntos en el aula. La interfaz de usuario intuitiva y fácil de usar de Google Sites requiere poco o ningún conocimiento técnico para su utilización. Esto hace que la plataforma sea accesible para estudiantes de todas las edades y niveles de habilidad, facilitando su adopción y uso en el aula. Además, Google Sites ofrece una variedad de plantillas y diseños predefinidos que los estudiantes pueden utilizar como punto de partida para sus proyectos, lo que les permite crear rápidamente páginas web profesionales y bien diseñadas (26).

Por lo revisado, la capacidad de colaborar con compañeros de clase no solo localmente, sino también a nivel global, es otra ventaja significativa de Google Sites. Esto abre oportunidades para la colaboración intercultural y el intercambio de ideas entre estudiantes de diferentes partes del mundo. Los proyectos colaborativos pueden ampliar las perspectivas de los estudiantes y enriquecer su experiencia educativa al permitirles trabajar con personas de diversas culturas y antecedentes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño cuasi experimental fue seleccionado deliberadamente por su idoneidad en investigaciones que abordan situaciones post-facto, las cuales analizan eventos después de su ocurrencia (27), en este caso la aplicación de Google Sites en las aulas A de Bachillerato de la Unidad Educativa Paul Ponce Rivadeneira. Para (28), este diseño posibilita la exploración de los efectos de un cambio en la enseñanza, tal como la implementación de estrategias educativas inmersivas en grupos de cooperación, sin la manipulación intencional de variables, lo que proporciona una visión más auténtica de los resultados.

El tipo de estudio presentado es descriptivo, realizado mediante dos objetivos, el primero fue el de comparar los rendimientos académicos de los estudiantes de las aulas A que usaron el site con las B que no lo utilizaron (tabla 3), y el segundo de determinar los beneficios más impactantes recibidos en el aula, por lo que este nuevo objetivo sería correlacional entre dimensiones.

Como instrumento se utilizó la encuesta, la cual se diseñó meticulosamente para capturar datos relevantes sobre el impacto del cambio en la enseñanza, y su validación a través del coeficiente Alfa de Cronbach que aseguró la fiabilidad (0,801) y ello da consistencia de los resultados obtenidos.

Las variables objeto de estudio se derivaron de las preguntas identificadas en la Tabla 6, las cuales fueron seleccionadas para abordar diversos aspectos del cambio en la enseñanza utilizando una tecnología de Información y comunicación como lo es la plataforma Google Sites. Esta estructura permitió una evaluación exhaustiva y sistemática de los efectos del aprendizaje colaborativo en el proceso de aprendizaje, estableciendo así una base sólida para el análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

La investigación se centró en una población específica compuesta por 187 estudiantes de bachillerato, pertenecientes a una unidad educativa llamada Paúl Ponce. En 3 aulas A de primero a tercero de bachillerato 90 de ellos pasaron por el uso del Google Site (a estos se los sometió a una encuesta (Tabla 1) y 97 a los que no se sometieron al experimento (Tabla 2), el estudio no hizo cálculo muestral pues pidió a todos su participación directa con una tasa de ausentismo del 1%. La encuesta fue estratificada y diseñada con 10 preguntas, 5 preguntas por variable (Tabla 6), cada una identificada con su respectiva fórmula de cálculo, como se ve a continuación:

- Variable independiente:  $TIC\_GoogleSite = \frac{\sum TIC\_GoogleSite}{5}$
- Variable dependiente:  $Rendimiento\_escolar = \frac{\sum Rendimiento\_escolar}{5}$

Estas variables se correlacionaron para medir el impacto de entre ellas y se utilizó el análisis de Rho de Spearman, porque las significancias eran menores al Alfa como lo demuestra la tabla 5.

### Hipótesis

HA: El uso del Google site colaborativo mejora del rendimiento académico en la Unidad Educativa Paúl Ponce.

H0: El uso del Google site colaborativo no mejora del rendimiento académico en la Unidad

**“USO DEL GOOGLE SITE COLABORATIVO PARA LA MEJORA DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO EN LA UNIDAD EDUCATIVA PAUL PONCE RIVADENEIRA”**

Educativa Paúl Ponce.

*Tabla 1: Calificaciones promedio Aula A*

SUJETO A1	Bachillerato 1 AULA A	SUJETO A2	Bachillerato 2 AULA A	SUJETO A3	Bachillerato 3 AULA A
1	10	1	9	1	9
2	8	2	9	2	8
3	10	3	9	3	9
4	9	4	9	4	9
5	8	5	9	5	9
6	9	6	9	6	10
7	8	7	9	7	10
8	9	8	9	8	8
9	10	9	10	9	10
10	8	10	9	10	10
11	9	11	9	11	9
12	9	12	9	12	9
13	9	13	9	13	8
14	8	14	9	14	10
15	9	15	9	15	8
16	9	16	9	16	8
17	9	17	8	17	9
18	9	18	10	18	8
19	9	19	9	19	9
20	9	20	9	20	9
21	9	21	8	21	10
22	9	22	10	22	10
23	10	23	9	23	9
24	10	24	9	24	9
25	10	25	9	25	10
26	9	26	9	26	9
27	9	27	9	27	9
28	10	28	10	28	9
29	9	29	9	29	8
30	8	30	9	30	9
31	9	31	9	31	9
32	9			32	8
				33	10
				34	9
<b>Promedios de calificaciones</b>	<b>9,03</b>		<b>9,06</b>		<b>9,03</b>



**“USO DEL GOOGLE SITE COLABORATIVO PARA LA MEJORA DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO EN LA UNIDAD EDUCATIVA PAUL PONCE RIVADENEIRA”**

*Tabla 2: Calificaciones promedio Aula B*

SUJETO A4	Bachillerato 1 AULA B	SUJETO A5	Bachillerato 2 AULA B	SUJETO A6	Bachillerato 3 AULA B
1	8	1	10	1	10
2	8	2	7	2	7
3	7	3	9	3	9
4	7	4	10	4	8
5	10	5	10	5	9
6	7	6	7	6	8
7	10	7	8	7	8
8	10	8	7	8	9
9	9	9	8	9	7
10	10	10	7	10	8
11	10	11	9	11	10
12	7	12	8	12	8
13	9	13	9	13	9
14	10	14	9	14	10
15	10	15	10	15	7
16	7	16	9	16	7
17	10	17	8	17	10
18	7	18	7	18	7
19	7	19	7	19	8
20	9	20	9	20	7
21	8	21	7	21	9
22	8	22	7	22	9
23	10	23	9	23	10
24	8	24	7	24	8
25	7	25	10	25	7
26	7	26	7	26	9
27	9	27	9	27	9
28	7	28	8	28	9
29	7	29	9	29	7
30	8			30	8
				31	9
<b>Promedios de calificaciones</b>	<b>8,37</b>		<b>8,31</b>		<b>8,39</b>

**“USO DEL GOOGLE SITE COLABORATIVO PARA LA MEJORA DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO EN LA UNIDAD EDUCATIVA PAUL PONCE RIVADENEIRA”**

**Tabla 3: Condiciones del experimento**

Condiciones del experimento	Aulas	Promedios/aula	Promedios variables
No se aplicó la herramienta digital	Bachillerato 1 AULA B	8,37	8,35
	Bachillerato 2 AULA B	8,31	
	Bachillerato 3 AULA B	8,39	
Se aplicó la herramienta digital	Bachillerato 1 AULA A	9,03	9,04
	Bachillerato 2 AULA A	9,06	
	Bachillerato 3 AULA A	9,03	

**Tabla 4: Desviación de las medias**

	Promedios calificaciones Aula A	Promedios calificaciones Aula B
<b>Media</b>	9,04	8,35
<b>N</b>	97	90
<b>Desv. Desviación</b>	0,611	1,145

**Tabla 5: Prueba para una muestra**

	t	gl	Valor de prueba = 0		95% de intervalo de confianza de la diferencia	
			Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Inferior	Superior
<b>PROMEDIOS AULA B</b>	69,247	89	0,000	8,35	8,12	8,60
<b>PROMEDIOS AULA A</b>	145,746	96	0,000	9,04	8,92	9,16

**“USO DEL GOOGLE SITE COLABORATIVO PARA LA MEJORA DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO EN LA UNIDAD EDUCATIVA PAUL PONCE RIVADENEIRA”**

**Tabla 6: Encuesta**

Variable	Codificación	Pregunta	Categorías
Vídeo independiente: Google Site	VI1	1. ¿Considera útil el Google Site colaborativo como herramienta para colaborar en proyectos escolares?	
	VI2	2. ¿Cree que el uso del Google Site colaborativo ha mejorado su capacidad para trabajar en equipo?	
	VI3	3. ¿Siente que el Google Site colaborativo facilita el acceso y la organización de recursos educativos?	
	VI4	4. ¿Ha experimentado una mejora en su comprensión de los temas tratados gracias al uso del Google Site colaborativo?	
	VI5	5. ¿Considera que el Google Site colaborativo ha aumentado su motivación para participar activamente en las actividades escolares?	1 "Muy en desacuerdo" 2 "Desacuerdo" 3 "Indistinto" 4 "De acuerdo" 5 "Muy de acuerdo"
Variable dependiente: Rendimiento Académico	VD1	1. ¿Ha experimentado una mejora en sus calificaciones desde que comenzó a utilizar el Google Site colaborativo?	
	VD2	2. ¿Encuentra que el Google Site colaborativo le ha ayudado a organizar mejor su tiempo de estudio?	
	VD3	3. ¿Siente que el uso del Google Site colaborativo ha mejorado su habilidad para encontrar y acceder a material de estudio relevante?	
	VD4	4. ¿Ha notado una mejora en sus calificaciones desde que comenzó a utilizar el Google Site colaborativo?	
	VD5	5. ¿Cree que el Google Site colaborativo ha contribuido a un ambiente de aprendizaje más interactivo y dinámico en el aula?	

**Tabla 7: Resultados descriptivos de la encuesta**

Preguntas	Muy en desacuerdo	Desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Muy de acuerdo
1. ¿Considera útil el Google Site colaborativo como herramienta para colaborar en proyectos escolares?	2,2%	15,6%	1,1%	64,4%	16,7%
2. ¿Cree que el uso del Google Site colaborativo ha mejorado su capacidad para trabajar en equipo?	0,0%	1,1%	1,1%	73,3%	24,4%
3. ¿Siente que el Google Site colaborativo facilita el acceso y la organización de recursos educativos?	0,0%	16,7%	5,6%	57,8%	20,0%

**“USO DEL GOOGLE SITE COLABORATIVO PARA LA MEJORA DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO EN LA UNIDAD EDUCATIVA PAUL PONCE RIVADENEIRA”**

4. ¿Ha experimentado una mejora en su comprensión de los temas tratados gracias al uso del Google Site colaborativo?	0,0%	3,3%	0,0%	44,4%	52,2%
5. ¿Considera que el Google Site colaborativo ha aumentado su motivación para participar activamente en las actividades escolares?	0,0%	0,0%	0,0%	55,6%	44,4%
1. ¿Ha experimentado una mejora en sus calificaciones desde que comenzó a utilizar el Google Site colaborativo?	7,8%	2,2%	1,1%	35,6%	53,3%
2. ¿Encuentra que el Google Site colaborativo le ha ayudado a organizar mejor su tiempo de estudio?	5,6%	18,9%	0,0%	63,3%	12,2%
3. ¿Siente que el uso del Google Site colaborativo ha mejorado su habilidad para encontrar y acceder a material de estudio relevante?	4,4%	5,6%	2,2%	68,9%	18,9%
4. ¿Ha notado una mejora en sus calificaciones desde que comenzó a utilizar el Google Site colaborativo?	2,2%	2,2%	0,0%	55,6%	40,0%
5. ¿Cree que el Google Site colaborativo ha contribuido a un ambiente de aprendizaje más interactivo y dinámico en el aula?	10,0%	0,0%	0,0%	73,3%	16,7%

**Tabla 8:** Resultados correlacionado de las variables

Rho de Spearman		Variable independiente: TIC_GoogleSite	Variable dependiente: Rendimiento_escolar
<b>Variable independiente: TIC_GoogleSite</b>	Coefficiente de correlación	1,000	,792**
	Sig. (bilateral)		0,000
	N	90	90
<b>Variable dependiente: Rendimiento_escolar</b>	Coefficiente de correlación	,792**	1,000
	Sig. (bilateral)	0,000	
	N	90	90

Nota: \*\*. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Análisis del contraste de calificaciones

Primero se hizo un contraste de las calificaciones de las aulas que usaron y no usaron el Google Sites, para ello, se tomaron los promedios de las calificaciones del aula de lenguaje o su equivalente en los tres años del bachillerato, los resultados de la Tabla 1 y 2 se redujeron a la Tabla 3 y se llegó a la conclusión, que en todas las veces que se realizó el experimento, las calificaciones mejoraron en el 8% con el uso del Google Site. Lo que corrobora la hipótesis A, desde este análisis estadístico.

El análisis se profundizó para hacer un estudio de los comportamientos del aula A y B y se encontró que en la Desviación Estándar revisada en la Tabla 4, indica la dispersión de las calificaciones alrededor de la media en cada aula. En el aula A, la desviación estándar es de 0,611, lo que indica que las calificaciones tienden a estar más cerca de la media. En el aula B, la desviación estándar es de 1,145, lo que sugiere una mayor dispersión de las calificaciones alrededor de la media, es decir, hay más variabilidad en las calificaciones obtenidas por los estudiantes en el aula B en comparación con el aula A.

La Tabla 5 muestra que, en promedio, los estudiantes en el aula A tienen calificaciones ligeramente más altas que los estudiantes en el aula B. Además, hay una mayor variabilidad en las calificaciones en el aula B en comparación con el aula A. En las calificaciones del aula A, estas fluctúan entre 8,92 y 9,16, mientras que las del aula B varían mayormente entre 8,16 y 8,60. Considerándose que en ambos casos se aplicaron los mismos contenidos académicos y en cada año lectivo estuvo el mismo docente, se declara que hay una mejora significativamente estadística en los aprendizajes de los estudiantes. Además, las significancias asintóticas en todos los casos son menores al alfa ( $\alpha \leq 0,05$ ), por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula.

### Resultados descriptivos

Las respuestas de la Tabla 7 de los estudiantes a la encuesta sobre el uso del Google Site colaborativo proporcionan información relevante sobre su percepción y experiencia con esta herramienta. Aquí está la interpretación de los resultados:

Considerando la utilidad del Google Site colaborativo como herramienta para colaborar en proyectos escolares, la mayoría de los estudiantes están de acuerdo o muy de acuerdo (64,4% de acuerdo, 16,7% muy de acuerdo). Esto sugiere que los estudiantes encuentran que esta plataforma es útil para trabajar en proyectos escolares de manera colaborativa.

Respecto a si el uso del Google Site colaborativo ha mejorado la capacidad de los estudiantes para trabajar en equipo, la mayoría de los estudiantes están de acuerdo o muy de acuerdo (73,3% de acuerdo, 24,4% muy de acuerdo). Esto indica que los estudiantes perciben que esta herramienta ha mejorado su capacidad para trabajar de manera colaborativa en equipo.

En cuanto a si el Google Site colaborativo facilita el acceso y la organización de recursos educativos, la mayoría de los estudiantes están de acuerdo o muy de acuerdo (57,8% de acuerdo, 20,0% muy de acuerdo). Esto sugiere que los estudiantes perciben que esta plataforma facilita el acceso y la organización de recursos educativos relevantes.

Con respecto a si el uso del Google Site colaborativo ha mejorado la comprensión de los temas tratados, la mayoría de los estudiantes están de acuerdo o muy de acuerdo (44,4% de acuerdo, 52,2% muy de acuerdo). Esto indica que los estudiantes perciben que esta herramienta ha contribuido a una mejor comprensión de los temas tratados.

En relación con si el Google Site colaborativo ha aumentado la motivación para participar activamente en las actividades escolares, la mayoría de los estudiantes están de acuerdo o muy de acuerdo (55,6% de acuerdo, 44,4% muy de acuerdo). Esto sugiere que los estudiantes perciben que esta plataforma ha aumentado su motivación para participar activamente en las actividades escolares.

Por lo tanto, los resultados de la encuesta muestran una percepción positiva por parte de los estudiantes hacia el uso del Google Site colaborativo. La mayoría de los estudiantes consideran que esta herramienta es útil, mejora su capacidad para trabajar en equipo, facilita el acceso a recursos educativos, contribuye a una mejor comprensión de los temas y aumenta su motivación para participar activamente en las actividades escolares. Esto sugiere que el uso del Google Site colaborativo puede tener un impacto positivo en el proceso de aprendizaje y en la experiencia educativa de los estudiantes.

#### Resultados de las correlaciones

La correlación de Spearman entre la variable independiente "TIC\_GoogleSite" y la variable dependiente "Rendimiento\_escolar" es altamente significativa ( $\rho = 0,792$ ,  $p < 0,01$ ). Esto indica una correlación positiva y fuerte entre estas dos variables. En términos prácticos, significa que existe una relación positiva entre el uso del Google Site y el rendimiento escolar de los estudiantes. Cuando aumenta el uso de Google Site como herramienta tecnológica en el contexto educativo, tiende a haber un aumento significativo en el rendimiento académico de los estudiantes.

Es importante destacar que la significancia estadística indica que esta relación no es producto del azar, sino que es lo suficientemente robusta como para considerarla como una asociación genuina entre el uso de Google Site y el rendimiento escolar. Estos hallazgos sugieren que la integración efectiva de la tecnología, en este caso, el uso del Google Site, puede tener un impacto positivo en el desempeño académico de los estudiantes. Esto respalda la importancia de incorporar herramientas tecnológicas en el contexto educativo para mejorar los resultados de aprendizaje.

## CONCLUSIONES

De acuerdo con el primer objetivo del análisis de los autores y lo que se ha publicado, indican que Google Sites ofrece una amplia gama de herramientas y características que pueden ayudar significativamente a los estudiantes a participar en el aprendizaje colaborativo. Desde la creación y organización de contenido hasta la comunicación y la colaboración en tiempo real, Google Sites facilita la colaboración entre estudiantes y promueve un entorno educativo dinámico y participativo. Al integrar Google Sites en el aula, los educadores pueden fomentar la colaboración, la creatividad y el compromiso de los estudiantes, preparándolos para tener éxito en un mundo cada vez más interconectado y digitalizado.

El segundo objetivo la conclusión estadística descriptiva de los resultados del contraste de calificaciones indica que el uso del Google Site colaborativo tiene un impacto significativo en el rendimiento académico de los estudiantes. Este impacto se observó consistentemente a lo largo de múltiples experimentos, donde se encontró que las calificaciones mejoraron en un 8% en todas las ocasiones en que se realizó el experimento, corroborando la hipótesis A. Además, al profundizar en el análisis de los comportamientos de las aulas A y B, se encontraron diferencias significativas en la dispersión de las calificaciones.

La desviación estándar en el aula A fue de 0,611, indicando que las calificaciones tienden a estar más cercanas a la media, mientras que en el aula B la desviación estándar fue de 1,145, lo que sugiere una mayor variabilidad en las calificaciones alrededor de la media. Asimismo, se observó que, en promedio, los estudiantes en el aula A obtuvieron calificaciones ligeramente más altas que los estudiantes en el aula B, y hubo una mayor variabilidad en las calificaciones en el aula B en comparación con el aula A.

Considerando que se aplicaron los mismos contenidos académicos y que cada año lectivo estuvo a cargo del mismo docente en ambos casos, se concluye que el uso del Google Site colaborativo contribuyó significativamente a mejorar los aprendizajes de los estudiantes. Además, se encontró que las significancias asintóticas en todos los casos fueron menores al nivel de significancia establecido ( $\alpha \leq 0,05$ ), lo que lleva al rechazo de la hipótesis nula y respalda la validez estadística de los resultados obtenidos.

Siguiendo el mismo objetivo, se encontró además en el análisis de la correlación de Spearman que entre la variable independiente "TIC\_GoogleSite" y la variable dependiente "Rendimiento escolar" revelan una asociación significativa y positiva entre el uso del Google Site y el rendimiento académico de los estudiantes. El coeficiente de correlación de 0,792 indica una relación fuerte entre estas dos variables, lo que sugiere que a medida que aumenta el uso del Google Site como herramienta tecnológica en el ámbito educativo, también tiende a aumentar el rendimiento escolar de los estudiantes. Este hallazgo es estadísticamente significativo, con un nivel de significancia  $p < 0,01$ , lo que indica que la asociación observada no es aleatoria, sino genuina.

Estos resultados tienen importantes implicaciones para la práctica educativa, ya que respaldan la idea de que la integración efectiva de la tecnología, en este caso, el uso del Google Site

colaborativo, puede ser una estrategia eficaz para mejorar el desempeño académico de los estudiantes. Al proporcionar una plataforma que facilite la colaboración, el acceso a recursos educativos y la organización del contenido, el Google Site puede fomentar un ambiente de aprendizaje más dinámico y participativo, lo que a su vez contribuye a un mejor rendimiento escolar.

El tercer objetivo, nos lleva a la conclusión de que los resultados de la encuesta sobre el uso del Google Site colaborativo en el contexto educativo reflejan una percepción mayoritariamente positiva por parte de los estudiantes. Las respuestas indican que esta herramienta se percibe como útil para colaborar en proyectos escolares, mejorar la capacidad para trabajar en equipo, facilitar el acceso y la organización de recursos educativos, así como aumentar la comprensión de los temas tratados y la motivación para participar activamente en las actividades escolares. Estos hallazgos sugieren que el Google Site colaborativo es una herramienta pedagógica efectiva para promover la colaboración, el aprendizaje activo y la motivación entre los estudiantes. La mayoría de los estudiantes valoran positivamente su experiencia con esta plataforma, lo que indica su potencial para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje y contribuir al desarrollo de habilidades clave, como el trabajo en equipo, la organización y la motivación intrínseca.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Morente JA,CFJ,MJ,CC,&HE. Un proceso de toma de decisiones de grupo dinámico para un gran número de alternativas utilizando ontologías difusas vacilantes y análisis de sentimientos. *Knowledge-Based Systems*. 2020; 195, 105657.
2. Al Manei M,SK,&TC. Un marco conceptual de implementación lean basado en la teoría de la gestión del cambio. *Procedia CIRP*. 2018; 72, 1160-1165.
3. Kafai YB. Visiones construccionistas: Diversión dura con juegos serios. *International Journal of Child-Computer Interaction*. 2018; 18, 19-21.
4. Kong SC,CMM,&LM(. Un estudio del interés de los estudiantes de primaria, la actitud de colaboración y el empoderamiento de la programación en la educación del pensamiento computacional. *Computers & Education*. 2018; 127, 178-189.
5. Gauvain M. Teoría sociocultural de Vygotsky. En J. B. Benson (Ed.), *Encyclopedia of Infant and Early Childhood Development*. Second Edition). Elsevie. 2020; pp. 446-454.
6. Al Manei M,SK,&TC. Un marco conceptual de implementación lean basado en la teoría de la gestión del cambio. *Procedia CIRP*. 2018; 72, 1160-1165.
7. Reynolds JE,LX,GMN,DD,&LC. La asimetría estructural y funcional de la red lingüística surge en la primera infancia. *Developmental Cognitive Neuroscience*. 2018; 39, 100682.
8. Bhati A,&SI. Nuevos métodos de aprendizaje experiencial colaborativo para proporcionar una evaluación formativa personalizada. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*. 2019; 14, 179-195.
9. Ashruf S,PDvdHAEMA,&PX. Práctica profesional: Un estudio de caso de colaboraciones entre la educación y la industria.. *Journal of Education and Practice*. 2021; 12(6), Article 6.
10. Álvarez C. Aprendizaje colaborativo mediado por TIC en la enseñanza universitaria: Un acercamiento a las percepciones y experiencias de profesores y alumnos de la Universidad



- Autónoma de Chihuahua. Universidad de Salamanca].. 2015.
11. Sánchez-Arévalo Agundo J,&SFL. Aplicación de la realidad virtual en entornos inmersivos a la ingeniería colaborativa.. Ingeniería naval. 2021; 999, 95-112.
  12. Roman-Acosta D,&VBB. Del conocimiento individual a la sinergia colectiva: Potenciando la colaboración en las redes de investigación. Estrategia y Gestión Universitaria. 2023; 11(2),Article 2.
  13. Sagredo EJ,BMP,&CM. Gestión del tiempo, trabajo colaborativo docente e inclusión educativa. Revista Colombiana de Educación. 2020; 78, 343-360.
  14. Queupil JP,MC,CC,QJP,MDC,&CVC. Redes de colaboración entre equipos de integración escolar (pie) y docentes durante la pandemia COVID-19. Perspectiva Educacional. 2021; 60(3), 57-83.
  15. Moreno J,SJD,&PAF. Un enfoque híbrido para la composición de grupos en contextos de aprendizaje colaborativo. Heliyon. 2021; 7(6), Article 6.
  16. Ortega L,MC,PD,&MMV. Patrones y Predictores de Colaboración Docente: Un Estudio Mixto en Escuelas Chilenas.. REICE: Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación. 2023; 21(1)(65-86.).
  17. Flores C. Ciencia basada en problemas, un enfoque constructorista de la alfabetización científica en la escuela secundaria. International Journal of Child-Computer Interaction. 2018; 16(25-30).
  18. Mandarić Vukušić A. Desarrollo profesional de maestros de jardín de infantes y escuelas primarias para la colaboración con los padres. Croatian Journal of Education : Hrvatski Časopis Za Odgoj i Obrazovanje. 2018; 20(Sp.Ed.1), Article Sp.Ed.1.
  19. Lämsä J,HR,KP,VJ,&LE. ¿Qué hacemos cuando analizamos los aspectos temporales del aprendizaje colaborativo asistido por computadora? Una revisión sistemática de la literatura. Educational Research Review. 2021; 33, 100387.
  20. Lock J,&RP. Expertos integrados en aprendizaje colaborativo en línea: Un estudio de caso. The Internet and Higher Education. 2021; 48, 100773.
  21. Lyons KM,LNG,GJA,WJ,&MJE. Usar un enfoque de investigación basado en el diseño para desarrollar y estudiar una herramienta basada en la web para apoyar el aprendizaje colaborativo. Computers & Education. 2021; 161, 104064.
  22. Starks AC,&RSM. “What about special ed?”: Barriers and enablers for teaching with technology in special education. Computers & Education. 2023; 193, 104665.
  23. Maulidia HRR,KMA,&AAMK. Peningkatan Kompetensi Guru Ma’arif melalui Pelatihan Media Interaktif Google Sites di MINU al-Istiqamah. Ma’arif Journal of Education, Madrasah Innovation and Aswaja Studies. 2023; 2(1),.
  24. Ikramovich KK(. DEVELOPMENT OF STUDENTS’ DIGITAL COMPETENCE IN THE PROCESS OF INDEPENDENT STUDY.. Galaxy International Interdisciplinary Research Journal,. 2023; 11(10), Article 10.
  25. Mansurjonovich JM. DESIGNING THE STRATEGY OF STUDENT INDIVIDUALITY IN INDEPENDENT RESEARCH ACTIVITY. Galaxy International Interdisciplinary Research Journal. 2023; 11(4), Article 4.
  26. Luo Q,PMJ,&SMD. Perspectival» Mirror of the Elephant: Investigating Language Bias on Google, ChatGPT, YouTube, and Wikipedia. 2024; (arXiv:2303.16281). arXiv.
  27. Bohórquez F,AFCO&SB. Laboratorio vivo como método de investigación. Liveworking

Editorial. 2018.

28. Andrade F, AOJ, & ACR. Método inductivo y su refutación deductista. Conrado. 2018; 14(63), Article 63.

# LA PLATAFORMA QUIZZZ, PARA FOMENTAR EL APRENDIZAJE DE PROGRAMACIÓN ORIENTADA A OBJETOS EN LA GAMIFICACIÓN

## THE QUIZZZ PLATFORM, TO PROMOTE OBJECT-ORIENTED PROGRAMMING LEARNING IN GAMIFICATION

Erika Elizabeth Llerena Choez<sup>1</sup>, Belkys Quintana Suarez<sup>2</sup>, Francisco Javier Montesdeoca Coello<sup>3</sup>, Edgar Freddy Morales Caguana<sup>4</sup>

{erika.llerenac@ug.edu.ec<sup>1</sup>, belkys.quintanas@ug.edu.ec<sup>2</sup>, francisco.montesdeocac@ug.edu.ec<sup>3</sup>, edgar.moralesc@ug.edu.ec<sup>4</sup>}

Fecha de recepción: 1 de junio de 2024 / Fecha de aceptación: 4 de julio de 2024 / Fecha de publicación: 14 de julio de 2024

**RESUMEN:** En la investigación se analiza la implementación y efectividad de la plataforma lúdica e interactivas, como estrategia de gamificación innovadora en estudiantes de la carrera de pedagogía de las ciencias experimentales informática de la Universidad de Guayaquil. A pesar de la creciente popularidad de plataformas interactivas en la educación, es esencial investigar su impacto específico en este contexto académico. Los métodos científicos utilizados, entre los que se encuentran la modelación, el sistémico estructural, la observación y la encuesta permitieron la interpretación de los datos y la implementación en la práctica. Se analiza la efectividad de plataforma lúdica como Quizziz que utiliza elementos de juego para motivar a los estudiantes de informática de manera participativa. El instrumento utilizado en el cuestionario fue elaborado en un formulario de Google forms con 5 interrogantes, siendo esta aplicada a un total de 21 estudiantes pertenecientes a la carrera de pedagogía de las ciencias experimentales informática, el estudio busca proporcionar una visión integral sobre cómo estas plataformas pueden influir en el proceso de enseñanza-aprendizaje, identificando fortalezas y debilidades y proponiendo recomendaciones; a su vez se utilizaron tanto métodos teóricos como empíricos dentro de los cuales están: análisis síntesis, histórico lógico, enfoque de sistema, observación, los que haciendo una unidad dialéctica entre ellos recogieron datos e interpretamos los mismos. Los resultados evidencian una visión mayoritariamente positiva entre profesores y alumnos sobre el uso de plataformas lúdicas, así como una posible correlación entre su implementación y mejoras en motivación, participación y logros académicos. Se destaca que la gamificación tiene un impacto positivo en la motivación y el rendimiento académico y no se limita a la simple incorporación de juegos en el aula, sino que implica un proceso de diseño intencionado.

**Palabras clave:** *Aprendizaje, gamificación, Quizziz, praxis interactiva, programación*

<sup>1</sup>Universidad de Guayaquil; Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación; <https://orcid.org/0000-0001-5171-9611>

<sup>2</sup>Universidad de Guayaquil; Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación; <https://orcid.org/0000-0001-6518-0645>

<sup>3</sup>Universidad de Guayaquil; Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación; <https://orcid.org/0009-0004-3718-7662>

<sup>4</sup>Universidad de Guayaquil; Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación; <https://orcid.org/0000-0002-6977-814X>

**ABSTRACT:** The research analyzes the implementation and effectiveness of the playful and interactive platform, as an innovative gamification strategy in students of the experimental computer science pedagogy career at the University of Guayaquil. Despite the growing popularity of interactive platforms in education, it is essential to investigate their specific impact in this academic context. The scientific methods used, including modeling, structural systemic, observation and survey, allowed the interpretation of the data and implementation in practice. The effectiveness of a playful platform such as Quizziz that uses game elements to motivate computer science students in a participatory manner is analyzed. The instrument used in the questionnaire was developed in a Google Forms form with 5 questions, this being applied to a total of 21 students belonging to the pedagogy career of experimental computer sciences, the study seeks to provide a comprehensive vision of how these platforms They can influence the teaching-learning process, identifying strengths and weaknesses and proposing recommendations; In turn, both theoretical and empirical methods were used, among which are: synthesis analysis, historical logic, system approach, observation, which, making a dialectical unity between them, collected data and interpreted them. The results show a mostly positive view among teachers and students about the use of recreational platforms, as well as a possible correlation between their implementation and improvements in motivation, participation and academic achievements. It is highlighted that gamification has a positive impact on motivation and academic performance and is not limited to the simple incorporation of games in the classroom, but involves an intentional design process.

*Keywords: learning, gamification, Quizziz, interactive praxis, programming*

## INTRODUCCIÓN

A pesar de que estas plataformas interactivas han ganado popularidad en los últimos años como herramientas pedagógicas innovadoras, es fundamental investigar su impacto específico en el contexto de la carrera de pedagogía de las ciencias experimentales informática de la Universidad de Guayaquil.

El presente estudio se centra en analizar y comprender la efectividad de la plataforma lúdicas como una praxis interactiva en estudiantes de la carrera de pedagogía de las ciencias experimentales informática de la Universidad de Guayaquil. Por ejemplo, Quizziz, Kahoot o Educaplay son plataformas educativas que emplean elementos y mecánicas de juego en el entorno de aprendizaje para motivar y fomentar el aprendizaje de los estudiantes de informática de manera interactiva y participativa.

Este estudio pretende proporcionar una visión integral sobre cómo plataformas interactivas pueden influir en el proceso de enseñanza-aprendizaje de estudiantes de pedagogía de las ciencias experimentales informática. A través del análisis de estas preguntas, se busca identificar fortalezas y debilidades que pueden presentar estas herramientas bajo un contexto específico y proponer recomendaciones para mejorar su aplicación y optimizar el aprendizaje.

El uso de herramientas interactivas se ha convertido en un tema relevante dentro del ámbito educativo debido a su potencial para transformar la experiencia de aprendizaje y promover la participación de los estudiantes. En este contexto, la presente investigación busca brindar una justificación sólida para explorar el uso de plataformas lúdicas (Quizizz, Kahoot y Educaplay) como praxis interactiva en estudiantes de la carrera de Informática de la Universidad de Guayaquil.

La gamificación se ha convertido en un enfoque prometedor para mejorar la participación y la motivación de los estudiantes en los entornos de aprendizaje. Las investigaciones han demostrado que la integración de elementos gamificados, como la plataforma Quizizz, puede afectar significativamente la atención, la motivación y los resultados de aprendizaje de los estudiantes en diversas materias, incluida la programación orientada a objetos (OOP) (1) (2). Al incorporar funciones interactivas y similares a las de un juego, Quizizz no solo capta el interés de los estudiantes, sino que también fomenta un entorno de aprendizaje colaborativo y atractivo, lo que lleva a una mayor participación y comprensión de los estudiantes (3).

Además, se ha descubierto que la utilización de la gamificación en asignaturas técnicas como la programación orientada a objetos aborda los desafíos relacionados con la motivación de los estudiantes y los cambios de paradigma y, en última instancia, promueve una experiencia de aprendizaje más eficaz y agradable (4). Esta introducción sienta las bases para explorar cómo se puede aprovechar la plataforma Quizizz para promover el aprendizaje de la programación orientada a objetos mediante la gamificación, destacando su potencial para revolucionar las prácticas educativas y mejorar los resultados de los estudiantes (5).

Diversos estudios previos han explorado el uso de plataformas lúdicas en contextos educativos, analizando su impacto en la motivación y el aprendizaje de los estudiantes. Páez y Crespo (6), realizaron una investigación en la Unidad Educativa Santo Domingo de Guzmán de Ambato, Ecuador, para evaluar la contribución de la gamificación al desarrollo del razonamiento verbal en estudiantes de bachillerato.

A través de una metodología cuantitativa, se implementó un aula virtual gamificada y se evidenció que efectivamente mejora el razonamiento verbal. Asimismo, Dávila (7), estudió una estrategia gamificada aplicada a la capacitación docente en competencias digitales en la Universidad de las Artes de Ecuador. Los resultados mostraron un incremento significativo en el desempeño académico y una percepción positiva de los participantes sobre esta metodología.

Por su parte, diseñó una propuesta didáctica gamificada (8) para la enseñanza de tecnología en una institución de Colombia, encontrando que aumenta el interés y la participación de los estudiantes en comparación con métodos tradicionales. En la misma línea, (9) describió cómo la gamificación mediante la herramienta Kahoot, influyó positivamente en el proceso de lectura crítica de estudiantes en un colegio de Tunja, Colombia. Los hallazgos indicaron que la motivación por la lectura mejora cuando se utiliza una estrategia digital gamificada que promueve el aprendizaje divertido.

La gamificación, entendida como la praxis interactiva en el uso de la plataforma Quizizz para fomentar el aprendizaje de programación orientada a objetos, ha sido objeto de análisis por

diversos autores, quienes coinciden en destacar su capacidad para aprovechar el potencial motivador de los juegos con el fin de incrementar el compromiso de los estudiantes en actividades académicas. En este sentido, (10) afirma que la gamificación utiliza las técnicas y dinámicas de juego en contextos diferentes, haciendo más atractiva la interacción del alumno con el proceso de aprendizaje. De manera similar, (11) resalta la importancia de la gamificación al permitir su aplicación en la solución de problemas, gracias a su carácter práctico y experimental.

Un componente clave de la gamificación es su capacidad para transferir la mecánica de los videojuegos al ámbito educativo, especialmente atractivo para los jóvenes. (12) señala que la gamificación recoge las mecánicas propias de los videojuegos y las adapta a contextos teóricos de la educación, buscando así mantener la atención y motivación de los estudiantes mediante actividades lúdicas relacionadas con el currículum.

Es crucial destacar que la gamificación no se limita a la simple incorporación de juegos en el aula, sino que implica un proceso de diseño intencionado. Diferencia a la gamificación de otras estrategias, como el aprendizaje basado en juegos, enfatizando que la gamificación adapta elementos puntuales de juegos en sistemas no lúdicos con un propósito definido (13).

Desde una perspectiva personal, la gamificación representa una evolución de las metodologías activas que buscan la participación del estudiante como protagonista de su aprendizaje. Incorpora los beneficios del juego, pero contextualizados en el logro de objetivos académicos, por lo que requiere de una planificación cuidadosa por parte del docente para garantizar su efectividad.

En resumen, la gamificación emerge como una tendencia significativa que capitaliza el atractivo innato del juego para motivar a los estudiantes y potenciar su compromiso con las tareas educativas. Su implementación exitosa depende de un diseño instruccional alineado con los resultados de aprendizaje, más que de la simple inserción de dinámicas lúdicas en el aula. Se destaca la importancia de considerar su potencial motivador, activando el interés de los alumnos por aprender, y la necesidad de mantener un equilibrio entre desafío y recompensa para sustentar la motivación a lo largo del tiempo. La praxis interactiva en el uso de la plataforma Quizizz hace énfasis a la aplicación activa y participativa de conocimientos o habilidades.

Según (14), la gamificación busca atraer a los estudiantes a la asignatura mediante el uso de elementos de juego que generan interés y compromiso con las actividades académicas. De manera similar, (15) sostienen que la gamificación promueve la participación e interacción del alumnado, así como su motivación por su propio proceso formativo.

Desde mi perspectiva, el carácter motivador de la gamificación radica en que aprovecha la predisposición natural de las personas por el juego y la satisfacción de superar retos. Al incorporar mecánicas como puntajes, insignias y recompensas en el contexto educativo, se consigue captar la atención de los estudiantes y orientarla hacia el logro de metas de aprendizaje.

Otro aspecto motivacional importante, según (16) la gamificación posibilita la adaptación de las actividades a las necesidades y preferencias individuales de los estudiantes. Esto contrasta con los métodos tradicionales de enseñanza, ya que promueve un enfoque personalizado que

reconoce los diversos intereses y perfiles en el aula. Desde el cognitivismo, según (17) refiere a la gamificación activa las funciones cerebrales relacionadas con la adquisición de conocimientos, al incidir positivamente en la motivación y el interés que muestran los estudiantes por aprender.

En síntesis, la evidencia destaca que la implementación de estrategias gamificadas, realizada de manera informada, promueve una participación activa del alumno que redundará en aprendizajes significativos y el desarrollo de importantes habilidades. Pero para potenciar estos beneficios es necesario un adecuado alineamiento entre las dinámicas de juego y los contenidos curriculares.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se trata de un proceso sistémico que se emplea con la finalidad de describir o descubrir aquello que puede causar un problema, dando como resultado la búsqueda de soluciones para la problemática de una investigación. Se presenta una investigación cuantitativa, que según su finalidad se utiliza la investigación bibliográfica y de campo, además, según su objetivo gnoseológico se utiliza la investigación explicativa (18).

Los métodos científicos de investigación son un conjunto de procesos, método y técnicas empleados para poder alcanzar un objetivo en específico planteado en el trabajo de investigación (19), dentro del presente trabajo se optó por la utilización de los métodos teóricos: análisis-síntesis, inductivo-deductivo, histórico-lógico, hipotético-deductivo dentro de este proceso se inició con la separación de los objetos de estudio de la problemática, en este caso, las temáticas que se desarrollan en el evento según su poder de desarrollo por los educandos, al realizar el estudio de manera general con la observación de las necesidades a aplicar en la comunidad universitaria, y así, llegar al análisis de las mismas, en base a todas las premisas expuestas dentro de esta investigación, logrando una viable actividad a desarrollar.

La población seleccionada para esta investigación cuyo enfoque es mixto se compone exclusivamente de los estudiantes pertenecientes a la carrera de pedagogía de las ciencias experimentales informática de la Universidad de Guayaquil. La selección de esta población se justifica por su disposición, dado que el enfoque del estudio se centra de manera específica en analizar la implementación de la gamificación en este nivel educativo y contexto académico particular. La decisión de limitar la investigación a este grupo permite una exploración detallada y contextualizada de las experiencias y percepciones relacionadas con la introducción de la gamificación en el ámbito de la pedagogía en dicha institución.

La muestra seleccionada para este estudio comprende un total de 21 alumnos provenientes de 7mo y 8vo semestre de la carrera de pedagogía de las ciencias experimentales informática de la Universidad de Guayaquil. Esta selección estratégica garantiza una representación significativa de estudiantes avanzados, permitiendo una evaluación más profunda de la implementación de la gamificación mediante la plataforma Quizizz para potenciar el aprendizaje de programación orientada a objetos en este contexto educativo específico. Como instrumentos se desarrolló la guía de observación directa y se utiliza la plataforma de formularios de Google para diseñar la encuesta, empleando opciones de escala Likert (20). Este instrumento nos permitirá explorar la

percepción de los estudiantes de pedagogía de las ciencias experimentales informática de la Universidad de Guayaquil sobre la gamificación, específicamente en el contexto del uso de la plataforma Quizizz para fortalecer el aprendizaje de programación orientada a objetos (21).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados indican que la mayoría de los participantes perciben la gamificación como altamente efectiva en comparación con los métodos de enseñanza tradicionales. En la Figura 3 se asignan calificaciones de 4 y otra media califica con un 5 los encuestados expresan una evaluación positiva, destacando la eficacia de la gamificación en el proceso de aprendizaje de programación orientada a objetos. Solo la minoría que asigna una calificación de 3, sugiriendo que la gamificación tiene aún un nivel aceptable de aprobación entre aquellos que no la perciben como la opción más efectiva.

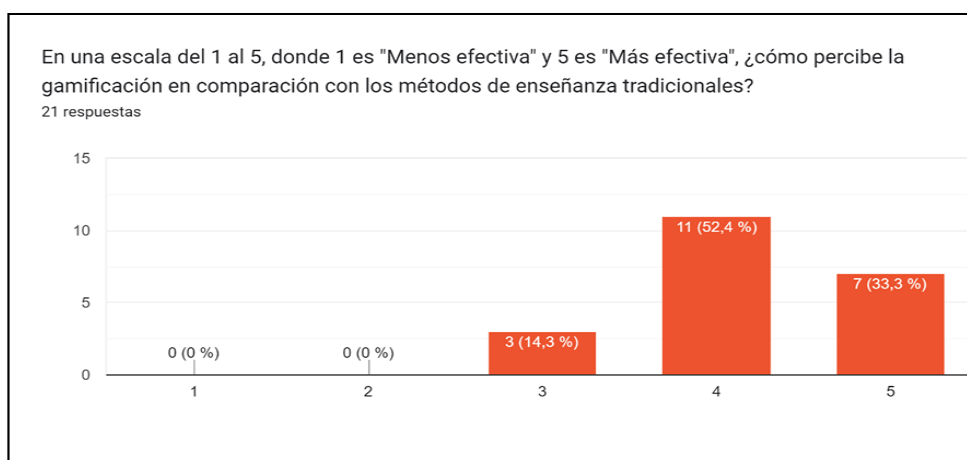


Figura 1: ¿Como percibe la gamificación en comparación con los métodos de enseñanza tradicionales?

Como se aprecia en la Figura 2, los resultados muestran que la mayoría de los encuestados encuentra las actividades educativas basadas en la gamificación bastante interesantes.

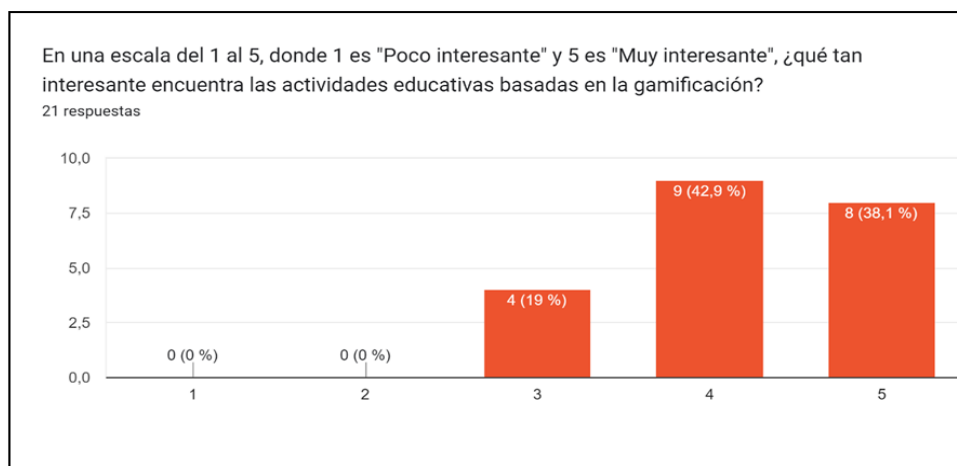


Figura 2: ¿Qué tan interesante encuentra las actividades educativas basadas en la gamificación?



La mayor parte de los participantes calificaron estas actividades con la puntuación máxima de 5, mientras que un considerable grupo las evaluó con un 4. Además, y solo un pequeño grupo otorgó una calificación de 3. En general, estos datos sugieren un alto nivel de interés y aceptación hacia la gamificación en el contexto educativo.

En la Figura 3, se presentan los resultados, revelando que la mayoría de los estudiantes perciben la gamificación como altamente motivadora, asignando un nivel máximo de 5 en la escala del 1 al 5. Además, un significativo grupo también la evalúa positivamente con un 4 en la misma escala.

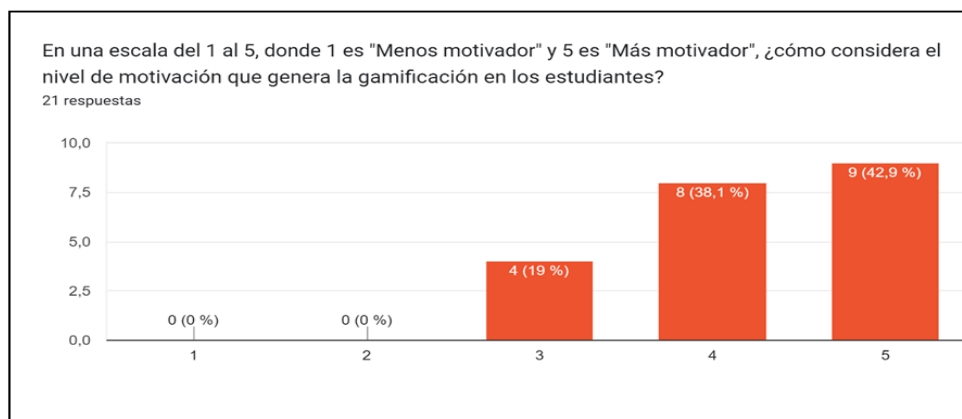


Figura 3: ¿Cómo considera el nivel de motivación que genera la gamificación en los estudiantes?

Esto propone que la implementación de la gamificación, específicamente a través de la plataforma Quizizz para el aprendizaje de programación orientada a objetos, goza de una aceptación mayoritaria y se percibe como un enfoque altamente motivador para los estudiantes. Aunque un pequeño porcentaje otorga un nivel de motivación intermedio con una calificación de 3, la tendencia general indica una experiencia positiva y prometedora en términos de la motivación generada por la gamificación en este contexto educativo.

En la Figura 4 los resultados sugieren que la mayoría de los encuestados consideran "Muy necesario" brindar capacitación y apoyo a los docentes para implementar eficazmente la gamificación.

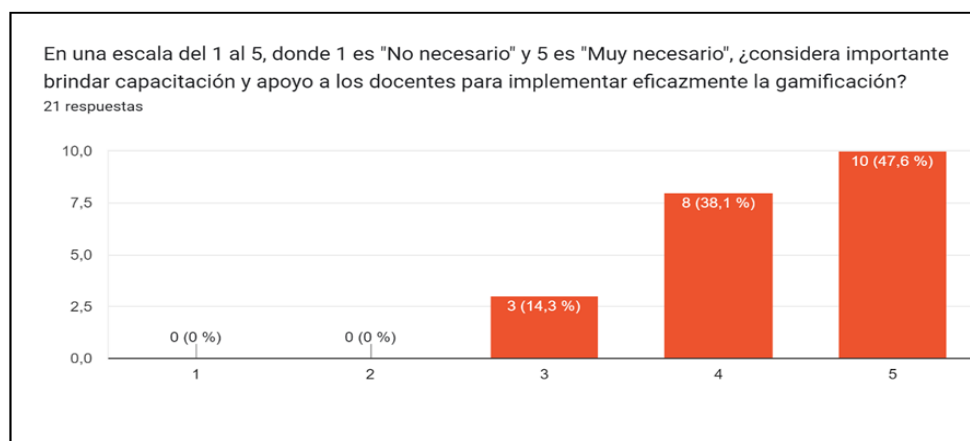


Figura 4: ¿Considera importante brindar capacitación y apoyo a los docentes para implementar eficazmente la gamificación?

Asignando la calificación máxima de 5 en la escala. Además, un considerable grupo también muestra un grado significativo de importancia al marcar un 4 en la escala. Por otro lado, solo un pequeño grupo asigna un nivel intermedio de importancia con una calificación de 3.

En general, la tendencia indica una fuerte inclinación hacia la percepción positiva de la necesidad de capacitación y apoyo para los docentes en la implementación efectiva de la gamificación, destacando la relevancia que la comunidad educativa otorga a esta preparación. Al implementar Quizzz, se muestran las funciones, sus características, ventajas y desventajas, saber para que usar Quizzes como herramienta interactiva es importante para perfeccionar el aprendizaje de la gamificación y la claridad y destreza en cada clase para lograr el desarrollo de habilidades en los contenidos a impartir. Pero para potenciar estos beneficios es necesario un adecuado alineamiento entre las dinámicas de juego y los contenidos curriculares.

## CONCLUSIONES

La investigación refleja una clara y consistente aceptación y percepción positiva de la gamificación en el contexto educativo de la programación orientada a objetos. La mayoría de los participantes perciben la gamificación como altamente efectiva, interesante y motivadora en comparación con métodos de enseñanza tradicionales. La evaluación positiva se destaca en aspectos clave, como la efectividad en el proceso de aprendizaje, el interés generado entre los estudiantes y la percepción de la gamificación como un enfoque motivador.

Los encuestados consideran crucial brindar capacitación y apoyo a los docentes para implementar eficazmente la gamificación, indicando una conciencia generalizada sobre la importancia de preparar adecuadamente a los educadores para maximizar los beneficios de esta estrategia educativa innovadora. Estos hallazgos respaldan la idea de que la gamificación a través de la plataforma Quizzz, tiene un impacto positivo y prometedor en el ámbito educativo de la programación orientada a objetos, generando un fuerte respaldo hacia su implementación efectiva.

Es importante adaptar cuidadosamente las técnicas de gamificación y sus complementos a las necesidades y características de los diversos perfiles de estudiantes. Como señala la literatura, no todos se motivan ante los mismos tipos de dinámicas, por lo que es fundamental para los docentes modular los elementos de juego de acuerdo con los intereses y preferencias de sus alumnos, con el fin de potenciar al máximo los resultados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. W., N., Hidayat., Wiji, Dwi, Prasetyo., A., N., Zahiroh., Esa, Pramudheva, Maydi, Syahri., M., M., Afdloly., R., K., Sari. Development of Gamification and Live Coding-Based Programming Learning Platform to Foster Learning Motivation of Vocational Students. (2023).299-304. doi: 10.1109/jeit59852.2023.10335572
2. Healthy vs Unhealthy Food Game Apps: Gamification App for Year Three Students. 2023.

- Janderson, Aguiar. Uma abordagem gamificada no ensino técnico de programação orientada a objetos. (2024). doi: 10.54033/cadpedv21n1-071
4. Wanda, Nugroho, Yanuarto., Putri, Dinda, Hastinasyah. Gamification: Quizizz in Mathematical Game Learning for Secondary Students. Indonesian Journal of Mathematics Education, (2023). doi: 10.31002/ijome.v5i2.6588
  5. Yerry, Soepriyanto., Dedi, Kuswandi. Gamification Activities for Learning Visual Object-Oriented Programming. (2021). doi: 10.1109/ICET53279.2021.9575076
  6. Páez Quinde MCyCJFI. Gamificación y el razonamiento verbal en los estudiantes de bachillerato. Repositorio Institucional de la Universidad Técnica de Ambato. 2018.
  7. Dávila Santillán LN. Estrategias de gamificación aplicadas al desarrollo de competencias digitales docentes. Repositorio Institucional de la Universidad Casa Grande. 2019.
  8. Perilla Cruz JR. Educación en tecnología: de la gamificación al aprendizaje. Repositorio Institucional Universidad Distrital Francisco José de Caldas. 2019.
  9. Castro-Soler LM. Gamificación y Lectura Crítica. Repositorio Institucional Universidad de Santander. 2020.
  10. Soler LMC(. La gamificación como un espacio para la lectura crítica. Experiencias Investigativas y Significativas. 2020;(6(6), 14-14.).
  11. Cruz CSD,&PTD. March). An empirical study of gamified learning application engagement to exceptional learners. In Proceedings of the 8th International Conference on Informatics. Environment, Energy and Applications. 2019;((pp. 263-267).).
  12. Almagro MLB,PR,&PMÁH. Gamificación educativa y videojuegos.. Educación y futuro digital,. 2021; 22(69-84.).
  13. Reyes Cabrera WR,&QPSH. Gamificación en la educación a distancia: experiencias en un modelo educativo universitario.. Apertura (Guadalajara, Jal.),. 2020; 12(2)( 6-19).
  14. Caiza Gualotuña JI. Gamificaciones en el aprendizaje de Ciencias Naturales (Master's thesis, Quito: Universidad Tecnológica Indoamérica). 2021.
  15. Cano-Correa EO,&CPEA. La Gamificación Como Estrategia Motivadora en el Proceso de Comprensión Lectora. 2021.
  16. Gonzalez O,RER,&SPV. Implicaciones de la gamificación en educación matemática, un estudio exploratorio. Revista de Educación a distancia (REd). 2021;(21-68).
  17. Montero Llamuca LB. La gamificación y su aplicación en estudiantes con bajo rendimiento académico (Master's thesis, Guayaquil: ULVR, 2022.). 2022.
  18. Rasinger S. La investigación cuantitativa en lingüística: Una introducción: Ediciones Akal; 2020.
  19. Juan Antonio AV. Las variables como elemento sustancial en el método científico. Revista Educación. 2021; 46(1).
  20. Sandra, Margarita, Maldonado, Luna. Manual Práctico Para El Diseño De La Escala Likert. (2012).;2(4):14-. doi: 10.37646/XIHMAI.V2I4.101
  21. Juan, Luis, Reyes., Manuel, Alfonso, Garzón, Castrillón., Blanca, Tapia, Sánchez. Design and Validation of a Likert Type Scale to Establish Entrepreneurial Characteristics. (2018).;16(2):135-160. doi: 10.15665/DEM.V16I2.1599

# ECONOMÍA CIRCULAR Y SOSTENIBILIDAD EMPRESARIAL: UN ENFOQUE INTEGRADO EN LA ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

## CIRCULAR ECONOMY AND BUSINESS SUSTAINABILITY: AN INTEGRATED APPROACH TO BUSINESS ADMINISTRATION

María Belén Bravo Avalos<sup>1</sup>, Grace Natalie Tamayo Galarza<sup>2</sup>, Ana Julia Vinueza Salinas<sup>3</sup>,  
Ximena Patricia Granizo Espinoza<sup>4</sup>

{maria.bravo@esPOCH.edu.ec<sup>1</sup>, grace.tamayo@iaen.edu.ec<sup>2</sup>, ana.vinueza@esPOCH.edu.ec<sup>3</sup>, xgranizo@esPOCH.edu.ec<sup>4</sup>}

Fecha de recepción: 30 de mayo de 2024

/ Fecha de aceptación: 10 de julio de 2024

/ Fecha de publicación: 14 de julio de 2024

**RESUMEN:** El artículo aborda la urgencia de transitar hacia sistemas sociotécnicos más sostenibles, enfrentando desafíos ambientales, sociales y económicos. Destaca la economía circular como clave para abordar estos problemas y la importancia de integrarla con la sostenibilidad empresarial en la gestión. Define la economía circular como un sistema regenerativo y sostenible que minimiza la entrada de recursos y los desechos mediante prácticas como el diseño duradero y el reciclaje. La sostenibilidad se presenta como la integración equilibrada de rendimiento económico, inclusión social y resiliencia ambiental. Aunque la economía circular ofrece oportunidades, la circularidad global ha disminuido, evidenciando desafíos en su adopción. Se introduce el marco ReSOLVE para generar estrategias circulares y se destaca la importancia de los pilares de la sostenibilidad empresarial (valor social, valor medioambiental y valor económico), explora la convergencia entre la economía circular y la sostenibilidad empresarial, identificando dimensiones clave y aplicando una escala Likert para medir su impacto en la gestión empresarial. Como resultado se desarrolla estrategias que permiten a las empresas prosperar de manera sostenible y responsable. Se concluye enfatizando la necesidad de integrar efectivamente estos enfoques para construir un futuro empresarial sostenible, con un enfoque metodológico riguroso.

**Palabras clave:** Economía circular, sostenibilidad, integración, estrategias, gestión

**ABSTRACT:** The article addresses the urgency of transitioning to more sustainable sociotechnical systems, addressing environmental, social, and economic challenges. It highlights the circular economy as crucial to tackling these issues and emphasizes the importance of integrating it with business sustainability in management. It defines the circular

<sup>1</sup>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Administración de Empresas, Carrera de Administración de Empresas, Riobamba, Ecuador, <https://orcid.org/0000-0002-5999-4690>

<sup>2</sup>Instituto de Altos Estudios Nacionales, Economía Pública y Sectores Estratégicos, Quito, Ecuador, <https://orcid.org/0000-0003-2112-8946>

<sup>3</sup>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Administración de Empresas, Carrera de Mercadotecnia, Riobamba, Ecuador, <https://orcid.org/0000-0001-7833-8499>

<sup>4</sup>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Administración de Empresas, Carrera Mercadotecnia, Riobamba, Ecuador, <https://orcid.org/0000-0003-1724-0249>

economy as a regenerative and sustainable system that minimizes the input of resources and waste through practices such as durable design and recycling. Sustainability is presented as the balanced integration of economic performance, social inclusion, and environmental resilience. Although the circular economy offers opportunities, global circularity has decreased, revealing challenges in its adoption. The ReSOLVE framework is introduced to generate circular strategies, emphasizing the significance of the pillars of business sustainability (social value, environmental value, and economic value). The Likert scale is proposed to measure these variables, enabling a quantifiable assessment. The conclusion underscores the need to effectively integrate these approaches to build a sustainable business future, with a rigorous methodological focus.

*Keywords: Circular economy, sustainability, integration, strategies, management*

## INTRODUCCIÓN

Existe una apremiante necesidad de transitar hacia sistemas sociotécnicos más sostenibles. Problemas ambientales como la pérdida de biodiversidad, la contaminación del agua, el aire y el suelo, el agotamiento de recursos y el uso excesivo de la tierra están poniendo cada vez más en peligro los sistemas de soporte vital de la Tierra (1). Las expectativas de la sociedad no se cumplen debido a problemas como el alto desempleo, las precarias condiciones laborales, la vulnerabilidad social, la trampa de la pobreza, la equidad inter e intergeneracional y las crecientes desigualdades. Desafíos económicos, como el riesgo de suministro, estructuras de propiedad problemáticas, mercados desregulados y estructuras de incentivos defectuosas, conducen a inestabilidades financieras y económicas cada vez más frecuentes tanto para empresas individuales como para economías enteras (2).

Para abordar estos y otros problemas de sostenibilidad, el concepto de economía circular, aunque no del todo nuevo, ha adquirido importancia recientemente en las agendas de los responsables políticos. Las empresas son cada vez más conscientes de las oportunidades que promete la economía circular, al igual que, de su potencial de valor tanto para ellas mismas como para sus partes interesadas(1). En primer lugar, se define la economía circular como un sistema regenerativo en el cual la entrada de recursos y los desechos, emisiones y pérdidas de energía se minimizan al desacelerar, cerrar y estrechar los bucles de material y energía. Esto se puede lograr a través de un diseño duradero, mantenimiento, reparación, reutilización, Re manufacturación, restauración y reciclaje. En segundo lugar, definimos la sostenibilidad como la integración equilibrada del rendimiento económico, la inclusión social y la resiliencia ambiental, en beneficio de las generaciones actuales y futuras (3).

La economía circular (CE) se ve como una condición para la sostenibilidad, una relación beneficiosa o un equilibrio. De hecho, la adopción de una economía circular proporciona a las empresas la posibilidad de reducir sus gastos relacionados con materias primas y suministros a través del reciclaje. También minimiza los inconvenientes en las cadenas de suministro causados por eventos como desastres naturales o inestabilidades geopolíticas. Además, da lugar a la creación de nuevos servicios empresariales que requieren habilidades especializadas, tales como

la recolección, desmontaje, restauración, integración y entrega de productos. Por último, este enfoque económico fomenta una mayor fidelidad de los clientes al introducir nuevas formas creativas de interactuar con ellos, claramente aumentando así la sostenibilidad empresarial (4).

Estas circunstancias están obligando a la industria manufacturera a lidiar con las presiones de las regulaciones ambientales, los desafíos de la volatilidad de precios y los riesgos en términos de suministro de recursos. Se requiere un cambio en el flujo para superar el problema, pasando del sistema lineal a un flujo cíclico de materiales y energía. Así, ha surgido un nuevo enfoque, como la cadena de suministro circular habilitada por la economía circular e Industria 4.0, al igual que varios estudios se centran en la reducción de flujos en sistemas de producción vinculados a CE en el contexto manufacturero. Además, se pueden explorar estrategias para la transición hacia CE, como logística inversa y simbiosis industrial, pero estas estrategias aún no se implementan completamente (5).

La circularidad de la economía a nivel global está experimentando una disminución, pasando de un 9.1% en 2018 a un 7.2% en 2023. Esta tendencia revela la existencia de obstáculos significativos y disparidades entre la forma en que actualmente se llevan a cabo las operaciones y lo que se considera un escenario ideal para la plena adopción de la Economía Circular (CE)(6). En este contexto, se plantean desafíos sustanciales, siendo uno de los principales la identificación y mejora de los factores que facilitan la difusión de la CE y sus impactos en la sostenibilidad. La tarea crítica radica en desarrollar pautas de gestión que permitan a las empresas implementar de manera efectiva los principios de la CE, abordando así la brecha entre el estado actual y el potencial óptimo para lograr un sistema económico más circular y sostenible (7).

Así, la aplicación del marco ReSOLVE (Regenerar, Compartir, Optimizar, Cerrar el Círculo, Digitalizar, Reemplazar) permite a las empresas generar estrategias circulares e iniciativas de crecimiento. Este marco se puede utilizar como un instrumento para permitir que las organizaciones evalúen las brechas tecnológicas y planifiquen las inversiones en tecnología de la información para respaldar la transición a CE (8). De igual manera, la sostenibilidad empresarial se fundamenta en tres pilares esenciales: valor social, que implica prácticas éticas y relaciones positivas con la comunidad; valor medioambiental, centrado en la gestión sostenible de recursos y la reducción de la huella ecológica; y valor económico, que busca la viabilidad financiera a largo plazo mediante estrategias de beneficio compartido. Estos pilares constituyen la base integral de una gestión empresarial responsable y sostenible (9).

El presente trabajo pretende evaluar la integración efectiva del marco ReSOLVE dentro de la economía circular en las operaciones empresariales, y su correlación con los pilares de sostenibilidad empresarial, centrándose en la creación de valor Social, valor medioambiental y valor económico, con el propósito de identificar oportunidades de mejora y desarrollar directrices específicas para una gestión empresarial integrada y sostenible, proporcionando así información que puede ayudar a futuras investigaciones sobre qué prácticas circulares requieren más esfuerzo para facilitarse con fines prácticos, considerando diferentes contextos empresariales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se sumerge en el campo de la Economía Circular y la Sostenibilidad Empresarial, centrándose en la exploración de un enfoque integrado en la administración de empresas. La metodología empleada para llevar este trabajo a cabo se estructuró de manera rigurosa y sistemática. Se inició con la identificación de fuentes relevantes a través de bases de datos académicas, revistas especializadas y documentos gubernamentales. Se aplicaron criterios de selección específicos para incluir investigaciones, estudios de casos y revisión de literatura que abordaran de manera integral la intersección entre la economía circular y la sostenibilidad empresarial. Posteriormente, se realizó un análisis crítico de los trabajos seleccionados, destacando tendencias, enfoques y brechas en la literatura existente. También se incorporó la sistematización de conceptos clave, la identificación de relaciones entre variables y la elaboración de conclusiones que permitieran extraer conocimientos significativos para una comprensión más profunda y práctica del tema. Este enfoque garantizó la solidez y la relevancia de la revisión bibliográfica, contribuyendo a una comprensión informada y actualizada de la integración de la economía circular y la sostenibilidad en la gestión empresarial.

En el panorama empresarial actual, dos variables destacan como impulsores clave de la transformación: la economía circular y la sostenibilidad empresarial, con sus pilares de valor social, valor medioambiental y valor económico. La economía circular propone un enfoque eficiente y sostenible en la gestión de recursos, minimizando residuos y fomentando la regeneración. En paralelo, la sostenibilidad empresarial va más allá de la rentabilidad financiera, abogando por prácticas éticas y equilibradas. La integración efectiva de estas variables se presenta como esencial para empresas que buscan liderar en un entorno empresarial centrado en la sostenibilidad y la responsabilidad corporativa. Explorar esta convergencia se convierte en un imperativo para comprender cómo las empresas pueden prosperar de manera armoniosa con el entorno y la sociedad.

La investigación, de carácter mixto, empleó una metodología rigurosa que incluyó la revisión bibliográfica exhaustiva y el análisis crítico de estudios relevantes. Se identificaron las dimensiones clave de esta convergencia, destacando el modelo ReSOLVE como marco analítico para la economía circular y los pilares del valor social, medioambiental y económico para la sostenibilidad empresarial. Se aplicó una escala Likert para medir el impacto de estas variables en la gestión empresarial. Los resultados esperados apuntan a la identificación de estrategias que permitan a las empresas prosperar de manera armoniosa con el entorno y la sociedad, contribuyendo a un futuro más sostenible y próspero.

La integración efectiva de la economía circular y la sostenibilidad empresarial requiere una consideración cuidadosa de las dimensiones inherentes a cada variable. Al abordar este desafío, es esencial comenzar con la economía circular, utilizando el modelo "ReSOLVE" como guía. Este enfoque, representado por sus siglas en inglés (Regenerar, Compartir, Optimizar, Cerrar el Círculo, Virtualizar, Intercambiar), establece acciones clave para avanzar hacia una gestión de recursos más eficiente y sostenible.

Cada componente del modelo "ReSOLVE" desempeña un papel crucial. La regeneración destaca la importancia de acciones que mantengan y mejoren la capacidad biológica de la Tierra. El compartir se alinea con la economía colaborativa, fomentando el uso completo de bienes y reduciendo el desperdicio. La optimización se centra en la eliminación del desperdicio de energía y materiales, tanto en la fabricación como en el uso de productos, a través de tecnologías que maximizan la eficiencia.

Cerrar el círculo implica la reutilización de materiales inorgánicos y el reciclaje, asegurando que los recursos se reintroduzcan en la economía en lugar de terminar en vertederos. Virtualizar se refiere a la transformación de bienes físicos en formas virtuales, reduciendo la necesidad de recursos tangibles. Finalmente, el intercambio aborda la transición a nuevas tecnologías y prácticas, reemplazando formas antiguas de hacer las cosas (1).

De acuerdo con Espinoza (10), se reconoce que tanto la economía circular como la sostenibilidad empresarial son variables que se pueden medir de manera ordinal. Esto proporciona una herramienta valiosa para evaluar y comparar el impacto de estas variables en la gestión empresarial. Los pilares fundamentales de la sostenibilidad empresarial, a saber, valor social, valor medioambiental y valor económico, complementan este enfoque al proporcionar un marco integral que equilibra las consideraciones éticas, ambientales y financieras.

La aplicación de una escala Likert en esta evaluación facilita la obtención de datos cuantificables y respaldados, lo que contribuye a una toma de decisiones más precisa y a la planificación estratégica orientada al futuro.

*Tabla 1: Variable 1. Economía Circular*

VARIABLES	CONCEPTO	DIMENSIONES	INDICADORES	NIVEL DE MEDICIÓN	ESCALA
<b>Variable 1:</b> Economía Circular	Nuevo enfoque económico que busca equilibrio ecológico al proporcionar bienes y servicios sostenibles, considerando todo el ciclo de vida de los productos.	Regenerar	Transición hacia fuentes de energía renovables Reintegración de recursos biológicos recuperados.	Ordinal	Likert
		Compartir	Compartir recursos Reaprovechar residuos		
		Optimizar	Mejorar la eficiencia del producto Reducir desechos		
		Cerrar el círculo	Remanufactura Reciclaje de materiales		
		Digitalizar	Desmaterialización indirecta y directa		
Reemplazar	Sustituir materiales Adoptar nuevas tecnologías				

**Fuente:** (10)



*Tabla 2: Variable 2. Sostenibilidad Empresarial*

VARIABLES	CONCEPTO	DIMENSIONES	INDICADORES	NIVEL DE MEDICIÓN	ESCALA	
<b>Variable 2:</b> Sostenibilidad Empresarial	Engloba iniciativas que promueven valoración ambiental y contribuyen a diversos grupos de interés, mientras aseguran rentabilidad financiera de la empresa.	las que la y al de Medioambiental	Valor Social  Valor Medioambiental	Apoyo social Voluntariado Concientización ambiental  Aprovechar recursos Economizar recursos Gestionar transportes	Ordinal	Likert
		Valor Económico	Productividad Rentabilidad Eficiencia			

*Fuente: (10)*

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este estudio se sumerge en el ámbito de la economía circular y como coadyuva a la sostenibilidad empresarial, con un enfoque integrado en la gestión empresarial. La metodología rigurosa y sistemática se basó en la identificación de fuentes relevantes debidamente analizadas a través de bases de datos científicas, académicas y revistas especializadas. Se aplicaron criterios de selección específicos para incluir investigaciones integrales sobre la intersección entre la economía circular y la sostenibilidad empresarial. El análisis crítico de los trabajos seleccionados destacó tendencias, enfoques y brechas en existentes en investigaciones presentadas y validadas, proporcionando una comprensión actualizada y fundamentada.

Como resultados esta investigación determina:

La economía circular como pilar estratégico para la sostenibilidad empresarial

En el contexto actual a nivel mundial, marcado por la urgencia de abordar los desafíos ambientales y sociales, la economía circular se erige como un paradigma fundamental para las empresas que buscan alcanzar la sostenibilidad a largo plazo. La adopción de principios circulares en sus estrategias de negocio no solo les permite reducir su impacto ambiental, sino que también abre un abanico de oportunidades para mejorar su desempeño social y económico.

Al integrar la economía circular en su ADN, las empresas pueden optimizar el uso de recursos, minimizar la generación de residuos, prolongar la vida útil de sus productos y crear nuevos flujos de ingresos. Esto se traduce en una mayor eficiencia operativa, una reducción de costos, una mejor reputación de marca y una mayor lealtad del cliente. En definitiva, la economía circular se convierte en un motor de crecimiento sostenible y rentable como varios autores corroboran de forma separada y esta investigación lo considera como un todo.

El papel crucial de los responsables políticos en la transición hacia una economía circular

Para que la economía circular siga creciendo y esta prospere, es indispensable contar con un marco político sólido y favorable. Los responsables políticos tienen la responsabilidad de crear un entorno propicio que incentive a las empresas a adoptar prácticas circulares con la finalidad de mejorar rentabilidad e ingresos al largo plazo. Esto puede lograrse a través de la implementación de diversas medidas, como:

- **Incentivos fiscales:** Otorgar beneficios fiscales a las empresas que inviertan en tecnologías y modelos de negocio circulares.
- **Regulación ambiental:** Establecer regulaciones que promuevan la reducción de residuos, la reutilización de materiales y el reciclaje.
- **Adquisiciones públicas:** Priorizar la compra de productos y servicios provenientes de empresas que adoptan prácticas circulares.
- **Financiamiento público:** Destinar recursos financieros para apoyar la investigación, el desarrollo y la implementación de proyectos circulares.
- **Capacitación y sensibilización:** Brindar capacitación y asistencia técnica a las empresas para que puedan comprender y aplicar los principios de la economía circular.

El compromiso activo de los responsables políticos es fundamental para acelerar la transición hacia una economía circular y generar un impacto positivo en el medio ambiente, la sociedad y la Economía, pilares considerados en la nueva economía como la trilogía primordial.

La investigación académica como faro para la innovación en la economía circular

El avance de la economía circular requiere de un sólido conocimiento científico y técnico. En este sentido, la investigación académica juega un papel crucial en la generación de nuevos conocimientos, herramientas y metodologías que puedan ayudar a las empresas a implementar prácticas circulares de manera efectiva, por ello la presentación de esta investigación documental.

Las investigaciones en este ámbito pueden enfocarse en diversos aspectos, tales como:

- **Desarrollo de modelos de negocio circulares:** Explorar y diseñar nuevos modelos de negocio que sean viables, rentables y sostenibles desde una perspectiva circular.
- **Identificación de métricas de desempeño:** Establecer métricas y herramientas que permitan a las empresas medir y evaluar su progreso en la implementación de la economía circular.
- **Análisis de los impactos sociales y económicos:** Evaluar los impactos sociales y económicos de la economía circular, tanto a nivel empresarial como a nivel macroeconómico.

- Estudio de los comportamientos del consumidor: Comprender los comportamientos del consumidor y su papel en la economía circular, identificando oportunidades para fomentar el consumo responsable y sostenible.

Los hallazgos de estas investigaciones proporcionarán a las empresas, a los responsables políticos y a la sociedad en general una base sólida para tomar decisiones informadas y avanzar hacia una economía circular más próspera y sostenible, sobre todo esta última para evitar desaparición de empresas nuevas y mantenerlas a lo largo del tiempo en un crecimiento constante.

La búsqueda de un futuro sostenible para las empresas exige una profunda comprensión de la convergencia entre la economía circular y la sostenibilidad empresarial. Este artículo presenta un marco analítico novedoso basado en el modelo ReSOLVE (Regenerar, Compartir, Optimizar, Cerrar el Círculo, Virtualizar, Intercambiar) para explorar esta intersección crítica. El objetivo es proporcionar a las empresas y a los investigadores una herramienta conceptual sólida para evaluar e implementar estrategias que promuevan tanto la prosperidad empresarial como la sostenibilidad ambiental y social.

#### Hallazgos clave

Los resultados del análisis revelan que la convergencia entre la economía circular y la sostenibilidad empresarial se manifiesta en las siguientes dimensiones:

a) Regeneración: La transición hacia un sistema regenerativo implica la restauración y el mantenimiento del capital natural, minimizando el agotamiento de recursos y preservando la biodiversidad. Las empresas pueden adoptar prácticas como la agricultura regenerativa, el uso de materiales renovables y la reforestación para contribuir a este objetivo.

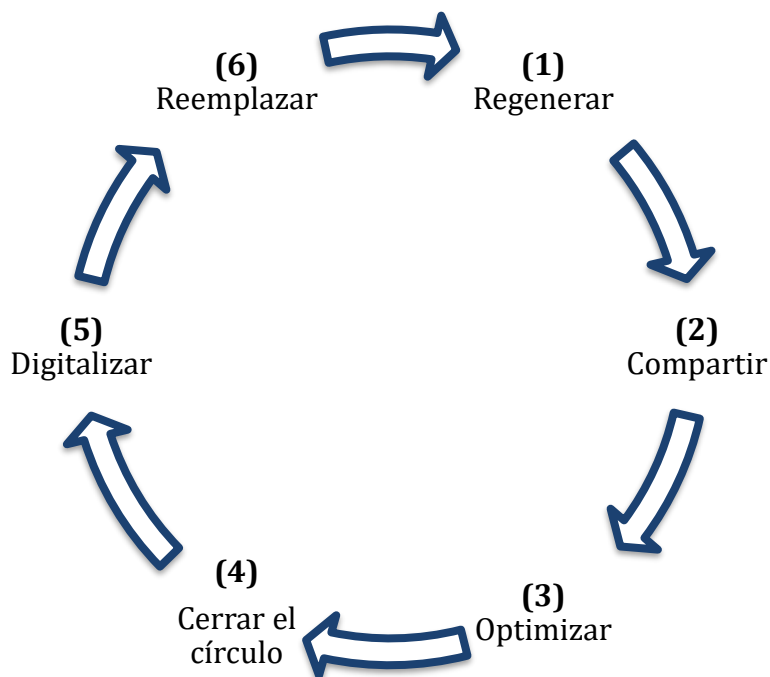
b) Compartir: La economía colaborativa fomenta el uso compartido de activos, servicios y espacios, reduciendo la necesidad de producción y consumo individual. Las plataformas digitales y los modelos de negocio como la economía de función y el alquiler a corto plazo son ejemplos de cómo las empresas pueden implementar esta dimensión.

c) Optimizar: La optimización de recursos y procesos es esencial para minimizar el desperdicio y aumentar la eficiencia. Las empresas pueden implementar tecnologías limpias, sistemas de gestión de residuos y metodologías de mejora continua para optimizar su desempeño ambiental y económico.

d) Cerrar el Círculo: El cierre de ciclos productivos implica la reutilización, el remanufacturado y el reciclaje de materiales, reduciendo la dependencia de recursos vírgenes y la generación de residuos. Las empresas pueden diseñar productos duraderos y reparables, implementar programas de recuperación de materiales y establecer alianzas con actores clave en la cadena de suministro para cerrar los ciclos de manera efectiva.

e) Virtualizar: La desmaterialización de procesos y productos a través de la digitalización reduce el consumo de recursos físicos y la generación de residuos. Las empresas pueden aprovechar tecnologías como la inteligencia artificial, el internet de las cosas y la realidad virtual para optimizar sus operaciones y minimizar su impacto ambiental.

f) Intercambiar: El intercambio de conocimiento, experiencias y mejores prácticas entre empresas y actores de la sociedad es fundamental para acelerar la transición hacia una economía circular y sostenible. Las redes colaborativas, los clusters industriales y los programas de intercambio de conocimiento son ejemplos de mecanismos para fomentar el intercambio.



*Figura 1: Medidas del Modelo ReSOLVE para avanzar a una economía circular*

### Implicaciones

El marco analítico ReSOLVE ofrece valiosas implicaciones para las empresas, los responsables políticos y la academia:

a) Empresas: Las empresas pueden utilizar el marco para evaluar su desempeño actual en términos de economía circular y sostenibilidad empresarial, identificar áreas de mejora y desarrollar estrategias integrales que abarquen las seis dimensiones de ReSOLVE.

b) Responsables políticos: Los responsables políticos pueden utilizar el marco para diseñar políticas públicas que incentiven la adopción de prácticas circulares y sostenibles en las empresas, creando un entorno propicio para la innovación y la competitividad.

c) Academia: El marco proporciona una base sólida para la investigación futura sobre la convergencia entre la economía circular y la sostenibilidad empresarial, fomentando el desarrollo de nuevos conocimientos, herramientas y metodologías que apoyen a las empresas en su camino hacia la sostenibilidad.

DISCUSIÓN: En el panorama empresarial actual, la economía circular y la sostenibilidad empresarial emergen como impulsores clave de la transformación. La economía circular propone una gestión eficiente de recursos, minimizando residuos y fomentando la regeneración. En paralelo, la sostenibilidad empresarial aboga por prácticas éticas y equilibradas, y la integración efectiva de ambas variables se presenta como esencial para liderar en un entorno centrado en la sostenibilidad y la responsabilidad corporativa (11).

Explorar esta convergencia se vuelve imperativo para comprender cómo las empresas pueden prosperar armoniosamente con el entorno y la sociedad. Es crucial considerar las dimensiones de cada variable, comenzando por la economía circular con "ReSOLVE" (Regenerar, Compartir, Optimizar, Cerrar el Círculo, Virtualizar, Intercambiar).

#### Regenerar

Un conjunto amplio de acciones que mantienen y mejoran la capacidad biológica de la Tierra. Esto incluye la transición de los combustibles fósiles finitos a la energía renovable. También implica la recuperación de tierras y la restauración o protección de ecosistemas. Por ejemplo, la devolución de recursos biológicos a la naturaleza también entra en esta categoría, a través de prácticas como el compostaje (12).

#### Compartir

La "economía colaborativa" es un concepto que se superpone con la economía circular. Compartir aprovecha al máximo el uso de bienes y elimina el desperdicio y la duplicación. Por ejemplo, el automóvil promedio en Europa solo está en movimiento el 5% del tiempo, pasando la gran mayoría del tiempo estacionado y sin uso. Esquemas de uso compartido de automóviles, alquiler de herramientas o bibliotecas ayudan a obtener más valor de los productos al compartirlos. El mercado de segunda mano y las reparaciones también se incluyen en la categoría "compartir", ya que reducen de manera similar la velocidad del ciclo de bienes en la economía, asegurando que solo se envíen para reciclaje o reprocesamiento cuando realmente sea necesario (12).

#### Optimizar

Se trata de eliminar el desperdicio de energía y materiales en la fabricación de bienes, así como en su uso. También implica utilizar la tecnología para maximizar el uso de recursos. Por ejemplo, el uso de fertilizantes está desestabilizando el ciclo del nitrógeno, pero el 70% del fertilizante que se esparce en los cultivos se lava o se filtra en el suelo y nunca termina siendo utilizado por la planta. Las técnicas de agricultura de precisión pueden suministrar cantidades exactas de fertilizante directamente a las raíces en el momento preciso en que las plantas lo necesitan, asegurando que se desperdicie lo menos posible (13).

### Cerrar el círculo

Mientras que los materiales orgánicos se compostan en una economía circular, los materiales inorgánicos (o "técnicos") se reutilizan. Pueden reciclarse o, incluso mejor, los productos o partes pueden ser remanufacturados. De cualquier manera, los recursos se procesan, se vuelven a utilizar y se reintroducen en la economía, en lugar de perderse en vertederos (13).

### Virtualizar

Si un individuo posee un dispositivo de lectura electrónico o cuenta con una suscripción a Netflix, se encuentra participando en el proceso de virtualización de la economía. Al reflexionar sobre la cantidad de dispositivos diversos que han sido sustituidos por aplicaciones en su teléfono, como despertadores, mapas o periódicos diarios, se evidencia esta transformación (14).

### Intercambiar

La categoría final describe los procesos de incorporar nuevas tecnologías, actualizar o reemplazar formas más antiguas de hacer las cosas. Los motores eléctricos reemplazarán a los motores de combustión interna, por ejemplo. También podemos intercambiar formas de hacer las cosas, quizás cambiando el uso privado de vehículos, eléctricos u otros, a favor del transporte público y el uso compartido de autos autónomos(14).

Esta no es una lista de tareas para una economía circular. Más bien, cada acción representa una importante oportunidad de negocio circular. De diferentes maneras, estas acciones aumentan la utilización de activos físicos, prolongan su vida útil y trasladan el uso de recursos de fuentes finitas a fuentes renovables. Cada acción refuerza y acelera el rendimiento de las demás acciones, creando un fuerte efecto acumulativo.

Por otra parte, los pilares fundamentales de la sostenibilidad empresarial constituyen un marco integral que guía las prácticas comerciales hacia un enfoque equilibrado y responsable. Estos pilares, a saber, el valor social, el valor medioambiental y el valor económico, representan los cimientos esenciales para el éxito sostenible de una organización.

### Valor social

El primer pilar esencial de la sostenibilidad empresarial es el valor social, que se enfoca en la responsabilidad ética y social de la empresa hacia la sociedad. Este compromiso abarca prácticas laborales justas, el respeto de los derechos humanos y la promoción de condiciones de trabajo seguras y equitativas. Además, implica una contribución positiva a las comunidades locales, la promoción de la diversidad y la inclusión, así como el respaldo a iniciativas sociales (15).

### Valor medioambiental

El segundo pilar, el valor medioambiental, se centra en la gestión sostenible de los recursos y la minimización del impacto ambiental. Incluye la adopción de prácticas que reduzcan la huella

ecológica de la empresa, como la eficiencia energética, la gestión responsable de residuos, la conservación de recursos naturales y la integración de tecnologías ecoeficientes (15).

#### Valor económico

El tercer pilar, el valor económico, destaca la importancia de la viabilidad financiera a largo plazo. Más allá de la rentabilidad, se centra en estrategias que generen beneficios compartidos, equilibren los intereses de los accionistas con los de otras partes interesadas y fomenten un crecimiento económico sostenible. La transparencia financiera, una gobernanza corporativa sólida y la gestión de riesgos son elementos esenciales dentro de este contexto (16).

En conjunto, estos pilares de la sostenibilidad empresarial proporcionan un marco integral para la toma de decisiones éticas y equitativas. No solo guían la empresa hacia la resiliencia, sino que también contribuyen a su prosperidad a largo plazo en un entorno empresarial cada vez más consciente de su impacto social y ambiental. La adopción de estos pilares no solo es un acto de responsabilidad corporativa, sino también una estrategia clave para la construcción de un futuro empresarial sostenible.



*Figura 2: Pilares de la sostenibilidad empresarial*

Este enfoque permite evaluar y comparar de manera efectiva el rendimiento de la economía circular y la sostenibilidad empresarial en la gestión empresarial. La intersección de estos enfoques no solo se presenta como un acto de responsabilidad corporativa, sino también como una estrategia clave para construir un futuro empresarial sostenible. Estos resultados ofrecen a las empresas una base sólida para la toma de decisiones éticas, equitativas y orientadas hacia un crecimiento a largo plazo en un entorno empresarial cada vez más consciente de su impacto social y ambiental.

Dada la naturaleza conceptual y estratégica de la Economía Circular y la Sostenibilidad Empresarial, los resultados centran en las tendencias, hallazgos y perspectivas emergentes que

surgen de la investigación y aplicación de un enfoque integrado en la administración de empresas. En este sentido, se observa una convergencia de prácticas, donde se identifica cómo las estrategias circulares se alinean con los principios de sostenibilidad y responsabilidad empresarial. Asimismo, se destacan mejores prácticas empresariales a través de casos de estudio, ilustrando estrategias exitosas adoptadas por empresas líderes en la transición hacia modelos más sostenibles. El impacto en la cadena de valor empresarial es otro aspecto relevante, examinando cómo la integración de la Economía Circular afecta diferentes fases, desde la selección de materias primas hasta la gestión de residuos, con un enfoque en la eficiencia y la creación de valor. Se observa también el desarrollo de nuevos modelos de negocio, impulsados por la Economía Circular, como servicios basados en la durabilidad, el reciclaje y la reutilización, generando beneficios económicos y medioambientales (17).

Sin embargo, persisten desafíos y barreras, desde la inversión inicial hasta la resistencia cultural. Además, se explora cómo la integración de estos enfoques afecta la toma de decisiones a nivel estratégico y operativo, destacando la importancia de la responsabilidad ambiental. Se investiga la formación de sinergias entre empresas, promoviendo prácticas circulares y facilitando la innovación conjunta. Finalmente, se ofrecen perspectivas futuras, proporcionando una visión prospectiva sobre tendencias emergentes y posibles direcciones en la integración de la Economía Circular y la Sostenibilidad Empresarial. Estos resultados ofrecen una comprensión integral y valiosa para la toma de decisiones estratégicas y la planificación empresarial a largo plazo (18).

(19) señala que, ReSOLVE emerge como un marco integral que aborda la resiliencia, la sostenibilidad y las soluciones de la Economía Circular. Este enfoque estratégico se posiciona como una herramienta versátil aplicable a diversos modelos de negocios. En su aplicación a los modelos comerciales, ofrece una estructura que permite a las empresas evaluar y mejorar su capacidad para enfrentar desafíos ambientales y sociales, al tiempo que fomenta la circularidad en sus operaciones. De hecho (20), las organizaciones pueden utilizar ReSOLVE para identificar áreas críticas de intervención, establecer objetivos de sostenibilidad, y diseñar estrategias circulares que promuevan la eficiencia en el uso de recursos, la gestión de residuos y la creación de valor sostenible.

Según (21), al integrar los pilares de resiliencia, sostenibilidad y economía circular, se convierte en una guía práctica para la toma de decisiones empresariales, impulsando la transformación hacia modelos más robustos, responsables y alineados con los principios de la Economía Circular. La aplicación de ReSOLVE en modelos de negocios no solo fortalece la capacidad de las empresas para adaptarse a condiciones cambiantes, sino que también les proporciona un marco sólido para innovar y prosperar en un contexto empresarial orientado hacia la sostenibilidad.

De acuerdo con (22), Recientes estudios científicos basados en la literatura de la Economía Circular (CE, por sus siglas en inglés) han abordado el desarrollo e implementación de modelos de negocios. Este diseño de modelo de negocio tiene como objetivo mejorar la transformación de productos, abarca elecciones en la estructura organizativa y puede combinarse con un diseño circular y capacidades de reutilización de materiales para crear nuevo valor. Según (23), "un modelo de negocio describe la lógica de cómo una organización crea, entrega y captura valor



económico, social y otras formas de valor. Los modelos de negocios tienen tres elementos principales: (1) propuesta de valor; (2) creación y entrega de valor; y (3) captura de valor.

Un modelo de negocio describe la arquitectura de cómo una empresa crea y entrega valor a los clientes y los mecanismos utilizados para capturar una parte de ese valor. Según (24), los Modelos de Negocios Circulares (CEBMs, por sus siglas en inglés) tienen como objetivo crear, entregar y capturar valor mientras implementan estrategias circulares que pueden prolongar la vida útil de productos y partes (por ejemplo, reparación y remanufactura) y cerrar ciclos materiales (por ejemplo, reciclaje). De manera similar, la innovación en modelos de negocio. Según (25), es un medio para aumentar la eficacia de las estrategias comerciales.

(26) señala que, la economía circular está atrayendo más atención debido a su oportunidad de ser un modelo revolucionario e innovador para diseñar productos para un uso y preservación continuos. Implica enfocarse en rediseñar y repensar numerosos aspectos de la cadena de producción y consumo a través de un aprendizaje continuo y colaborativo con acciones de las partes interesadas, con riesgos y recursos mínimos. Como vehículo para transformar procesos organizativos, los CEBMs se centran en la fabricación de bucle cerrado, la reutilización de materiales, la extensión de la vida del producto y el desarrollo de nuevos métodos de reciclaje para extraer el valor incrustado en un material.

Así, (27) recalca que un CEBM es un modelo de negocio en el que la lógica conceptual para la creación de valor se basa en utilizar el valor económico retenido en los productos después de su uso inicial y las ofertas de reutilización. Según (25), la innovación en CEBM incorpora principios o prácticas de CE como pautas para el diseño de modelos de negocio. Y (28) destaca la necesidad de analizar los modelos de negocio existentes y los factores a nivel de la empresa para mejorar nuestra comprensión incipiente de la implementación de una innovación en CEBM.

La literatura ofrece una comprensión limitada de los mecanismos subyacentes a los factores de éxito para la transición a los Modelos de Negocios Circulares (CEBMs, por sus siglas en inglés). No obstante, (28) demuestra la importancia de las prácticas de benchmarking. Por ejemplo, se ha propuesto que las empresas probablemente integren las mejores prácticas de otras industrias, como servicios y productos de consumo. Lo que se respalda en la perspectiva cuando las empresas incorporan iniciativas de desarrollo de capacidades y adoptan más automatización y digitalización en sus operaciones. Con este fin, las empresas deben adoptar un enfoque más proactivo para el benchmarking de nuevas tecnologías de producción (24). Pueden buscar activamente oportunidades de negocio relacionadas con los recursos fuera de sus operaciones principales.

Las actividades de gestión del cambio deben incluirse en su proceso cíclico para lograr una transformación organizativa orientada a la Economía Circular (CE). En cuanto a las estrategias de diseño de materiales y gestión de productos, (29) respalda la idea de que las estrategias de diseño y gestión de materiales permiten a los gerentes comprender el diseño para la durabilidad y el diseño para la capacidad de actualización de productos de uso final, lo que facilita la transformación hacia la sostenibilidad. Por ejemplo, (30) propone que los recursos y las capacidades ayudan a implementar la innovación en CEBM.

(29) señala que, se puede informar a las empresas sobre la validez de estas conexiones al identificar capacidades de gestión de recursos que fomentan prácticas de diseño duradero que pueden llevar a la planificación de usos futuros de materiales. En consecuencia, se sugiere que las capacidades de gestión de recursos actúen como moderadores y aumenten la implementación de iniciativas de CE, lo que resulta en la transformación de la innovación en (21). Además, los aspectos destacados de nuestros hallazgos muestran que las pequeñas y medianas empresas (SMEs) pueden diseñar modelos de negocios según los principios de la Economía Circular. Es así como, oportunidades esperan a aquellos que pueden superar barreras, como la percepción errónea de la comunidad sobre el alto precio y baja calidad del producto, la falta de apoyo institucional y gubernamental en el desarrollo de capacidades y la falta de espacio necesario a lo largo de una cadena de valor para actividades de reutilización.

## **CONCLUSIONES**

En el contexto actual, marcado por la urgencia de abordar los desafíos ambientales y sociales, la integración de la Economía Circular y la Sostenibilidad Empresarial se erige como un imperativo estratégico para las empresas que buscan prosperar a largo plazo. La convergencia entre estas dos disciplinas no solo permite reducir el impacto ambiental y mejorar el desempeño social, sino que también abre un abanico de oportunidades para impulsar la innovación, generar nuevos modelos de negocio y alcanzar una mayor eficiencia económica. Sin embargo, la transición hacia un paradigma empresarial más sostenible no está exenta de retos. La resistencia cultural al cambio, las inversiones iniciales y la falta de conocimiento son algunos de los obstáculos que las empresas deben superar. En este sentido, la colaboración entre empresas, el apoyo de los responsables políticos y el fomento de la investigación se convierten en elementos clave para acelerar el avance hacia una economía circular y sostenible.

Las empresas que asuman estos desafíos de manera proactiva capitalicen las oportunidades que surgen y adopten un enfoque integral para integrar la Economía Circular y la Sostenibilidad Empresarial estarán mejor posicionadas para liderar el futuro de los negocios. La responsabilidad corporativa, la eficiencia sostenible y la innovación serán pilares fundamentales para el éxito a largo plazo en un mundo que exige un compromiso real con la sostenibilidad.

En definitiva, la Economía Circular y la Sostenibilidad Empresarial no son solo conceptos de moda, sino imperativos estratégicos para las empresas que buscan prosperar en un futuro incierto. La adopción de estos principios no solo beneficiará a las empresas en sí mismas, sino que también contribuirá a crear un futuro más justo, próspero y sostenible para todos.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Manninen K, Koskela S, Antikainen R, Bocken N, Dahlbo H, Aminoff A. Do circular economy business models capture intended environmental value propositions? *J Clean Prod.* 2018 Jan;171:413–22.

2. Santa-Maria T, Vermeulen WJV, Baumgartner RJ. Framing and assessing the emergent field of business model innovation for the circular economy: A combined literature review and multiple case study approach. *Sustain Prod Consum*. 2021 Apr;26:872–91.
3. Oliveira FR de, Santos RF dos, França SLB, Rangel LAD. Strategies and Challenges for the Circular Economy: a Case Study in Portugal and a Panorama for Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 2020;63.
4. Daddi T, Ceglia D, Bianchi G, de Barcellos MD. Paradoxical tensions and corporate sustainability: A focus on circular economy business cases. *Corp Soc Responsib Environ Manag*. 2019 Jul 18;26(4):770–80.
5. Barros MV, Salvador R, do Prado GF, de Francisco AC, Piekarski CM. Circular economy as a driver to sustainable businesses. *Cleaner Environmental Systems*. 2021 Jun;2:100006.
6. Bassi F, Dias JG. The use of circular economy practices in SMEs across the EU. *Resour Conserv Recycl*. 2019 Jul;146:523–33.
7. Geissdoerfer M, Morioka SN, de Carvalho MM, Evans S. Business models and supply chains for the circular economy. *J Clean Prod*. 2018 Jul;190:712–21.
8. Liu Y, Bai Y. An exploration of firms' awareness and behavior of developing circular economy: An empirical research in China. *Resour Conserv Recycl*. 2014 Jun;87:145–52.
9. Gusmerotti NM, Testa F, Corsini F, Pretner G, Iraldo F. Drivers and approaches to the circular economy in manufacturing firms. *J Clean Prod*. 2019 Sep;230:314–27.
10. Espinoza R. ECONOMÍA CIRCULAR Y SOSTENIBILIDAD EMPRESARIAL DE LA EMPRESA AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI, SAYÁN – 2022. UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN, editor. UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN; 2022. 30–53 p.
11. Awan U, Sroufe R. Sustainability in the Circular Economy: Insights and Dynamics of Designing Circular Business Models. *Applied Sciences (Internet)*. 2022 Jan 30;12(3):1521. Available from: <https://www.mdpi.com/2076-3417/12/3/1521>
12. Pieroni MPP, McAlloone TC, Pigosso DCA. Business model innovation for circular economy and sustainability: A review of approaches. *J Clean Prod (Internet)*. 2019 Apr;215:198–216. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652619300423>
13. Tóth G. Circular Economy and its Comparison with 14 Other Business Sustainability Movements. *Resources*. 2019 Sep 25;8(4):159.
14. Geissdoerfer M, Savaget P, Bocken NMP, Hultink EJ. The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *J Clean Prod*. 2017 Feb;143:757–68.
15. Melendez JR, Delgado JL, Chero V, Franco-Rodríguez J. Economía Circular: Una Revisión desde los Modelos de Negocios y la Responsabilidad Social Empresarial. *Revista Venezolana de Gerencia*. 2021 Nov 19;26(6 Edición Especial):560–73.
16. Sell LG, Tedesco M, Simioni FJ, Sehnem S, Soares JF, Coelho Junior LM. Circular economy practices using the ReSOLVE framework: An assessment by sector and scale in the Brazilian planted tree industry. *J Clean Prod*. 2023 Dec;433:139780.
17. Levänen J, Lyytinen T, Gatica S. Modelling the Interplay Between Institutions and Circular Economy Business Models: A Case Study of Battery Recycling in Finland and Chile. *Ecological Economics*. 2018 Dec;154:373–82.
18. Goyal S, Esposito M, Kapoor A. Circular economy business models in developing economies: Lessons from India on reduce, recycle, and reuse paradigms. *Thunderbird International*

- Business Review. 2018 Sep 8;60(5):729–40.
19. De Angelis R, Feola R. Circular business models in biological cycles: The case of an Italian spin-off. *J Clean Prod.* 2020 Feb;247:119603.
  20. Fernandez de Arroyabe JC, Arranz N, Schumann M, Arroyabe MF. The development of CE business models in firms: The role of circular economy capabilities. *Technovation.* 2021 Aug;106:102292.
  21. Milios L. Overarching policy framework for product life extension in a circular economy—A bottom-up business perspective. *Environmental Policy and Governance.* 2021 Jul 9;31(4):330–46.
  22. Long TB, Looijen A, Blok V. Critical success factors for the transition to business models for sustainability in the food and beverage industry in the Netherlands. *J Clean Prod.* 2018 Feb;175:82–95.
  23. Mokterdir MdA, Kumar A, Ali SM, Paul SK, Sultana R, Rezaei J. Critical success factors for a circular economy: Implications for business strategy and the environment. *Bus Strategy Environ.* 2020 Dec 4;29(8):3611–35.
  24. Konietzko J, Baldassarre B, Brown P, Bocken N, Hultink EJ. Circular business model experimentation: Demystifying assumptions. *J Clean Prod.* 2020 Dec;277:122596.
  25. Pieroni MPP, McAloone TC, Pigosso DCA. From theory to practice: systematising and testing business model archetypes for circular economy. *Resour Conserv Recycl.* 2020 Nov;162:105029.
  26. Foss NJ, Saebi T. Fifteen Years of Research on Business Model Innovation. *J Manage.* 2017 Jan 24;43(1):200–27.
  27. Rizos V, Behrens A, van der Gaast W, Hofman E, Ioannou A, Kafyeke T, et al. Implementation of Circular Economy Business Models by Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs): Barriers and Enablers. *Sustainability.* 2016 Nov 23;8(11):1212.
  28. Tura N, Hanski J, Ahola T, Ståhle M, Piiparinen S, Valkokari P. Unlocking circular business: A framework of barriers and drivers. *J Clean Prod.* 2019 Mar;212:90–8.
  29. Hofmann F. Circular business models: Business approach as driver or obstructer of sustainability transitions? *J Clean Prod.* 2019 Jul;224:361–74.
  30. Bidmon CM, Knab SF. The three roles of business models in societal transitions: New linkages between business model and transition research. *J Clean Prod.* 2018 Mar;178:903–16.



 **Revista Científica Multidisciplinaria InvestiGo**

**ISSN: 2953-6367**

**Enero- Junio | Julio - Diciembre 2024**

**© Ecuador**

**Código Postal 060102**

**📞 Contacto +593 97 911 9620 | ✉️ [revisinvestigo@gmail.com](mailto:revisinvestigo@gmail.com)**

**✉️ [investigo@istra.edu.ec](mailto:investigo@istra.edu.ec)**

