

InvestiGO

Revista Científica Multidisciplinaria

ISSN: 2953-6367



InvestiGO
Revista Científica
Multidisciplinaria

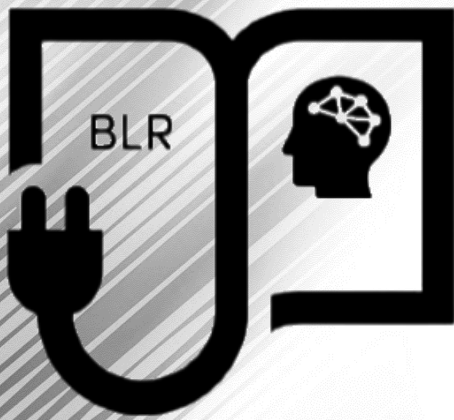
Volumen 4

#8

Julio - Diciembre 2023

DOI: <https://doi.org/10.56519/ryhjs348>





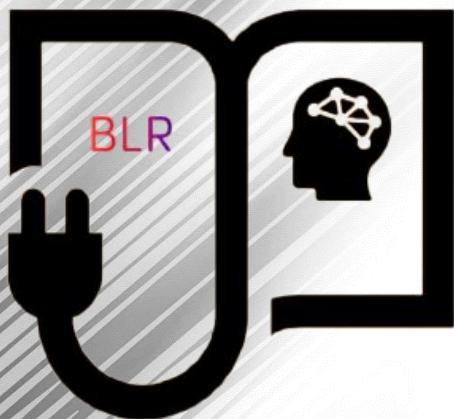
InvestiGO
Revista Científica
Multidisciplinaria

InvestiGO

Revista Científica Multidisciplinaria

Riobamba – Ecuador

Julio - Diciembre 2023



Investigo

Revista Científica Multidisciplinaria

📖 Revista Científica Multidisciplinaria Investigo

ISSN: 2953-6367

Código Postal 060102

📍 Riobamba - Ecuador

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

Tipo de publicación: periódica

Frecuencia de publicación: bianual

Soporte: en línea

Temas: Multidisciplinarios

Subtemas: Multidisciplinarios

Editorial: ISTRÁ

Revista: Arbitrada

Institución: Privada

Volumen 4 N°8

31 de diciembre de 2023

Riobamba - 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

Revista Científica Multidisciplinaria InvestiGo

ISSN: 2953-6367

Enero – junio | julio - diciembre de 2023

📍 Riobamba - Ecuador

Código Postal 060102

📞 Contacto +593 97 911 9620

✉ revisinvestigo@gmail.com

Revista Científica Multidisciplinaria InvestiGo

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

CONTENIDO

ALTERACIONES EN LA SALUD POR EL USO EXCESIVO DE LA TECNOLOGÍA 5G EN LOS TELÉFONOS CELULARES INTELIGENTES (SMARTPHONE) _____ 8 - 15

María Gabriela Palacios Vélez

Julio Xavier Guadalupe Barzallo

Janneth Estefania Cahuana Tixi

Edwin Roberto López Brito

DETERMINACIÓN DE FACTORES QUE INFLUYEN EN EL CONSUMO DE COMIDA RÁPIDA EN LOS ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS Y EFECTOS EN LA SALUD _____ 16- 26

Janneth Estefania Cahuana Tixi

David Israel Taipe Cantuña

David Eduardo González Naranjo

Fernanda Díaz Andrade

USO DE LA MASHUA NEGRA (TROPAEOLUM TUBEROSUM RUÍZ & PAVÓN) COMO COLORANTE. UNA REVISIÓN. _____ 27- 33

Gardenia Katherine Carriel Quizhpe

Stuard Nelson Montoya Vizuite

Gissela Estefania Ponce Quezada

Jimmy Jerkof Palma Villarroel

**EL RECICLAJE UNA ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA CONSERVAR EL
MEDIO AMBIENTE** _____ **34 - 46**

Bryan Robinson Moreno Mena

Keylly Marcela Chávez Inca

Jessica Elizabeth Nieto Bonilla

Carla Fernanda Silva Padilla

**VALORIZACIÓN DEL MUCÍLAGO DE CACAO, ESTRATEGIAS PARA
MITIGAR EL DESPERDICIO Y FOMENTAR LA
SOSTENIBILIDAD** _____ **47 - 56**

Luis Humberto Vásquez Cortez

Nelly Lorena Pulgar Oleas

Gissela Estefania Ponce Quezada

Jimmy Jerkof Palma Villarroel

**ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PREFERENCIA
DE PROTEÍNAS ALTERNATIVAS SOSTENIBLES EN LA CARRERA DE
AGROINDUSTRIA DE LA ESPOCH** _____ **57 - 68**

Jennifer Stefania Guevara Leon

Karen Lizbeth Lojan Salazar

Ney David Jumbo Peña

Luis Eduardo Valdivieso Santillán

LA CÁSCARA DE CACAO COMO POSIBLE FUENTE COMERCIAL DE PECTINAS _____ 69 - 80

Luis Humberto Vásquez Cortez

Denisse Margoth Zambrano Muñoz

Julissa Estephanie Paredes Garzón

Jonathan Joshua Poma Velasco

EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA GALLINAZA EN EL APORTE DE MACRONUTRIENTES POST COMPOSTAJE _____ 81 - 94

Santiago Samaniego

Dayana Acosta

Marco Pino Vallejo

UTILIZACIÓN DE EXTRACTO DE JACKFRUIT (ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS) COMO ESTRATEGIA PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL GRANO DE CACAO _____ 95 - 117

Luis Humberto Vásquez Cortez

Christian Simón Rivadeneira Barcia

Frank Guillermo Intriago Flor

Leonilo Alfonso Durazno Delgado

Jaime Fabián Vera Chang

Luis Fernando Arboleda Álvarez

ALTERACIONES EN LA SALUD POR EL USO EXCESIVO DE LA TECNOLOGÍA 5G EN LOS TELÉFONOS CELULARES INTELIGENTES (SMARTPHONE)

CHANGES IN HEALTH DUE TO THE EXCESSIVE USE OF 5G TECHNOLOGY OF SMARTPHONES

María Gabriela Palacios Vélez¹, Julio Xavier Guadalupe Barzallo², Janneth Estefania Cahuana
Tixi³, Edwin Roberto López Brito⁴

{maria_palacios@espam.edu.ec¹, julioxgb9@gmail.com², jane_020694@hotmail.com³, edwinlopez4d@gmail.com⁴}

Fecha de recepción: 30 de junio de 2023 / Fecha de aceptación: 25 de julio de 2023 / Fecha de publicación: 31 de diciembre de 2023

RESUMEN: El presente artículo se centra en conocer el efecto en la salud por el uso excesivo de dispositivos móviles con tecnología 5G "Quinta Generación". El uso excesivo de dispositivos móviles con tecnología 5G ha generado preocupación sobre posibles efectos en la salud debido a la exposición a radiación electromagnética. Además, se verán los tipos de radiaciones y cuáles de ellas son perjudiciales al estar en exposición excesiva de la nueva tecnología implementada en los dispositivos celulares de nueva generación "teléfonos inteligentes". También se revisarán cuáles son los dispositivos que generan una mayor radiación, mediante una revisión sistemática de artículos confiables. Con la finalidad de proporcionar a los usuarios información sobre la exposición y el uso excesivo de los teléfonos celulares con tecnología 5G y advertir sobre posibles problemas de salud y posibles consecuencias futuras.

Palabras clave: Radiación electromagnética, Exposición prolongada, 5G, Estudios científicos, Precaución y regulación.

ABSTRACT: This article focuses on knowing the effect on health due to the excessive use of mobile devices with "Fifth Generation" 5G technology. Excessive use of 5G-enabled mobile devices has raised concerns about possible health effects from exposure to electromagnetic radiation. In addition, the types of radiations will be seen and adequate of them are harmful when being in excessive exposure of the new technology implemented in the new generation cellular devices "smartphones". A systematic review of credible articles. In order to provide users with information about exposure and excessive use of 5G-enabled cell phones and warn of potential health issues and possible future consequences.

¹Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí Manuel Félix López, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0008-0064-2608>

²Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guano, Chimborazo, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0005-4944-5515>

³Investigador independiente, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0003-9128-7536>

⁴Neumotherapy, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0009-2760-5134>

Keywords: *Electromagnetic radiation, Prolonged exposure, 5G, Scientific studies, Precaution and regulation.*

INTRODUCCIÓN

Desde 1994, el Parlamento Europeo ha solicitado a la Comisión Europea que tome medidas legislativas para limitar la exposición de los trabajadores y la población en general a la radiación electromagnética no ionizante. En 1979, Wertheimer y Leeper relacionaron la exposición a campos electromagnéticos (CEM) de baja frecuencia con el cáncer; sin embargo, a pesar de los numerosos estudios llevados a cabo en diferentes países, no se ha logrado demostrar un mecanismo causal que respalde dicha asociación (1).

Las telecomunicaciones móviles, especialmente la telefonía celular, han provocado una revolución en la industria de las telecomunicaciones. Desde su introducción en el ámbito comercial en la década de los ochenta, la industria celular ha experimentado un crecimiento rápido y dinámico, destacando especialmente durante los años noventa y los primeros años del siglo XXI, donde ha experimentado un crecimiento espectacular. Inicialmente concebida solo para servicios de voz debido a las limitaciones tecnológicas de aquel entonces, la tecnología celular actual ha evolucionado significativamente y ahora ofrece una variedad de servicios adicionales como datos, audio y video, aunque con ciertas restricciones. No obstante, se espera que la telefonía inalámbrica del futuro permita aplicaciones que requieran un mayor consumo de ancho de banda, ampliando aún más las posibilidades y servicios que pueden brindar los dispositivos móviles (2).

La creciente utilización de fuentes generadoras de radiaciones no ionizantes ha destacado la importancia de los problemas asociados con su uso. Estas fuentes incluyen líneas de transmisión de energía eléctrica y estaciones de transformación que emiten campos de muy baja frecuencia (50-60 Hz), fuentes de alimentación conmutadas, estaciones de radiodifusión de amplitud modulada (525-1,735 kHz), estaciones de radiodifusión de frecuencia modulada (88-108 MHz), estaciones de televisión en las bandas de frecuencias muy altas (VHF) y ultraaltas (UHF), sistemas de comunicación móvil por celdas (800 y 1,900 MHz), soldadura por radiofrecuencia en el ámbito industrial, equipos médicos que utilizan radiaciones de radiofrecuencia, así como los rayos láser y del espectro ultravioleta cercano en diversas aplicaciones clínicas. Aunque algunos de estos campos son estáticos y no se propagan, todos son objeto de estudio por parte de expertos en radiaciones no ionizantes (3).

La llegada de la "era tecnológica" ha ocasionado un cambio significativo en todos los aspectos de la vida moderna, tanto en el ámbito público como en el privado. Ha tenido un gran impacto en nuestra forma de afrontar los acontecimientos de la vida cotidiana, transformando nuestra actitud hacia ellos en gran medida (4).

La salud de millones de usuarios de esta tecnología en todo el mundo y de todas las edades es la razón fundamental para llevar a cabo este estudio. Es crucial implementar medidas preventivas, ya que cada vez que se realiza o recibe una llamada, el celular emite una pequeña dosis de energía radiactiva o irradiación que el cuerpo absorbe y asimila, probablemente sin dificultad.

ALTERACIONES EN LA SALUD POR EL USO EXCESIVO DE LA TECNOLOGÍA 5G EN LOS TELÉFONOS CELULARES INTELIGENTES (SMARTPHONE)

Sin embargo, si las llamadas son muy frecuentes, la dosis o intensidad aumenta, y el cuerpo tendrá que hacer un mayor esfuerzo para tolerar estas radiaciones. Con el tiempo, esto puede debilitar la resistencia y la tolerancia del cuerpo, lo que puede dar lugar a la aparición de ciertos síntomas y, eventualmente, enfermedades crónicas, incluyendo el cáncer, que es una preocupación importante (5).

Según (6) menciona que existen escasos estudios que investiguen el carácter adictivo de los teléfonos móviles en adultos. Sin embargo, la adicción a estos dispositivos también afecta a una parte significativa de la población adulta. De hecho, cada vez más, los adultos destinan más tiempo y atención a comportamientos o hábitos sociales como el ejercicio o las compras. Por esta razón, surge la necesidad de contar con un instrumento en español, y se decide traducir, adaptar y validar el "Smartphone Addiction Inventory" (SPAI).

Según (7) la energía que posean las ondas electromagnéticas y los efectos que estas producen en la materia, se pueden clasificar en los siguientes dos grupos: Radiación No- Ionizante, Radiación Ionizante.

Tabla 1: Tipos de Radiación

TIPOS DE RADIACIÓN	
Tipo	Descripción
Radiación No-Ionizante	Las radiaciones no ionizantes son aquellas que no tienen suficiente energía para romper las uniones atómicas, lo que significa que no pueden alterar directamente el ADN celular. Estas radiaciones pueden producir efectos térmicos, como el calentamiento por microondas. Además, en frecuencias bajas, las radiaciones no ionizantes intensas pueden generar corrientes eléctricas en los tejidos, afectando así el funcionamiento de células sensibles a estas corrientes, como las células musculares y nerviosas. En general, los campos electromagnéticos en cualquier frecuencia son considerados radiaciones no ionizantes.
Radiación Ionizante	Este tipo de radiación cuenta con la energía necesaria para romper las uniones atómicas, lo que significa que puede modificar o romper las cadenas de ADN celulares. Incluye la banda superior de las radiaciones ultravioleta, los rayos X y los rayos gamma.

Fuente: "Elaboración propia con referencia de Italo Cid"

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) ofrecen una amplia gama de dispositivos que permiten a las personas mantenerse informadas sobre eventos en todo el mundo en tiempo real, desde cualquier ubicación. Uno de los productos más influyentes y con mayores ventas de estas tecnologías es el dispositivo móvil. A través de internet, han generado un posible uso problemático o adictivo de los teléfonos inteligentes en algunos casos (8).

Si examinamos a las personas que viajan en transporte público, asisten a un concierto, se encuentran en el cine, disfrutan de un día en la playa o simplemente caminan por la calle, es evidente que muchas de ellas estarán utilizando sus teléfonos inteligentes o smartphones. El uso de estos dispositivos se extiende a todas las situaciones y se observa en cualquier momento del día (9).

ALTERACIONES EN LA SALUD POR EL USO EXCESIVO DE LA TECNOLOGÍA 5G EN LOS TELÉFONOS CELULARES INTELIGENTES (SMARTPHONE)

El uso de teléfonos móviles en estudiantes universitarios en su etapa de formación profesional se está investigando en los últimos años por el avance de la tecnología, ocasionando la frecuencia del uso del teléfono en adolescentes, jóvenes y adultos que se da hoy en día (10).

Estos nuevos dispositivos, conocidos como teléfonos inteligentes, smartphones o simplemente "móviles", incluyen funciones similares a las de una computadora, cuentan con conexión de datos y su tamaño ha ido en aumento para proporcionar una pantalla más grande que facilite el uso de diversas aplicaciones. De manera sorprendente, especialmente entre los jóvenes, la función de llamada telefónica es la menos utilizada. En 1995, un teléfono móvil tenía un costo aproximado de 500 € y solo un 2% de los españoles lo poseían. En la actualidad, el 88% de los españoles y el 70% de la población mundial tiene un teléfono inteligente, y se estima, aunque no hay fuentes confirmadas, que la cantidad de teléfonos podría superar el número de habitantes en el planeta (11).

En los últimos años, las comunicaciones han experimentado una revolución significativa, convirtiéndose en un fenómeno social que ha impactado en diversos aspectos de la vida humana, incluida la educación. El uso de dispositivos móviles e internet ha cambiado la forma en que interactuamos y se ha convertido en uno de los servicios más utilizados, especialmente por los niños, ya que son una herramienta de comunicación fundamental. Sin embargo, esta exposición constante a la tecnología puede tener efectos medioambientales y de salud, lo que hace que los niños sean particularmente vulnerables debido a sus mentes y cuerpos en desarrollo. La nueva modalidad educativa que imparte clases a través de estas tecnologías ha llevado a que los niños adopten la tecnología desde edades más tempranas (12).

Desde el inicio del año 2020, han surgido inquietudes en la comunidad con relación a la implementación de la quinta generación (5G) de tecnología móvil. Esto se debe a que con esta nueva generación se permite la conexión de un mayor número de dispositivos, no solo limitados a teléfonos celulares (smartphones), sino que también se abre la posibilidad de expandir el Internet de las Cosas (IoT) y otras aplicaciones (13).

La industria de teléfonos móviles ha experimentado un crecimiento excepcional en los últimos años, mostrando indicadores de crecimiento exponencial y manteniendo su objetivo de mantener al mundo interconectado. Sin embargo, ha sufrido cambios drásticos en sus características y condiciones desde sus inicios hace más de 50 años. En la actualidad, los dispositivos móviles son multifuncionales, pasando de ser meros dispositivos para llamadas de voz a convertirse en una especie de computadoras de bolsillo. Aunque mantienen funciones que datan de los años 90, como los mensajes de texto, han incorporado nuevas características que diferencian significativamente las generaciones de la 1G (años 80) a la reciente 5G. Actualmente, los usuarios valoran principalmente la velocidad de conexión y los atributos de entretenimiento que ofrecen los dispositivos móviles (14).

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño: Se ha realizado una revisión sistemática de documentos de pre y postgrado de Institutos de tercer nivel, textos científicos dedicados a la investigación de efectos en la salud del 5G en teléfonos inteligentes, control y regulación de la radiación en dispositivos móviles en diferentes partes del mundo para tener un mayor conocimiento.

Estrategia de búsqueda: En primer lugar, se lleva a cabo una búsqueda en Google Académico de documentos, artículos y guías de práctica publicados por diferentes sociedades y asociaciones profesionales tanto en Argentina, Chile, Estados Unidos, España, Ecuador y Perú. Esta búsqueda se hizo de documentos en español. Posteriormente, se realizó una búsqueda de revisiones sistemáticas de la literatura científica del tema. Para la búsqueda de estudios originales se consultó las bases de datos Scopus mediante los criterios de búsqueda: Radiación electromagnética, Exposición prolongada, 5G, Efectos, Telecomunicación. Se analizaron además las referencias bibliográficas de los artículos seleccionados con el fin de rescatar otros estudios potencialmente imprescindibles para nuestra revisión. Dichos artículos fueron localizados a través de Google Académico.

Extracción de datos: Tras la búsqueda inicial se localizaron 25 estudios especializados y centrados en el tema, aunque se excluyeron 5 de los cuales 2 no fueron relevantes para el objetivo de esta revisión, 2 artículos se repetían y 1 artículo tenía restricciones de usuario. En su totalidad se usaron 20 artículos confiables. Además, para proceder a la selección se revisaron los abstracts como también sus temas y en caso necesario los artículos completos con el fin de decidir si la información que contenían estaba o no relacionada con nuestro tema a tratar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el desarrollo de esta búsqueda sobre los efectos en la salud del 5g, se llevaron a cabo investigaciones exhaustivas y se recopiló una amplia gama de información relevante. A continuación, se presentan los resultados más destacados obtenidos durante el proceso de investigación:

Se reconocen los posibles peligros para la salud humana al estar expuesto a la radiación no ionizante emitida por las comunicaciones 5G. Sin embargo, es importante considerar que esta exposición no proviene únicamente de la tecnología 5G, sino que también influyen las antenas de las generaciones anteriores de telecomunicaciones.

Por otro lado, podemos afirmar que cuantas más antenas tiene un teléfono móvil, menor es la potencia de radiación emitida, sin superar los límites máximos permitidos para la salud. Es importante destacar que cuando el celular no tiene señal o la cobertura es débil, busca la antena más cercana, lo cual puede resultar en un aumento de la temperatura del dispositivo y un mayor consumo de energía, lo que puede ocasionar molestias al usuario y un rápido agotamiento de la batería del teléfono móvil.

En cuanto a la calidad de la señal, el teléfono móvil cuenta con una antena que proporciona una buena cobertura. En términos de los efectos en la salud, todas las mediciones realizadas tanto en áreas con buena cobertura como en aquellas con cobertura deficiente no exceden los estándares nacionales e internacionales. De hecho, se encuentran muy por debajo del límite del 1% y cumplen con los estándares establecidos por la ECA (Entidad Certificadora Autorizada).

Se afirma que con la llegada del 5G experimentaremos una conectividad excesiva en nuestro entorno, pero existe un grupo considerable de personas que se oponen a esta innovadora tecnología debido a sus preocupaciones sobre posibles riesgos para la salud. En este análisis, examinamos la amplia gama de estudios científicos que existen sobre este tema.

Según (15). Para comprender el impacto potencial del 5G en los seres humanos, es fundamental entender esta nueva tecnología que promete transformar nuestras vidas. Después de las redes 2G, 3G y 4G, ahora se está implementando el 5G, la quinta generación de redes móviles que conocemos. Por ejemplo, el 2G nos trajo los innovadores mensajes de texto (SMS), seguidos del 3G que permitió una conexión continua a Internet. Más adelante, el famoso 4G nos brindó la banda ancha y una velocidad de transferencia de datos sin precedentes, lo que nos permitió ver videos en streaming, descargar fotos de alta resolución rápidamente y reproducir canciones sin tener que esperar a que se descarguen. Aunque actualmente nos hemos acostumbrado a estas capacidades, hace unos años eran impensables.

La Organización Mundial de la Salud (OMS publicó en 2006 un artículo científico titulado Los campos electromagnéticos y la salud pública: estaciones de base y tecnologías inalámbricas, donde analizan los posibles daños relacionados con las tecnologías inalámbricas. Dicho documento concluía que "teniendo en cuenta los muy bajos niveles de exposición y los resultados de investigaciones reunidos hasta el momento, no hay ninguna prueba científica convincente de que las débiles señales de RF procedentes de las estaciones de base y de las redes inalámbricas tengan efectos adversos en la salud" (16).

"Tras muchas investigaciones, no se ha detectado ningún efecto adverso para la salud relacionado causalmente con la exposición a tecnologías inalámbricas" explica la OMS en un estudio de febrero de 2020" (17).

CONCLUSIONES

En conclusión, la tecnología 5G ha generado debates y preocupaciones en relación con su posible impacto en la salud humana. A pesar de que no existen evidencias científicas sólidas que demuestren efectos adversos directos en la salud debido a la exposición a las señales 5G, algunos expertos instan a tomar precauciones y establecer regulaciones más estrictas para proteger la salud pública. Como por ejemplo la OMS en un estudio de febrero de 2020 nos da a conocer que, tras muchas investigaciones, no se ha detectado ningún efecto adverso para la salud relacionado causalmente con la exposición a tecnologías inalámbricas explica la OMS.

Es importante seguir investigando y monitoreando de cerca los posibles efectos de la tecnología 5G en la salud, especialmente considerando que el despliegue y la adopción de esta tecnología continúan en aumento en todo el mundo. Los estudios científicos deben ser realizados con rigor para proporcionar una comprensión más completa y actualizada de cualquier posible impacto en la salud.

En última instancia, garantizar una tecnología 5G segura para la salud requiere una evaluación continua de los riesgos potenciales y la adopción de políticas y estándares que protejan adecuadamente a la población, asegurando que los beneficios de esta tecnología se maximicen, mientras se minimizan los posibles riesgos para la salud. La colaboración entre científicos, reguladores y la industria es esencial para garantizar un enfoque equilibrado y bien fundamentado en la implementación de la tecnología 5G en beneficio de la sociedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Vargas, F. (2004). La protección sanitaria frente a los campos electromagnéticos. Madrid. Obtenido de <https://www.scielosp.org/pdf/gs/2004.v18suppl1/239-244/es>
2. Rodríguez, O., Hernández, R., Torno, L., García, L., & Rodríguez, R. (2005). Telefonía móvil celular: origen, evolución, perspectivas. Santiago de Cuba: Ciencias Holguín. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1815/181517913002.pdf>
3. Skvarca, J., & Aguirre, A. (2006). Normas y estándares aplicables a los campos electromagnéticos de radiofrecuencias en América Latina: guía para los límites de exposición y los protocolos de medición. Rev Panam Salud Publica. Obtenido de <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/7926/17.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
4. Malo, S., & Figuer, C. (2010). Infancia, Adolescencia y Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) en Perspectiva Psicosocial. Madrid. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1798/179815544002.pdf>
5. Ramírez, R. (2013). POSIBLES EFECTOS PROVENIENTES DEL USO EXCESIVO DE LA COMUNICACIÓN INALÁMBRICA. Baja California.
6. Smetaniuk, P. (2014). A preliminary investigation into the prevalence and prediction of problematic cell phone use. Journal of Behavioral Addictions. San Francisco. Obtenido de <https://akjournals.com/view/journals/2006/3/1/article-p41.xml>
7. Cid, I. (2015). RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA CELULAR, REGULACIONES Y FUNDAMENTOS. Santiago de Chile. Obtenido de <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/137231>
8. Marín, V., Vega, E., & Begoña, G. (2018). Uso problemático del smartphone en estudiantes universitarios. Córdoba. Obtenido de https://www.aesed.com/upload/files/vol-43/n1/num-completos/v43n1_orig4.pdf
9. Nagele, M. (2019). La enfermería en la medición del uso adictivo al móvil entre los usuarios del Centro de Salud San Benito - La Laguna. La Laguna. Obtenido de <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/15136/La%20enfermeria%20en%20la%20me>

- dicion%20del%20uso%20adictivo%20al%20movil%20entre%20los%20usuarios%20del%20Centro%20de%20Salud%20San%20Benito%20-%20La%20Laguna.pdf?sequence=1
10. Ramirez, R. (2008). El telefono movil y la vida cotidiana analisis del caso de las personas mayores en la ciudad de Barcelona. Barcelona.
 11. Lavín, S., Zaldívar, A., Rodelo, J., & Zaldívar, J. (2019). Utilización del smartphone por estudiantes de nivel superior. Sinaloa: Revista De Investigación En Tecnologías De La Información. Obtenido de <https://riti.es/index.php/riti/article/view/97>
 12. Muñiz, D. (2021). RADIACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS MÓVILES Y SU IMPACTO EN NIÑOS EN ETAPA ESCOLAR. MANABÍ. Obtenido de <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3386/1/DAYANA%20MUÑIZ%20PINCAY.pdf>
 13. Tarapués, B. (2021). ESTADO DEL ARTE DEL RIESGO QUE REPRESENTA PARA LA SALUD HUMANA LA RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA DE LAS COMUNICACIONES 5G. Quito. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20548>
 14. Caceres, A., Gil, Y., Rivas, J., & Yamamoto, A. (2022). PLAN ESTRATÉGICO DE JAYA TECH (2022-2026). Lima. Obtenido de <https://repositorio.up.edu.pe/handle/11354/3924>
 15. Flores, J. (2022). *¿Es peligroso el 5g para la salud?* Obtenido de https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/es-peligroso-5g-para-salud_15514
 16. OMS. (2006). Radio frecuencia. Obtenido de https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/es-peligroso-5g-para-salud_15514#:~:text=Los%20estudios%20cient%C3%ADficos%20sobre%20el%20peligro%20del%205G&text=%22Tras%20muchas%20investigaciones%2C%20no%20se,estudio%20de%20febrero%20de%202020.
 17. OMS, 5. (2020). Radiación de la tecnología 5G. Obtenido de https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/es-peligroso-5g-para-salud_15514#:~:text=Los%20estudios%20cient%C3%ADficos%20sobre%20el%20peligro%20del%205G&text=%22Tras%20muchas%20investigaciones%2C%20no%20se,estudio%20de%20febrero%20de%202020

DETERMINACIÓN DE FACTORES QUE INFLUYEN EN EL CONSUMO DE COMIDA RÁPIDA EN LOS ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS Y EFECTOS EN LA SALUD

DETERMINATION OF FACTORS THAT INFLUENCE FAST FOOD CONSUMPTION IN UNIVERSITY STUDENTS AND EFFECTS ON HEALTH

Janneth Estefania Cahuana Tixi¹, David Israel Taipe Cantuña², David Eduardo González Naranjo³, Fernanda Díaz Andrade⁴

{jane_020694@hotmail.com¹, davidisraeltaipe@gmail.com², david.gonzalez@hpas.gob.ec³, fernandadiaz2712@gmail.com⁴}

Fecha de recepción: 5 de julio de 2023 / Fecha de aceptación: 31 de julio de 2023 / Fecha de publicación: 31 de diciembre de 2023

RESUMEN: Los estudiantes universitarios se encuentran en una etapa muy vulnerable en su vida, donde pueden presentarse muchos cambios drásticos en su vida, especialmente en una alimentación basada en comida rápida. Esto ha generado un impacto principalmente en su salud, ya que el consumo habitual de este tipo de alimentos puede conducir al desarrollo de distintos tipos de enfermedades. Los estudiantes de la carrera de agroindustria entre el periodo Octubre – marzo 2023 de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo son los principales sujetos de estudio de esta investigación, cuyo objetivo fue identificar cuáles son los factores y determinantes del consumo de comida rápida, de lo cual se obtuvo como resultado que la falta de tiempo es el factor principal y se determinó que la mayoría de estudiantes muestra sumo interés por llevar un estilo de vida saludable.

Palabras clave: Comida rápida, universitarios, consumidores, factores, salud

ABSTRACT: Fast food has become the main eating style of people, especially university students who, due to various factors, are the main consumers in the world. This has mainly had an impact on their health, since the habitual consumption of this type of food can lead to the development of different types of diseases. The students of the agribusiness career between the period October - March 2023 are the main study subjects of this research, whose objective was to identify which are the factors and determinants of fast food consumption, from which it was obtained as a result that the lack of time is the main factor and it was determined that the majority of students show great interest in leading a healthy lifestyle.

¹Investigador independiente, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0003-9128-7536>

²Investigador independiente, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0007-7180-4363>

³Hospital Pablo Arturo Suárez, Ecuador, <https://orcid.org/0000-0002-9620-8409>

⁴Investigador independiente, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0000-4370-0013>

Keywords: *Fast food, university students, consumers, factors, health*

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la comida rápida es un éxito a nivel mundial. Este tipo de comida se ha vuelto el menú del día de las personas tanto por su bajo costo como por su fácil preparación, y como su nombre lo indica, se caracteriza por su rápida preparación y consumo.

Además, los hábitos alimentarios considerados como los más afectables para la salud y que más comúnmente se manifiestan en el grupo de estudiantes son: frecuente consumo de refrigerios con alta densidad energética (1), bajo consumo de frutas y verduras, baja ingesta de calcio principalmente en mujeres (2), omisión de tiempos de comida y elevado consumo de bebidas azucaradas, carbonatadas y/o embriagantes (3).

Tales características parecen llamar la atención de las personas, convirtiéndose en los principales clientes de este apetitoso alimento, según (4). Hay que destacar que este alimento está disponible para todo el público en general; pero entre los principales consumidores están los estudiantes, trabajadores y niños. (5) manifiesta que uno de los efectos de este alimento en la salud es favorecer al desarrollo de la obesidad, que es uno de los mayores problemas en el mundo ya que el excesivo consumo de calorías ha provocado que las personas suban de peso descontroladamente causando otros malestares y también es un factor de riesgo para desarrollar enfermedades asociadas al sobrepeso.

(6) menciona que, a nivel mundial, la clasificación de países en los que más se gasta en comida rápida está liderada por Estados Unidos. Le siguen China, Japón, Brasil, India y después México. Y, entre estos alimentos más destacan son los negocios de venta de hamburguesas, pizzerías y restaurantes/cafeterías. Pero mayormente estos productos pueden ser hamburguesas, pizza, choripán, sándwiches de milanesa, papas fritas, empanadas y shawarmas y los sitios de expendio varían: algunos son locales de varios pisos, con sanitarios, mobiliario, juegos infantiles y demás comodidades; otros locales no tienen sanitarios ni sillas; otros proveen comida rápida entre una oferta mayor de productos y servicios (quioscos, estaciones de servicio); otros están improvisados en calles, zonas verdes, perímetros de estadios, entre otros, según (7).

En tanto, los países en los que menos se gasta en comida rápida son Italia (mil 687 millones de euros), España (mil 980 millones de euros), Australia (4 mil 207 millones de euros), Alemania (4 mil 721 millones de euros) y Canadá (6 mil 242 millones de euros). También, se menciona que los mayores consumidores de comida rápida, por persona per cápita, son japoneses (231.35 euros), estadounidenses (205.37 euros) y australianos (178 mil seis euros). En el lado opuesto se encuentra India (9.3 euros), China (26.94 euros) e Italia (28.14 euros).

También se menciona que cuatro de las 10 marcas de mayor valor en el mundo pertenecen a dos grupos. ¡El grupo Yum! Brands Inc., que, además de poseer KFC, es dueño de Pizza Hut y Taco Bell. Por su parte, Restaurant Brands International controla posiblemente el mayor rival de

McDonald's en el mundo, Burger King, así como la cadena de cafeterías canadiense Tim Hortons y los restaurantes Popeye Louisiana Kitchen, que pese a su popularidad en esta ocasión no logran colarse en el ranking. Por otro lado, están los pequeños negocios de comida rápida que han ido popularizándose en su ciudad; aunque todos tienen en común las mismas características como el lugar y el servicio.

Por otra parte, es importante saber los efectos en la salud causados por este hábito de consumo o estilo de vida que hemos optado las personas. esto desde ya es más una consecuencia que un efecto ya que si revisáramos el índice de obesidad en el mundo, obtuviéramos que los países más consumidores del mundo son los más propensos a desarrollar estas enfermedades, según (8). (9) define a los alimentos chatarra generalmente aportan pocos micronutrientes a la dieta, contienen cantidades sustanciales de grasa, azúcar, o combinación de ambos, menos minerales o nutrientes; y son ricos en energía, pero con un beneficio saludable bajo.

Actualmente, existe una gran cadena de establecimientos de comida rápida que se ha expandido a nivel internacional; según menciona (10) McDonald's lideraba claramente el ranking de las cadenas de restaurantes de comida rápida más importantes del mundo con un valor de marca superior de 196.000 millones de dólares estadounidenses. En segundo lugar, se representa a Starbucks, cuya marca se valoraba en unos 61.760 millones de dólares, seguidamente se encuentra al KFC.

Ecuador es uno de los países que también se ve afectado por los malos hábitos alimenticios de su población, ya que según las últimas cifras del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2020) en conjunto con el Ministerio de Salud Pública (2020) se descubrió que entre las principales causas de muerte en el país, las enfermedades como la diabetes, enfermedades hipertensivas, cerebrovasculares y las isquémicas del corazón, fueron las principales causas de muerte del país, que representa a 42 ecuatorianos cada día. Y, estas enfermedades son formadas por el consumo de alimentos altos en azúcar, sal y grasas que actúan dentro de la comida rápida, de acuerdo con la evidencia científica; esto, a la vez representan una fuerte carga económica para el sistema de salud pública.

Ahora bien, nos abarcaremos en el consumo de la comida rápida en los estudiantes y los efectos en la salud que ellos tienen al verse impuestos a llevar un estilo de vida y hábitos insanos. Primeramente, se debe tomar en cuenta que la situación nutricional de los estudiantes universitarios está en un estado vulnerable, esto debido a factores como a la omisión de comidas frecuentemente y realizar pequeñas ingestas en veces repetidas en el horario de comidas principales, dice (11).

En un estudio realizado años atrás, los autores (12) mencionan que entre las principales consecuencias del consumo de comida rápida en exceso para la salud se encuentra el aumento de riesgo para padecer depresión entre los jóvenes, fatiga, trastornos digestivos, aumenta el riesgo de enfermedades cardiovasculares, trastornos renales, daños hepáticos, mayor riesgo de diabetes tipo 2 y enfermedades respiratorias.

Existen datos que son importantes, como el que con tan sólo una comida fast-food se ingiere más de la mitad de la energía diaria necesaria. Si a ello añadimos la energía aportada por el resto de comidas del día, el contenido energético de la ingesta total se dispara y favorece el exceso de peso que más adelante se convertiría en un problema de salud; esto sin contar que es más probable que contraiga patologías que provengan del sobre peso y, además; puede inducir en las personas problemas de memoria, aprendizaje, y depresión sin contar la fatiga y debilidad, por el déficit de vitaminas y minerales, que conlleva este tipo de comida (13).

Entre los principales factores que conllevan a los estudiantes a consumir este tipo de alimentos es su alto poder de saciedad, sabor agradable y bajo costo; además de los factores culturales que relacionan aún más a los estudiantes a aceptar socialmente este tipo de alimento como sus preferidos. (14) señala que hay que tener en consideración que la alimentación tiene un impacto directo con los estudiantes universitarios, ya que una buena alimentación mejora el desempeño de los estudiantes tanto en la memoria, concentración, rendimiento cognitivo como académico. Además, existe una correlación entre una alimentación sana para mejorar el estado de ánimo y en la propia salud psicológica. Por lo que es necesario que los estudiantes universitarios procuren mantener una alimentación equilibrada, aunque no despreciando que cumplan un pequeño caprichito de vez en cuando.

Los estudiantes de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, específicamente de la Carrera de Agroindustria, se han visto envueltos en el tema, debido a su vulnerabilidad en la alimentación poco saludable, esto a diversos factores como el poco tiempo libre para comer tranquilamente, la falta de establecimientos de comida casual, e incluso dificultad para encontrar sus preferencias alimenticias, entre otras; pero, que los vuelven más propensos a sufrir diferentes enfermedades.

Debido a todo lo acontecido anteriormente, esta investigación tiene por objetivo identificar los factores y determinantes de consumo de comida rápida en los estudiantes de la carrera de Agroindustria perteneciente a la Facultad de Ciencias Pecuarias. Esto con el fin de proporcionar alternativas a los estudiantes para que mejoren sus hábitos alimenticios a través de planteamientos con ayuda de un profesional en nutrición para futuras investigaciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación emplea un método inductivo- descriptivo con enfoque cualitativa con la finalidad de evaluar algunas características de la población de muestra; por lo que se busca rescatar conclusiones generales a base de la información de las características de los actores sociales a través de datos obtenidos por aquellos instrumentos para recolectar datos (15).

Es decir, para su análisis, se utilizará los resultados para inferir de acuerdo a las características poblacionales y así lograr una breve revisión y discusión; sin embargo, este estudio se realizó con la idea de que los actores del estudio serán aporten sus principios y serian respetadas tanto en sus decisiones autónomas como en su confidencialidad (16).

La confidencialidad que requiere esta investigación estará plenamente reservada sabiendo que el fin de este trabajo es identificar los factores y determinantes del consumo de la comida chatarra de la población universitaria de la carrera de Agroindustria en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Para el diseño de investigación se optó por la estructura no experimental basada en la recolección de datos mediante un cuestionario, el cual permitirá conocer el nivel de frecuencia de consumo de comida rápida de los estudiantes, y así a proceder a dar un diagnóstico sobre los factores y determinantes del consumo de comida rápida en los estudiantes universitarios. Entre las técnicas utilizadas para la recolección de datos, se acudió a el método de Delphi, el cual tiene la particularidad de trabajar con un cuestionario como instrumento de investigación para así evaluar los resultados con personas expertas en el tema y obtener un consenso frente a la temática, según (17). Así mismo, se contó con fuentes tanto primarias como secundarias y se ha trabajado con una variable dependiente para evitar datos erróneos que invalidarían la investigación.

(18) manifiesta que para saber cuántos individuos son indispensables para el presente estudio, se ha seleccionado una muestra representativa de la población total con el fin de hacer inferencias estadísticas acerca de la población que en este caso sería los estudiantes de la carrera de Agroindustria, pertenecientes a la Escuela Superior politécnica de Chimborazo ubicada en la ciudad de Riobamba-Ecuador; tomando en cuenta un eje transversal para evaluar el consumo de comida rápida en el periodo académico actual Abril – Agosto /2023. Según datos de secretaria, la Carrera de Agroindustria está conformada por aproximadamente 480 estudiantes que cursan entre el primer y octavo Pao, por lo que se procederá a tomar una muestra de población, quienes deberán resolver un cuestionario de manera virtual por la plataforma de Microsoft Forms y luego se procederá a evaluar los resultados.

Para tomar la muestra de población, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Tamaño de muestra} = Z^2 * (p)*(1-p) / c^2$$

Donde:

- Z = nivel de confianza (95% a 99%)
- P = 5
- C= Margen de error (04 - ± 4)

Cuyas variables representan lo siguiente:

Calculadora de muestra

Nivel de confianza: 95% 99%

Margen de Error:

Población:

Tamaño de Muestra:

Figura 1: Question Pro – Calculadora de Muestras

**DETERMINACIÓN DE FACTORES QUE INFLUYEN EN EL CONSUMO DE COMIDA RÁPIDA EN LOS ESTUDIANTES
UNIVERSITARIOS Y EFECTOS EN LA SALUD**

De acuerdo con el resultado, se puede constatar que el número total de habitantes seleccionados a través de la técnica de selección de muestra de población fue de un total de 215 personas, las mismas que serán encuestadas posteriormente.

El cuestionario se diseñó con el propósito de conocer cuál es el nivel de frecuencia de consumo de comida rápida en los estudiantes, cuáles son esos alimentos, y que efectos estos han causado en su salud. En total fueron elaboradas 10 preguntas semiabiertas dirigidas totalmente a los estudiantes.

Para la elaboración del cuestionario, se tomó en cuenta otro instrumento importante para analizar estadísticamente el nivel de consumo de los alimentos de comida rápida; así mismo, la cantidad de veces que este ha sido consumido, tomando en cuenta, el tipo de comida que más se acostumbra a consumir en los estudiantes. Este instrumento es la escala de Likert, especialmente útil emplearla en situaciones en las que queremos que la persona matice su opinión (19). Además, esto permitirá conocer los hábitos alimenticios están llevando los estudiantes como estilo de vida, así como también los factores que inciden a los estudiantes a consumir este tipo de alimentos.

Tabla 1: Frecuencia de consumo de alimentos

Alimento	Frecuencia				
	1 vez a la Semana	2 o 3 veces a la semana	1 o más veces al mes	Menos de 3 veces al año	No consumo
Hamburguesa					
Papas fritas pollo/ Salchicha					
Pizza					
Hot Dogs					
Fideo instantáneo					

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con el total de encuestas llenadas, se evidencio la participación de 215 estudiantes, de los cuales tenían un rango de edad mayor de 21 años, de los cuales, el 61% representa a la población masculina y su peso propasaba los 65 kg. Por otro lado, al haber aplicado la escala de Likert, se pudo determinar los siguientes resultados.

DETERMINACIÓN DE FACTORES QUE INFLUYEN EN EL CONSUMO DE COMIDA RÁPIDA EN LOS ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS Y EFECTOS EN LA SALUD

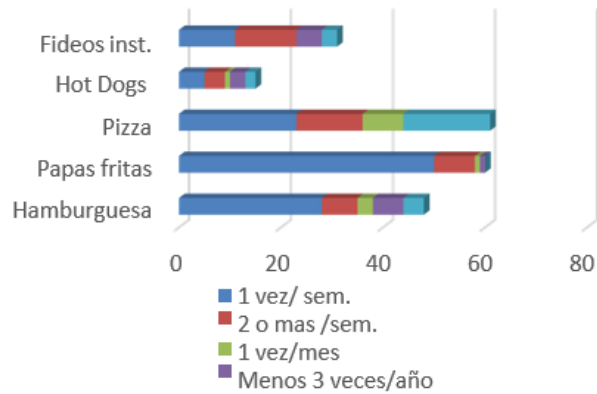


Figura 2: Escala de Likert

Como se ha evidenciado en el gráfico, las papas fritas son los alimentos más populares entre la población universitaria, debido a que se consumen semanalmente y entre los más populares diariamente, se encuentran los fideos instantáneos; entre los alimentos menos favoritos de los universitarios, se encuentran los hot Dogs que, a pesar de tener consumidores, su rango de consumo no llega ni a la mitad a comparación de las papas fritas. En la segunda parte del cuestionario, se encuentran preguntas acerca de las preferencias de horario de consumo de este tipo de comida, así como los factores que influyen en su consumo, y las razones preferenciales; en lo cual se obtuvo que la mayoría con un total del 47% prefiere el consumir este tipo de alimentos en horas de la noche, es decir; a partir de las 6pm.

También se indica que 129 personas, que representa la mayoría, aseguran que el principal factor que influye para el consumo de comida chatarra es la falta de tiempo, aunque seguidamente se encuentra la disponibilidad, ya que muchos de los comedores que se encuentran alrededor de la universidad prestan a estos tipos de alimentos como servicio. Por último, en la pregunta 3 se conoció que los estudiantes tienen preferencias a estos alimentos por la accesibilidad, pero también se involucran la necesidad y sensación de saciedad. A continuación, se puede observar su representación.

Horarios/Fact/Preferencia



Figura 3: Horario/Fact/Preferencia

Por otro lado, en las preguntas 6, 9 y 10; se obtuvo que el 64 % de los jóvenes universitarios si incluyen hábitos saludables en su alimentación; es decir, 134 estudiantes consideran que su estilo de vida está basado en una buena alimentación. Además, se pudo evidenciar que el 60% no presenta complicaciones en la salud debido a su alimentación; pero aquellos que, si han presentado síntomas y problemas de salud, manifiestan que los síntomas más comunes son dolores de estómago, debilidad, fatiga y aumento de peso descontrolado. Por último, se conoció que 118 personas que representan el 65% de la población, si conocen los efectos y riesgos de exponerse al consumo excesivo de comida rápida, e incluso se mencionó alguno de los problemas de salud como la obesidad, hígado graso, problemas cardiovasculares y mal aliento.

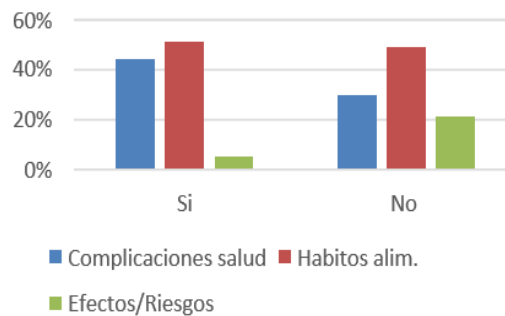


Figura 4: Complicaciones de salud, hábitos alimenticios y efectos/riesgo

Luego de revisar los resultados, se ha deducido que las cifras de consumo de comida rápida son favorables para el estado de salud de los estudiantes. Sin embargo, (20) manifiesta que el excesivo consumo de los alimentos insalubres, va a ir incrementando sus cifras a causa de las transformaciones de estilo de vida en esta etapa de la vida. Esto se debe al compromiso de los estudiantes por la irregularidad de la ingesta de alimentos primordiales, que serán reemplazados por comida chatarra altas en grasas saturadas, bebidas gasificadas, azúcares y sal.

En otras palabras, dicha autora menciona que, aunque en los resultados sean favorables en cuanto al consumo de comida rápida, es más probable que las cifras aumenten por la nueva tendencia que ha acogido a toda la región de Sudamérica; aunque, en el estudio mencionado, se ha mencionado que el incremento de tasa de consumo de estos alimentos puede pasar más a menudo, en temporada de exámenes.

Por otro lado, otro estudio elaborado por (21) manifiesta que en países del continente Europeo, existe el mismo problema con la población estudiantil, pero a diferencia de nuestro país, las universidades y autoridades preocupadas por la salud de los estudiantes, han implementado estrategias para reducir el consumo. Entre las principales estrategias se encuentran implementación de ramas de educación nutricional en todas las carreras. Por otro lado, un reciente estudio revela que el consumo de comida rápida en los estudiantes universitarios paquistaníes, están influenciados por los amigos y creciente popularidad, pero para ello, fue

necesario aplicar la teoría de comportamiento aplicado (22). Esto es algo novedoso, ya que en nuestro país ninguna universidad ha tomado esta idea para medir el consumo de comida rápida.

Para (23), los posibles riesgos para la salud asociados al consumo de estos alimentos ricos en calorías están relacionados directamente a enfermedades de las arterias coronarias y la diabetes mellitus, lo cual se dio a conocer en una investigación médica.

Por otra parte, en otro estudio se menciona que la comida chatarra está relacionada con muchas patologías, porque favorece a que desarrolle la obesidad, cardiopatías, diabetes tipo II, caries, dolores articulares por el exceso de peso ejercido a los miembros inferiores, hipo tiroides, aterosclerosis, hipertensión, gastritis, cálculos biliares, etc. por el consumo en exceso de estos alimentos. Algunos componentes de los productos son: L- cisteína, colorantes, castorum, productos ignífugos, glicol de propileno o propylene glicol, biodiesel, arena, borax o tetraborato de sodio, Glutamato mono sódico o también llamado como ajino moto (16).

Por último, (24) señala que una investigación realizada Chile, delata que un hábito alimentario saludable debe contener macro y micro nutrientes imprescindibles para una adecuada nutrición, todos presentan una función en el organismo, las proteínas, grasas y, carbohidratos son macro nutrientes que si se distribuyen en un porcentaje favorable para proporcionar la producción de energía; en cambio, los micronutrientes son vitaminas y minerales que se encuentran en cantidades mínimas pero que contribuyen para completar las funciones vitales.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos, se demostró que la población de estudiantes de la Carrera de Agroindustria perteneciente a la ESPOCH si conocen los principales efectos del consumo excesivo de comida rápida y han logrado identificar los principales riesgos. Sin embargo, luego de revisar las de las horas y tipos de alimentos altos en calorías, se presentaron una serie de inconvenientes con el ranking de consumo de estos alimentos, por lo que se representa como una cifra importante de gastos, que involucran directamente a la salud de los estudiantes.

Por otro lado, se mencionó que entre los principales efectos en la salud ocasionados por el alto consumo de comida rápida se encuentra el sobrepeso, que es uno de los problemas más comunes a nivel de población mundial. De tal manera, quedaría comprobado que existe la necesidad de aplicar medidas correctivas para este problema; así mismo, este documento puede ser tomado como base para nuevas investigaciones que busquen mejorar los hábitos en los estudiantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Adair L. S. & Popkin B. M. (2018). Are child eating patterns being transformed globally? *Obes Res*, 13 (7), 1281-1299.

2. Sandler R. B., Slemenda C.W., LaPorte R.E. (2018). Postmenopausal bone density and milk consumption in childhood and adolescence. *Am J Clin Nutr*, 42, 270-274
3. Haines, F., (2003). Incorporación de fracciones de almidón primario y secundario de canavias ensiformes L y Phaseolus lunatus L en galletas. *Acta Científica Venezolana*, 54(2), 138- 147.
4. Cabrera, D. (2019). Repercusiones de la comida rápida en la sociedad . *Transtornos de La Conducta Alimentaria* 6, 3–6.
5. Humberto, O., Chávez, O., & Díaz, S. F. (2023). Fast Food Intake The Power of Good Food. *Revista Iberoamericana Para La Investigación y Desarrollo Educativo*, 4.
6. López, D. (2021). Los mayores consumidores de comida rápida en el mundo. *Ciencia y Tecnología*.
7. Villacís, P. (2022). "el consumo frecuente de comida rápida (fast-food) y su incidencia en la. In.
8. Mercola, J. (2019). ¿Por qué el 90 % de las personas consume comida chatarra? - Asociación de Consumidores Orgánicos. <https://consumidoresorganicos.org/2019/08/28/por-que-el-90-de-las-personas-consume-comida-chatarra/>
9. Carías Alejandro et al. Consumo de comida chatarra en escolares. (2020). *Nutr. clín. diet. hosp.* 40(2). Disponible en: <file:///C:/Users/HP/Downloads/32-Texto%20completo%20del%20art%C3%ADculo%20con%20figuras,%20tablas,%20etc.%20SIN%20datos%20de%20los%20autores.-109-1-10-20200829.pdf>
10. Orus, A. (2022). Ranking de cadenas de comida rápida por valor de marca en el mundo en 2022.
11. Daniela Vidal, P., Brassesco, B. R., Viola, L., & Aballay, L. R. (2015). Estado nutricional en estudiantes universitarios: su relación con el número de ingestas alimentarias diarias y el consumo de macronutrientes. *Nutr Hosp*, 31(4), 1748–1756. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.4.8399>
12. Ellwood, P., Asher, M. I., García-Marcos, L., Williams, H., Keil, U., Robertson, C., & Nagel, G. (2022). Do fast foods cause asthma, rhinoconjunctivitis and eczema? Global findings from the International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC) Phase Three.
13. Callejo, A. M. (2018). ¿Qué le ocurre exactamente a tu cuerpo con la comida rápida? <https://cuidateplus.marca.com/alimentacion/nutricion/2018/02/23/-le-ocurre-exactamente-cuerpo-comida-rapida-161620.html>
14. Lizbeth, C., Bustos, G., Julexy, E., Mendoza, P., Anaís, S., Roca, A., Magdalena, M., & Nieto, P. (2022). Efectos del consumo de comidas rápidas en la salud y en el medio ambiente. <https://orcid.org/0000-0002-0538-5291>
15. Andrade, F., Machado, O., & Armendariz, C. (2018). Método inductivo y su refutación deductiva. *Conrado*, vol.14(n0.63). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442018000300117
16. Caballero Carlos, T., Paul, J., Ch, R., De Los Angeles, M., & De Celis, R. R. (2020). "Factores Y Determinantes Del Consumo De Comida "Determining Factors And Junk Food Consumption Of Students Of The Faculty Of Medicine, Nutricion, Enfermery And Tecnolgy Medical, La Paz-Bolivia, 2016." *Revista "Cuadernos*, 57(3), 2016.
17. Betancourt, D. F. (2018). ¿Qué es el método DELPHI y cómo se aplica? Método Delphi. <https://www.ingenioempresa.com/metodo-delphi/>

18. García-García, J., Bernal-Reding, A., & Alvarenga-López, J. (2022). Cálculo del tamaño de la muestra en investigación en educación médica. *Investigación En Educación Médica*, 2,(num.8), 3–5. <https://www.redalyc.org/pdf/3497/349733226007.pdf>
19. Llauradó, O (2018) La escala de Likert: ¿qué es y cómo se utiliza? *Ñeques* <https://www.netquest.com/blog/es/la-escala-de-likert-que-es-y-como-utilizarla>
20. Velázquez, Pamela. (2021) Consumo de comida chatarra según el estar en época de exámenes en estudiantes universitarios de cinco países en Latinoamérica. Obtenido de:https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/9154/4/IV_FCS_502_TE_Medrano_Velasquez_2021.pdf
21. Pascual, Sara. (2017) Frecuencia de consumo de alimentos en estudiantes universitarios: Universidad de León. España. Obtenido de: https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/7951/PASCUAL%20GALVAN_SARA
22. Sajjad, M., Bhatti, A., Hill, B., & Al-Omari, B. (2023). Using the theory of planned behavior to predict factors influencing fast-food consumption among college students. *BMC Public Health*, 23(1). <https://doi.org/10.1186/s12889-023-15923-1>
23. Ashakiran, S., & Deepthi, R. (2019). Fast foods and their impact on health. *Journal of Krishna Institute of Medical Sciences University*, 1(2), 7–15.
24. Rodríguez R., Ximen Palma L., Ángela Romo B., Daniela Escobar B., Bárbara Aragón G., Luis Espinoza O., Norman McMillan L., Jorge Gálvez C. (2021). Hábitos alimentarios, actividad física socioeconómicos en estudiantes universitarios de Chile. *Nutri Host [revista del internet]*. http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112013000200024&lng=es&nrm=iso

USO DE LA MASHUA NEGRA (TROPAEOLUM TUBEROSUM RUÍZ & PAVÓN) COMO COLORANTE: UNA REVISIÓN

USE OF BLACK MASHUA (TROPAEOLUM TUBEROSUM RUÍZ & PAVÓN) AS A COLORING: A REVIEW

Gardenia Katherine Carriel Quizhpe¹, Stuard Nelson Montoya Vizuete², Gissela Estefania Ponce Quezada³, Jimmy Jerkof Palma Villarroel⁴

{garkacar@espol.edu.ec¹, stumontoya@gmail.com², gissiponce@hotmail.com³, jerkof_palm@hotmail.com⁴}

Fecha de recepción: 29 de julio de 2023 / Fecha de aceptación: 31 de agosto de 2023 / Fecha de publicación: 31 de diciembre de 2023

RESUMEN: La mashua negra (*Tropaeolum tuberosum* Ruíz & Pavón) es una planta herbácea originaria de la región andina, es un tubérculo al igual que la papa o la oca. Es muy rica a nivel nutricional además de las múltiples aplicaciones en la medicina tradicional y en el caso de este artículo se explora el uso de la mashua negra como un posible colorante vegetal con propiedades beneficiosas para la salud. En este artículo descriptivo se exponen los datos obtenidos mediante investigación bibliográfica llegando a la conclusión de que el extracto de la mashua negra tiene flavonoides, compuestos fenólicos, antocianinas y quinonas que se oxidan al contacto con alimentos de acidez media como el yogurt de manera que le da un color morado azulado. Los documentos fueron obtenidos usando herramientas informáticas Google académico y bases de datos de revistas indexadas de alto impacto, como: ScienceDirect, Scielo.

Palabras clave: *Tropaeolum tuberosum* Ruíz & Pavón, mashua, mashua negra, cubio, antocianinas

ABSTRACT: The black mashua is an herbaceous plant native to the Andean region, it is a tuber just like the potato or the oca. A nutritional level is very rich in addition to the multiple applications in traditional medicine and in the case of this article the use of black mashua is explored as a possible vegetable coloring with beneficial properties for health. In this descriptive article, the data obtained through research are presented, reaching the conclusion that the black mashua extract has flavonoids, phenolic compounds, anthocyanins and quinones that oxidize on contact with medium-acid foods such as yogurt, in a way that gives it a bluish-purple color. The documents were obtained using Google Scholar computer tools, and databases of high- impact indexed journals, such as: ScienceDirect, Scielo.

Keywords: *Tropaeolum tuberosum* Ruíz & Pavón, mashua, black mashua, cubic, anthocyanins

¹Investigador independiente, <https://orcid.org/0009-0006-3836-2762>

²SSV CONSULTING, <https://orcid.org/0000-0002-8760-6296>

³Investigador independiente, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0009-7470-3925>

⁴Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Industrias Pecuarias, Carrera de Agroindustrias, Chimborazo, Ecuador, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-3304-0075>

INTRODUCCIÓN

Según (1) la mashua, conocida también como “*Tropaeolum tuberosum* Ruíz & Pavón”, “añu”, “isaño” o “cubio” en quichua, es una planta herbácea perenne originaria de la región andina, donde también fue domesticada. Las evidencias arqueológicas sugieren que sus tubérculos ya eran consumidos desde hace más de 7500 años. Su hábitat de distribución natural se extiende desde Colombia hasta el norte de Argentina. Y su cultivo no deja de ser importante, pues forma parte de la seguridad alimentaria de miles de familias campesinas en los Andes a través del autoconsumo o la generación de ingresos monetarios.

Debido a la presencia del compuesto isotiocianatos, la mashua posee un sabor ocre y picante, pero a la hora de la cocción su sabor se torna dulce, además de tener alto contenido de almidón su valor nutritivo supera al de los cereales como el arroz o la papa (2). El lugar de domesticación ha debido darse en la región que comprende entre el Ecuador y Bolivia. Esto porque en dicha área se encontraron muchas variedades de mashua. Sin embargo, la falta de estudios sobre las diferentes especies de la mashua genera que el origen sea difícil de identificar (3).

Los tubérculos comestibles de mashua se cultivan y siembran en áreas pequeñas en sistemas agrícolas tradicionales y en condiciones en la cual la altitud varíe entre 2400 y 4300 m.s.n.m donde las temperaturas medias anuales están en el rango de 8-11 °C, como los países Andinos, principalmente en Perú, Ecuador y Bolivia (4). La mashua además se destaca por sus múltiples propiedades funcionales y gran valor nutricional. El propósito de este trabajo fue describir la evidencia científica disponible sobre la mashua como colorante además de hacer una revisión de los compuestos bioactivos que le permiten ser un colorante vegetal y de los beneficios de este tubérculo andino.



Figura 1: Catálogo de la colección de germoplasma de mashua conservada en el Centro Internacional de la Papa (Manrique et.al, 2013).

Composición nutricional y química: La mashua tiene un alto contenido de carbohidratos, aproximadamente un 11% cuando se encuentra en una base fresca, además de un alto contenido de ácido ascórbico (64 mg por 100 g en estado fresco) y entre un 1,6 - 15% de proteína

dependiendo de la especie. El principal componente de la mashua es el glucocianatos la cual es el encargado y responsable de que la mashua tenga en su composición atributos medicinales (5).

Poseen un alto valor nutricional, cuentan con alto contenido de fósforo, calcio y hierro, además combina proteínas, altas cantidades de carbohidratos, fibra, calorías, antocianina y baja grasa. La mashua negra aporta un promedio de 9 mil a 10 mil unidades de antioxidantes siendo excelente para la protección del corazón, y vigorizar la circulación de los vasos sanguíneos (6).

En la siguiente tabla se especifica de mejor manera la composición química en base a la comparación entre dos autores diferentes.

Tabla 1. Composición química de la Mashua (g / 100g)(Arteaga et al, 2022)

Elementos	UNALM (2019)	Del Águila (2018)	Ruiz & Pavón 2018
Valor energético	52,0 kcal	76 kcal	4,19-4,64 %
Humedad	86%	80%	85%
Proteínas	1,6 g	9,17%	6,9-15,7 %
Grasas	0,6 g	0,7g	0,004%
Carbohidratos	11,6 g	75,40%	69,7-79,5 %
Fibra	0,8 g	5,86%	0,70%
Cenizas	0,8 g	0,80%	4-6,5 %
Calcio	7 g	0,006	0,006
Potasio	-	1,99%	1,99%
Hierro	1,2 g	0,42%	0,42%
Fósforo	42 g	0,32%	0,32%
Magnesio	-	0,11%	0,11%
Manganeso	-	7,00%	7,00%
Zinc	-	48,00%	48,00%
Sodio	-	0,04%	0,04%
Cobre	-	9,00%	9,00%
Tiamina	0,06 g	-	-
Riboflavina	0,08 g	-	-
Niacina	0,6 mg	-	-
Almidón %	-	46,96%	20,01-79,46 %
Azúcares totales %	-	42,81%	6,77-55,23 %

Usos ancestrales de la mashua: Las comunidades andinas mantienen y conservan todo lo que respecta a su diversidad genética a través de generaciones; y esto se convierte en una fuente de valor, gracias al conocimiento asociado al tipo diverso de cultivo y a los usos, ya sean de tipo medicinal o alimenticio (7).

A los tubérculos se les atribuyen propiedades antifrodiasíacas desde la época de los incas. Además, tiene usos nutricionales y medicinales. En los usos medicinales se emplea como tratamiento en litiasis renal, dolencias genitourinarias y anemia (8). En la actualidad, su consumo se puede dar como purés, licuados, sopas y las hojas se usan como té medicinal, también puede reemplazar tubérculos como la papa u oca en platos conocidos (2).

Usos de la mashua en la agroindustria: Según (9) la mashua cultivada y secada se destina para la industria, el consumo y como semilla. Además de que ha tomado popularidad en el extranjero por la alta cantidad de beneficios y nutrientes. La mashua negra y amarilla se exporta a empresas

de Holanda, Suecia, Francia, Emiratos Árabes y Canadá que se especializan en marketing de productos bionaturistas y laboratorios farmacéuticos que la utilizan para la transformación de mejoramientos de alimentos a base de capsulas. Las presentaciones de exportación son mashua fresca, harina de mashua, néctar, capsulas y extracto de mashua. En cuanto al consumo de la mashua existen múltiples presentaciones como te medicinal, yogurt, mermelada, bebidas, concentrados, harina y medicamentos naturales.

Componentes bioactivos: En la mashua negra se encuentran presentes los polifenoles, antocianinas y carotenoides de estos depende su capacidad antioxidante. La importancia de la capacidad antioxidante es poder mantener una dieta saludable para el organismo, ya que los antioxidantes tienen como fin prevenir a la célula de moléculas que puedan dañarlas (10).

(11) evaluó la capacidad antioxidante, el contenido de compuestos fenólicos, de antocianinas y de carotenoides de 84 cultivares de mashua procedentes de Cusco. Los resultados indicaron que en varios de estos cultivares se presentaron valores superiores a ciertas frutas y vegetales con alta capacidad antioxidante. El contenido de compuestos fenólicos varió entre 5,5 y 16,7 mg, de compuestos fenólicos varió entre 5,5 y 16,7 mg y de carotenoides entre 0,48 y 15,09 mg.

Los cultivares morados destacaron en compuestos fenólicos y antocianinas y los amarillos en contenido de carotenoides esto indica que los compuestos fenólicos contribuyen a la capacidad antioxidante de la mashua de manera que como beneficio la mashua es anticancerígena ya que los fenoles pueden reducir la peroxidación de los lípidos por lo que se recomienda consumir alimentos antioxidantes. De la misma manera esta capacidad antioxidante es la que ayuda a que reacciones como colorante en alimentos de acidez media.

Antocianinas: Según (12) la palabra antocianina deriva del griego anthos (flor) y kyanos (azul oscuro). Las antocianinas son las responsables de los colores rojos, azulados o violetas de la mayoría de los frutos o flores, es el pigmento más importante, después de la clorofila, que es visible al ojo humano. Las antocianinas son el grupo más importante de compuestos hidrosolubles. Su incorporación en alimentos tiene la ventaja no sólo de impartir color, sino que, por las propiedades antioxidantes de las antocianinas, se pueden considerar como alimentos funcionales (13).

Colorante morado de Mashua negra: El uso de la mashua como colorante aún no es muy común, puesto que aún se siguen realizando investigaciones sobre las antocianinas, y se ha dado preferencia a otros usos medicinales con la mashua negra. Sin embargo, el colorante de mashua ya ha sido utilizado en yogurt debido a la acidez del producto.

En la investigación realizada por (13) se utilizó una concentración de 1,2mg de antocianinas en 100g de yogurt. Se realizó la medición del color de manera que se parezca lo más posible a una muestra de yogurt comercial color morado, también una prueba sensorial con 80 jueces y mediciones de pH y color a lo largo de 28 días, que es el tiempo de anaquel del yogurt, cada 4 días. Y los resultados fueron favorables, ya que en la prueba sensorial los jueces lo prefirieron significativamente con un 85% más que al yogurt comercial. De igual manera el color cambió

ligeramente entre el día 8-16, resultados similares a los de (14) que tuvo un cambio de color a partir del día 14 y (15) al introducir antocianinas de maíz morado su color cambió a partir del día 10.

MATERIALES Y MÉTODOS

La información se recopiló usando herramientas informáticas como: Google académico, Google Books; bases de datos de revistas indexadas de alto impacto, como: Scielo, Dialnet y se utilizaron las siguientes palabras clave; “Tropaeolum tuberosum Ruíz & Pavón”, “mashua”, “mashua negra”, “cubio”.

En esta investigación se admitieron al menos 20 referencias bibliográficas seleccionadas con base en el cumplimiento de los siguientes criterios de inclusión; artículos en español e inglés publicados en los últimos 7 años (2019- 2023). Se revisó y recopiló la información encontrada en base a su relevancia, actualidad e impacto sobre los diferentes subtemas en que se dividió el tema central.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediante la investigación, se obtuvo que la mashua negra es una planta andina muy rica nutricionalmente con poderosas aplicaciones a la agroindustria entre ellas el colorante. La mashua negra tiene beneficios para el ser humano, purifica la sangre, combate la artritis, ayuda a combatir tumores cancerosos, protege la próstata, regula la presión arterial y controla la anemia.

Además de que su extracto contiene abundante cantidad de flavonoides, compuestos fenólicos y antocianinas; que actuando sinérgicamente serían los responsables de la actividad antioxidante la cual le permite colorar a alimentos de acidez intermedia como el yogurt. Sin embargo, se evidenció que falta mucha más investigación en la aplicación de este tubérculo como colorante. Por su alto porcentaje de antioxidantes tiene muchas aplicaciones en la agroindustria, y así mismo esta característica le permitiría en el futuro ayudar a la obtención de un colorante vegetal saludable y nutritivo.

La producción de mashua desde siempre ha sido una manera de sustento alimentario y económico del sector rural de los países andinos, en este caso hablando de Ecuador la mashua es un tubérculo de “oro” ya que no solo aporta energía en forma de carbohidrato, sino que también posee altas cantidades de proteína y nutrientes que la convierte en un super alimento. El problema empieza cuando no existe suficiente información ni investigación de este producto, Ecuador al ser un productor casi nativo de mashua debería impulsar la investigación y la producción de este producto.

CONCLUSIONES

Como evidenciamos anteriormente el producto se vuelve cotizado con miras a la exportación y la única competencia por el momento sería el país vecino Perú, quien hacen investigación, producción y exportación de este producto. Es lamentable que la mayoría de referencia bibliográficas de este producto se hallen en fuentes extranjeras teniendo Ecuador tanto potencial para la producción agrícola de este producto.

Dejando de lado el poco avance de Ecuador en el estudio de la mashua. Es momento de profundizar en el colorante de mashua, ya que este podría transformarse en una opción aplicable para colorantes morados-rojizos y para evitar el consume del Rojo 40 o colorante de cochinilla el cual es un colorante sintético que tiene varios efectos adversos para la salud además de encontrarse en casi todos los productos del mercado.

Por esto debería ser prioridad hallar más colorantes vegetales que puedan sustituir a los colorantes sintéticos que terminan siendo perjudiciales para la salud. Además de que también resulta ser una opción vegana para los alimentos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Manrique, I., Arbizu, C., Vivanco, F., Gonzales, R., Ramírez, C., Chávez, O., ... & Elils, D. (2013). *Tropaeolum tuberosum* Ruíz & Pav.: Catálogo de la colección de germoplasma de mashua conservada en el Centro Internacional de la Papa (CIP). International Potato Center.
2. Del Águila, S. (2018). El cultivo e importancia socio-económicocultural del cultivo de la Mashua. Página 27-29. <https://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14039/4104/DEL%20AGUILA%20LOPEZ%20SANDY%20G%2C%20MASHUA.pdf?sequence=1>
3. Grau, A., et al. (2018). Estudios preliminares sobre la respiración en la mashua. Reporte técnico publicado. Biblioteca de Caracas. Venezuela
4. Malice & Baudoin. (2020). Alimentación India. Wira Cocha. Revista Peruana de Estudios Antropologicos, 17-25.
5. Barrera, V. H. (2018). Aspectos de Análisis realizados en plantaciones de mashua. Tesis Agronómica pdf 270-295. Universidad Nacional de San Antonio, Ecuador.
6. Arteaga-Cano, D. ., Chacón-Calvo, L. ., Samamé-Herrera, V. ., Valverde-Cerna, D. ., & Paucar-Menacho, L. M. . (2022). Mashua (*Tropaeolum tuberosum*): Composición nutricional, características químicas, compuestos bioactivos y propiedades beneficiosas para la salud . *Agroindustrial Science*, 12(1), 95-101. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2022.01.12>
7. Zambrano, E. (2019). Agrupamiento y morfotipos en 230 entradas de mashua. Congreso Internacional de Cultivos Andinos de los Andes. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/han>

8. Uribe Pinta, E. (2016). Actividad antioxidante del extracto etanólico de *tropaeolum tuberosum* Ruíz & Pavón mashua negra. <https://hdl.handle.net/20.500.12990/3192>
9. Ordoñez Llaccta, M. (2020). Cultivo de Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) y sus Perspectivas de Procesamiento en Angaraes. http://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:l-Rzx0kfrMcJ:scholar.google.com/+usos+de+la+mashua+en+la+agroindustria&hl=es&as_sdt=0,5
10. Ibarra Luna, I. I. (2020). Evaluación de la capacidad antioxidante de un yogur endulzado con Stevia Rebaudiana Y *Tropaeolum Tuberosum* "Mashua Púrpura" como colorante.
11. Huacho, C.V. 2016. Capacidad antioxidante, compuestos fenólicos, carotenoides y antocianinas de 84 cultivares de mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruíz y Pavón). Tesis para optar el grado de magister en tecnología de alimentos, Lima-Perú.
12. Rivera, H. (2015). Técnica de análisis espectrofotométrica de antocianinas en materias primas de la región de Ayacucho.
13. Inostroza, L; Castro, A; Hernández, E; Carhuapoma, M; Yuli, R; Collado, A; Córdova, J. 2015. "Actividad antioxidante de *Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón (Mashua) y su aplicación como colorante para yogurt" Instituto de Investigación en Ciencias Farmacéuticas y Recursos Naturales "Juan de Dios Guevara", Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2 Centro Latinoamericano de Enseñanza e Investigación en Bacteriología Alimentaria – CLEIBA. Lima Perú.
14. Ibarra, J. (2020). Capacidad antioxidante y contenido de polifenoles en el tubérculo *Tropaeolum tuberosum* (mashua naranja). ULADECH. Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.13032/15784>.
15. Salinas Moreno, Yolanda, Rubio Hernández, David, & Díaz Velázquez, Antonio. (2005). Extracción y uso de pigmentos del grano de maíz (*ZEA MAYS* L.) como colorantes en yogurt". Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 55(3), 293-

EL RECICLAJE UNA ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA CONSERVAR EL MEDIO AMBIENTE

RECYCLING A DIDACTIC STRATEGY TO CONSERVE THE ENVIRONMENT

Bryan Robinson Moreno Mena¹, Keylly Marcela Chávez Inca², Jessica Elizabeth Nieto Bonilla³,
Carla Fernanda Silva Padilla⁴

{morenobryan333@gmail.com¹, keylly.chavez@epoch.edu.ec², je_nietobonilla@hotmail.com³, carla.silva@unach.edu.ec⁴}

Fecha de recepción: 8 de agosto de 2023 / Fecha de aceptación: 4 de septiembre de 2023 / Fecha de publicación: 31 de diciembre de 2023

RESUMEN: Se abordó la relevancia del reciclaje como herramienta esencial para promover la conciencia ambiental y fomentar prácticas sostenibles entre estudiantes. El estudio examina cómo la integración del reciclaje en el contexto educativo puede contribuir significativamente a la conservación del medio ambiente. Se exploran diferentes enfoques y metodologías para implementar el reciclaje como estrategia didáctica, destacando su impacto en el desarrollo de habilidades cognitivas, actitudes positivas hacia la conservación y la formación de ciudadanos responsables, se desarrolló una estrategia didáctica conformada por encuestas con el fin de construir el conocimiento a los estudiantes sobre la importancia de ejecutar buenas prácticas en beneficio del ambiente como el reciclaje. Además, se discuten casos de éxito y desafíos asociados con la aplicación de esta estrategia en entornos educativos. Este artículo destaca el potencial del reciclaje como una herramienta efectiva para la enseñanza de la conservación ambiental, subrayando su papel en la formación de individuos comprometidos con la preservación del medio ambiente. A través de la creación e implementación de una estrategia didáctica basada en el reciclaje, por medio de la cual, se logró motivar a estudiantes a aprender a cuidar el ambiente y a utilizar su creatividad para crear nuevos utensilios y objetos de uso diario a partir de los desechos reutilizados.

Palabras clave: *Reciclaje, estrategia didáctica, conservación ambiental, residuos, recursos naturales*

ABSTRACT: The relevance of recycling as an essential tool to promote environmental awareness and encourage sustainable practices among students was addressed. The study examines how the integration of recycling in the educational context can significantly

¹ Investigador independiente, <https://orcid.org/0009-0009-8826-6711>

² Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, <https://orcid.org/0000-0003-0780-6704>

³ Investigador independiente, <https://orcid.org/0009-0002-8157-2483>

⁴ Facultad de Ingeniería/Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional de Chimborazo, <https://orcid.org/0009-0007-9852-3748>

contribute to environmental conservation. Different approaches and methodologies are explored to implement recycling as a teaching strategy, highlighting its impact on the development of cognitive skills, positive attitudes towards conservation and the training of responsible citizens. A teaching strategy was developed consisting of surveys in order to build the knowledge to students about the importance of executing good practices to benefit the environment such as recycling. Additionally, success stories and challenges associated with the application of this strategy in educational settings are discussed. This article highlights the potential of recycling as an effective tool for teaching environmental conservation, highlighting its role in the formation of individuals committed to the preservation of the environment. Through the creation and implementation of a teaching strategy based on recycling, through which it was possible to motivate students to learn to take care of the environment and to use their creativity to create new utensils and objects for daily use from the reused waste.

Keywords: Fast food, university students, consumers, factors, health, waste, natural resources

INTRODUCCIÓN

La creciente conciencia sobre la urgencia de abordar los desafíos ambientales ha impulsado la necesidad de estrategias educativas efectivas que fomenten la protección del medio ambiente. En este contexto, el presente estudio se propone explorar y desarrollar un enfoque pedagógico innovador en el ámbito educativo, con el objetivo principal de fortalecer la conciencia ambiental y promover prácticas sostenibles entre los estudiantes.

La educación ambiental ha emergido como un componente crucial para empoderar a las generaciones futuras con el conocimiento y las habilidades necesarias para enfrentar los problemas ambientales contemporáneos (1). Se reconoce la importancia de una educación que vaya más allá de la mera transmisión de información, involucrando a los estudiantes en experiencias significativas que inspiren la acción en pro del medio ambiente (2).

Los procesos educativos como herramienta fundamental para el logro de cambios de actitud y comportamiento en la sociedad, brindan la oportunidad de abordar desde diversas perspectivas los problemas ambientales, involucrándose a través del desarrollo de contenidos insurreccionales, programas y proyectos, en los que los alumnos de manera vivencial intervienen en sus contextos generando cambios significativos. Las primeras acciones relacionadas a la necesidad de implementar la educación ambiental como estrategia para el cuidado y preservación del ambiente, surgen en la década de los setenta del siglo XX, con la conferencia de Estocolmo, efectuada con el auspicio de la Organización de la Naciones Unidas, en Estocolmo Suecia 1972 (3).

Fundamentándose esta conferencia, en la necesidad de generar una visión y principios comunes para inspirar y guiar a los pueblos del mundo, en la preservación y mejora del medio ambiente humano. En referencia a ello, La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano (1972), concretó en su principio 19: Es indispensable una labor de educación en cuestiones ambientales, dirigida tanto a las generaciones jóvenes como alas adultos inspirada en el sentido

de su responsabilidad en cuanto a la protección y mejoramiento del medio en toda su dimensión humana. Estos planteamientos permiten reflexionar, que el rápido crecimiento poblacional y la generación de residuos sólidos, como materiales, sustancias (4). El reciclaje es una estrategia aplicada de manera prioritaria para la conservación del medio ambiental, en efecto por la actividad del ser humano o en ciertos casos generado por la naturaleza, los desechos se transforman en indeseables convirtiéndose en una dificultad que debe ser atendida con urgencia en virtud de la problemática que genera tanto a los seres humanos como al propio ambiente (5).

De allí, que esta situación se ha venido agudizando en las últimas décadas, debido a que la basura es depositada al aire libre y quemada sin control, ocasionando graves daños como: contaminación al ambiente, y al mismo tiempo pone en peligro la salud de los seres humanos, es por eso que surgen diversas alternativas como la de clasificar los residuos sólidos, de manera que puedan ser nuevamente utilizados como materia prima.

En línea con estas premisas, nuestro enfoque pedagógico busca integrar de manera efectiva los principios de la educación ambiental, aprovechando metodologías participativas y contextualizadas. La propuesta se fundamenta en la idea de que la enseñanza ambiental efectiva no solo debe informar, sino también motivar a los estudiantes a adoptar comportamientos responsables y a contribuir activamente a la conservación del entorno natural (6).

Es por ello, particularmente en nuestro sector, resulta urgente promover proyectos ambientalistas tales como: usar los colores en los depósitos de basura para la clasificación del cartón, vidrios, plástico, latas, destinados al manejo adecuado de los residuos sólidos (7). Esta situación se agrava, debido a las deficiencias en los procesos de recolección y clasificación, todo esto pasa en virtud de la poca cultura para el proceso del reciclaje por parte de los estudiantes, padres, representantes y comunidad.

Por lo antes planteado, la educación debe tener como objetivo fundamental proporcionar al ser humano los conocimientos básicos que sirvan de soporte para contribuir con el bienestar ambiental y social del país. Es importante que las nuevas generaciones crezcan con una correcta conciencia ecológica que en definitiva repercutirá en nosotros mismos. Para ello es necesario que el educador se fortalezca en herramientas para crear, asimilar y facilitar a los estudiante, docentes, padres, representantes y comunidad, estrategias que permitan interactuar con su entorno con la convicción de hacer un esfuerzo para generar el cambio necesario para crear la cultura de cuidado del ambiente.

En ese orden de ideas, la escuela es un factor fundamental y debe participar en los procesos de cambios sociales que están enmarcados hacia una vida saludable. De acuerdo con los razonamientos que se han venido realizando, las autoridades del sector deben ser los modelos y agentes de cambio en las comunidades o sectores, por lo que tienen que permanecer atentos a las realidades, para que puedan enseñar a sus gentes, padres, representantes y comunidad a la conservación del ambiente.

El ambiente, es el entorno donde los seres vivos interactúan con factores abióticos como el aire, el agua y el suelo, entre otros: el ambiente son todos aquellos factores que nos rodean (vivos y no vivos) que afectan directamente a los organismos como nosotros (8). En la actualidad, el ambiente presenta alteraciones considerables de origen antrópico, esta situación se conoce como deterioro ambiental.

Según la corporación autónoma regional de Cundinamarca (CAR), la degradación del deterioro ambiental se refiere a procesos inducidos por acciones y actividades humanas que dañan la base de recursos naturales o que afectan de manera adversa procesos naturales y ecosistemas, reduciendo su calidad y productividad (9). Debido a esto, en varios países del mundo se muestran varias problemáticas ambientales como el inadecuado manejo de los residuos, la contaminación del agua y la pérdida de fauna y flora.

El reciclaje, es un proceso en el que los seres humanos optan por convertir desechos en otras cosas que pueden servir para uso diario. Gracias al reciclaje se reduce el consumo de materia prima, además de reducir el uso de energía, la contaminación del aire y del agua. (10) señala que dentro del reciclaje se considera en un proceso que consiste en someter de nuevo una materia o un producto ya utilizado a un ciclo de tratamiento total para obtener una materia prima y a su vez una posibilidad de elaborar un nuevo producto". Es así, que el reciclaje es la acción de convertir materiales de desechos en otros productos.

De este modo se contribuye al cuidado del ambiente ya que se reduce la acumulación de residuos sólidos que hay en el planeta. Los materiales que se podrían reciclar son: plástico, vidrio, cartón, aluminio, entre otros. El reciclaje, es de gran importancia ya que ayuda a tomar conciencia de las comunidades de las cosas que tienen y cuidar cada parte del ecosistema, evitando así, la contaminación en el agua, el aire, los bosques y el océano.

Algunos trabajos previos han resaltado la eficacia de estrategias pedagógicas centradas en la participación activa del estudiante y la conexión directa con los problemas ambientales locales (11). Sin embargo, aún persisten lagunas en la literatura en términos de la aplicación específica de estos enfoques en diferentes contextos educativos.

Este estudio pretende abordar estas lagunas y contribuir al desarrollo de un marco pedagógico integral que pueda adaptarse a diversas realidades educativas. Para ello, se llevará a cabo una revisión crítica de la literatura, análisis de casos y, posteriormente, la implementación y evaluación del enfoque propuesto en un entorno educativo específico.

La estrategia didáctica es un conjunto de acciones planificadas por un docente con el objetivo de que el estudiante logre la construcción del aprendizaje. (12) define como un proceso, herramientas y secuencia de acciones o actividades para facilitar y lograr un fin educativo. Igualmente, (13) afirmó que es un conjunto de procedimientos y recursos que utiliza el docente para promover aprendizajes significativos, facilitando intencionalmente un procesamiento del contenido nuevo de manera más profunda y consciente; acorde a lo anterior la aplicación de estrategias didácticas es fundamental en los procesos educativos puesto que permiten la

adquisición de los conocimientos y promueven el aprendizaje de los estudiantes. Además, ayuda a que la comunidad educativa se involucre activamente en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

El Ministerio de Educación Nacional (MEN), menciona que la estrategia didáctica más utilizada para la enseñanza de las ciencias naturales en educación básica primaria son las secuencias, estas se encuentran diseñadas con la metodología de enseñanza por indagación, un abordaje que se inscribe dentro de la línea constructivista del aprendizaje activo y bajo la guía del docente en donde se posiciona a los estudiantes como activos generadores de conocimiento escolar (14).

Dentro de las secuencias didácticas las actividades comunes más empleadas por los docentes son: exploración de conocimientos, juegos, elaboración de manualidades, charlas, entre otras.

La educación ambiental hace referencia al proceso a través del cual se busca enseñar y transmitir conocimientos a las personas sobre conservación del ambiente, con el propósito de generar prácticas y hábitos de cuidado. Es el proceso que consiste en acercar a las personas a una concepción global del ambiente, para adquirir conocimientos, elucidar valores y desarrollar actitudes y aptitudes que les permitan adoptar una posición crítica y participativa respecto a las cuestiones relacionadas con la conservación y correcta utilización de los recursos y la calidad de vida (15).

De acuerdo a lo anterior, la educación ambiental es de vital importancia, porque relaciona al ser humano con su entorno natural y pretende un cambio de actitud o toma de conciencia frente a las diferentes problemáticas ambientales que vive el planeta. De igual manera, tal como lo afirma el Programa de las Naciones Unidas para el ambiente - PNUMA, (16): Es una educación que prepara individuos de todas las edades, de todos los niveles, en organización formal e informal, para que tomen conciencia y trabajen a favor de la solución de problemas ambientales y la prevención de los nuevos que aparezcan. Según el autor, este tipo de educación juega un papel esencial en todas las instituciones educativas, pues pretende formar seres humanos capaces de reaccionar ante las diferentes situaciones en las que cada vez más se degrada el planeta y por supuesto el futuro de todos los seres vivos.

La educación ambiental como el proceso que le permite al individuo comprender las relaciones de interdependencia con su entorno, a partir del conocimiento reflexivo y crítico de su realidad biofísica, social, política, económica y cultura (17). Por lo cual la educación debe generar en los estudiantes y su comunidad valores y acciones de sentido de pertenencia y respeto por el entorno que los rodea, así mismo incentivar el mejoramiento de la calidad de vida que satisfaga las necesidades de nuestras generaciones y las del futuro.

La conservación ambiental hace énfasis a una serie de acciones que se basan en la protección y preservación del entorno natural. (18) documenta que la conservación ambiental es: Manejo de los recursos ambientales: aire, suelo, agua, minerales y especies vivientes, que busca elevar la calidad de la vida humana, por medio de la administración del uso antrópico de la biosfera, de modo que pueda producir los mayores beneficios sustentables para las generaciones actuales y a

la vez mantener 28 las posibilidades de uso para las futuras generaciones. En consecuencia la conservación es positiva, y comprende la preservación, el mantenimiento, la utilización sustentable, la restauración, es decir la conservación del ambiente se podría definir como las distintas maneras que existen para mitigar e impedir el daño que las actividades humanas generan a los ecosistemas naturales.

Es muy importante que como docentes de educación ambiental brindemos a las nuevas y futuras generación conocimientos que los conlleven a construir una conciencia ecológica que les permita conservar el ambiente. La conservación ambiental, es una actividad humana, concebida por el hombre, para el hombre, en virtud de ello, conservar significa: garantizar, asegurar los beneficios permanentes y sostenidos, tangibles o intangibles que los seres humanos derivamos del usufructo del ambiente y sus recursos naturales, lo cual solo es posible a través del mantenimiento de la armonía de las interrelaciones entre los componentes del conjunto (18). Teniendo en cuenta lo descrito, la conservación ambiental es considerada como la orientación dirigida a las personas para garantizar la permanencia de los recursos naturales y demás seres del ambiente, permitiendo así, mejorar la calidad de vida para las presentes y futuras generaciones (19).

Este estudio pretende abordar estas lagunas y contribuir al desarrollo de un marco pedagógico integral que pueda adaptarse a diversas realidades educativas. Para ello, se llevará a cabo una revisión crítica de la literatura, análisis de casos y, posteriormente, la implementación y evaluación del enfoque propuesto en un entorno educativo específico (20).

En resumen, este artículo se centra en la necesidad imperante de desarrollar estrategias pedagógicas innovadoras para la protección del medio ambiente, reconociendo la importancia de la educación como catalizador para el cambio hacia un futuro más sostenible.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación tiene como fase documental descriptiva, cuantitativa, encuesta y observación, reciclaje como estrategia didáctica para la conservación ambiental. El presente trabajo para dar la respuesta al objetivo plantado se centra en un diseño metodología de tipo documental, es decir dar las respuestas mediante la observación y encuestas a 22 personas de la carrera agroindustria. Para este trabajo los materiales que va ser utilizada, será revisar fuentes disponibles en la red, la cama para tomar fotografías.

Diseño: El diseño del estudio adoptó un diseño cuasiexperimental para evaluar la eficacia de un enfoque pedagógico específico en la educación ambiental. Se implementó en estudiantes universitarios seleccionadas al azar.

Participantes: La muestra consistió en 1200 estudiantes de las universidades de la zona centro del país, distribuidos equitativamente en el grupo de intervención y el grupo de control.

Enfoque Pedagógico: se diseñó en colaboración con expertos en educación ambiental. Se centró en métodos participativos, incluyendo actividades prácticas, visitas a entornos naturales locales y discusiones en clase.

Instrumentos de Recolección de Datos: se administraron pruebas antes y después de la intervención para evaluar la mejora en el conocimiento ambiental de los estudiantes.

Se distribuyeron encuestas a estudiantes, del periodo de estudio para evaluar las percepciones sobre la efectividad del enfoque pedagógico. Se realizaron observaciones detalladas de las actividades en el aula para evaluar la participación y la efectividad de la implementación del enfoque. Se administraron pruebas y encuestas al inicio y al final del estudio, y se llevaron a cabo observaciones regulares.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El presente estudio se enfocó en la evaluación de la relevancia del reciclaje como una herramienta pedagógica para promover la conciencia ambiental y cultivar prácticas sostenibles entre los estudiantes. La investigación exploró la integración del reciclaje en el contexto educativo y su contribución significativa a la conservación del medio ambiente.

De acuerdo objetivo planteado, se hizo una encuesta a los estudiantes universitarios de la zona centro del país, con la finalidad de cuantificar la información recolectada durante la observación y valorar el conocimiento que los estudiantes tienen en cuanto a cultura y conservación ambiental. Los resultados obtenidos se presentan a continuación junto con su respectiva interpretación.

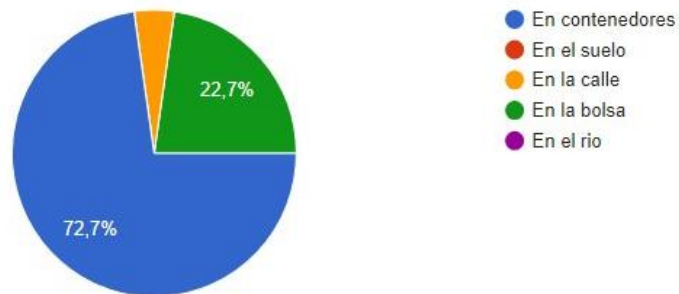
En el desarrollo de la investigación, se diseñó y aplicó una estrategia didáctica basada en encuestas, con el objetivo de construir el conocimiento de los estudiantes sobre la importancia de adoptar prácticas beneficiosas para el ambiente, como el reciclaje. Los resultados de esta estrategia revelaron un impacto positivo en el desarrollo de habilidades cognitivas y la formación de actitudes positivas hacia la conservación ambiental. Se observó una mejora en la conciencia de los estudiantes sobre la importancia del reciclaje como herramienta para preservar el medio ambiente.

Además, el estudio abordó casos de éxito derivados de la implementación de la estrategia didáctica, destacando el papel fundamental del reciclaje en la formación de ciudadanos responsables y comprometidos con la preservación del medio ambiente. Se identificaron desafíos asociados con la aplicación de esta estrategia en entornos educativos, lo que proporciona información valiosa para futuras implementaciones.

En relación con la pregunta sobre arrojar basura en el suelo, el 100% de los estudiantes afirmó que no es correcto realizar esta acción. Sin embargo, se observa una contradicción entre sus

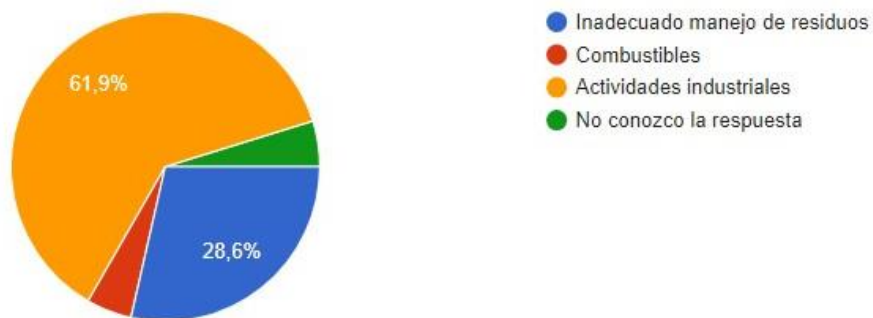
respuestas y sus comportamientos cotidianos, sugiriendo una falta de conexión entre el conocimiento declarado, las actitudes y valores. En respuesta a esta pregunta, el 72,7% de los estudiantes indicó que arroja la basura en contenedores, el 22,7% utiliza bolsas, y el 4,6% admite depositarla en la calle. Este resultado sugiere que la mayoría de los estudiantes tiene un buen manejo de los residuos sólidos, generando impactos positivos para la conservación del medio ambiente.

Gráfico 1: Lugar de desecho de la basura



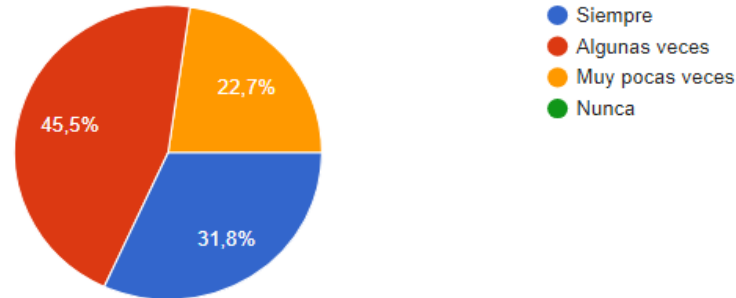
El 54,5% de los estudiantes afirmó conocer estrategias para la conservación ambiental, mientras que el 45,5% admitió no tener ese conocimiento. Esto destaca la necesidad de fortalecer la conciencia ambiental a través de programas educativos que aborden estrategias para la conservación.

Gráfico 2: Actividades con contaminación ambiental



El 28,6% de los estudiantes identifica el inadecuado manejo de residuos como la principal causa de contaminación, mientras que el 61,9% señala las actividades industriales. Estos resultados indican un conocimiento general sobre la problemática de los residuos, aunque las acciones no reflejen plenamente este entendimiento.

Gráfico 3: Aplicación de conocimientos de conservación medio ambiental



Un 45,5% de los estudiantes indicó que aplica los conocimientos ambientales algunas veces, mientras que el 22,7% lo hace muy pocas veces y el 31,8% siempre. Estos resultados resaltan la necesidad de fomentar la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos para mejorar la efectividad de la educación ambiental.

La aplicación de la estrategia didáctica diseñada, basada en encuestas, demostró un impacto positivo en el desarrollo de habilidades cognitivas y la formación de actitudes positivas hacia la conservación ambiental. La mejora en la conciencia de los estudiantes sobre la importancia del reciclaje como herramienta para preservar el medio ambiente sugiere que este enfoque pedagógico puede ser efectivo para generar cambios en la percepción y comportamiento de los estudiantes.

Los casos de éxito derivados de la aplicación de la estrategia didáctica destacan el papel fundamental del reciclaje en la formación de ciudadanos responsables y comprometidos con la preservación del medio ambiente (21).

Sin embargo, la identificación de desafíos asociados con la implementación de esta estrategia en entornos educativos proporciona información valiosa para futuras implementaciones. La comprensión de estos desafíos puede ser crucial para optimizar la efectividad de los programas educativos relacionados con la conservación ambiental.

Un aspecto notable de los resultados fue la capacidad del reciclaje como herramienta efectiva para la enseñanza de la conservación ambiental. La estrategia didáctica basada en el reciclaje no solo generó conciencia, sino que también motivó a los estudiantes a aprender a cuidar el ambiente y a utilizar su creatividad para transformar desechos reutilizados en nuevos utensilios y objetos de uso diario. Este enfoque práctico no solo consolidó el conocimiento teórico, sino que también promovió la aplicación activa de los conceptos aprendidos.

Esto se debe a que los métodos o estrategias que históricamente se han aplicado en su proceso educativo, no han logrado la aprehensión significativa del conocimiento. (22) menciona que el aprehender se vincula al proceso de aprendizaje significativo, ayuda al aprendiz a enlazar cuánto sabe e intenta saber, de modo que el conocimiento forma parte de un todo, es decir, forma parte de la experiencia e incluso llega a formar parte de la personalidad.

La contradicción entre las respuestas de los estudiantes sobre arrojar basura en el suelo y sus comportamientos cotidianos destaca una posible falta de conexión entre el conocimiento declarado, las actitudes y los valores. Este hallazgo subraya la importancia de abordar no solo el conocimiento teórico, sino también la formación de actitudes y la internalización de valores relacionados con la conservación ambiental (23).

Aunque el 28,6% de los estudiantes identifica el inadecuado manejo de residuos como la principal causa de contaminación, y el 61,9% señala las actividades industriales, es evidente que existe un conocimiento general sobre la problemática de los residuos. Sin embargo, la falta de plena correspondencia entre este conocimiento y las acciones sugiere que se requiere un mayor esfuerzo para traducir el conocimiento teórico en prácticas cotidianas sostenibles (24).

Así pues, la aprehensión del conocimiento es el proceso por medio del cual, el estudiante comprende los conceptos adquiridos por completo y lo lleva a la realidad (25). Por consiguiente, es necesario que el educador se fortalezca en herramientas para crear, asimilar y facilitar al grupo de estudiantes, estrategias que le permitan interactuar con su entorno y que el estudiante se reconozca como parte integral de su entorno con la convicción de hacer un esfuerzo para generar el cambio necesario y fomentar la cultura de cuidado del ambiente.

En ese orden de ideas, la universidad es un factor fundamental y debe participar en los procesos de cambios sociales que están enmarcados hacia un ambiente saludable (26).

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos, se demostró que la población de estudiantes sí conocen los principales efectos del consumo excesivo de comida rápida y ha logrado identificar los principales riesgos. Estos resultados son alentadores, ya que indican que los estudiantes están informados sobre los posibles impactos negativos para la salud asociados con el consumo excesivo de comida rápida. Al estar conscientes de estos riesgos, los estudiantes pueden tomar decisiones más saludables y adoptar hábitos alimenticios más equilibrados. Es importante continuar educando a los estudiantes sobre los efectos negativos del consumo excesivo de comida rápida y promover alternativas más saludables y sostenibles en su alimentación. Esto puede contribuir a mejorar la salud general de la población y reducir los riesgos asociados con el consumo excesivo de alimentos altos en grasas, azúcares y sodio.

Sin embargo, luego de revisar las horas y tipos de alimentos altos en calorías, aunque los estudiantes demuestran un conocimiento teórico sobre la importancia de la conservación ambiental y el reciclaje, existe una brecha entre sus declaraciones y sus acciones diarias, resaltando la necesidad de estrategias educativas que integren estos aspectos de manera más efectiva, ejemplificando, generando la conceptualización, llegando a la concienciación para la aplicación, mencionando la importancia del reciclaje por ser un proceso que permite transformar los desechos en nuevos productos o materias primas, que permiten proteger nuestro planeta, reduciendo la cantidad de residuos.

En conclusión, los resultados resaltan el potencial del reciclaje como una herramienta educativa efectiva para formar individuos comprometidos con la preservación del medio ambiente. La implementación de estrategias didácticas centradas en el reciclaje puede ser clave para inculcar valores ambientales desde una edad temprana y fomentar prácticas sostenibles a lo largo de la vida de los estudiantes. Al educar a los jóvenes sobre la importancia del reciclaje y brindarles oportunidades prácticas para participar en él, se puede cultivar una conciencia ambiental más sólida y promover comportamientos responsables hacia el cuidado del planeta.

Además, el reciclaje también puede enseñar a los estudiantes sobre la importancia de la reducción del consumo y la reutilización de materiales, lo que contribuye a la conservación de los recursos naturales y la disminución de la generación de residuos. En resumen, el reciclaje no solo tiene un impacto positivo en el medio ambiente, sino que también puede ser una herramienta valiosa para la educación y formación de individuos comprometidos con la sostenibilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Carson, R. (1962). *Silent Spring.* Houghton Mifflin.
2. UNESCO. (1977). *Intergovernmental Conference on Environmental Education.* Retrieved from <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000055651>
3. Alemán (2004). La Protección del Medio Ambiente y Los Recursos Naturales en la Nueva Constitución del Perú. Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
4. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano (1972). Cumbre de la Tierra de Estocolmo. Estocolmo, Suecia: Organización de Naciones Unidas. [Documento en línea]. Recuperado de: https://es.wikipedia.org/wiki/Cumbre_de_la_Tierra_de_Estocolmo
5. Lett, L. A. (2014). Las amenazas globales, el reciclaje de residuos y el concepto de economía circular. Revista argentina de microbiología, 46(1).
6. Tilbury, D. (1995). Environmental education for sustainability: Defining the new focus of environmental education in the 1990s. *Environmental Education Research, 1*(2), 195-212.
7. Barriento, J. (2010). El reciclaje en Venezuela: Muchas iniciativas y pocos resultados. Universidad Nacional Experimental de las Fuerzas Armadas. Venezuela.

8. González, A., & Amerigox, M. (1999). Actitudes hacia el medio ambiente y conducta ecológica. *Psicothema*, 13-25.
9. Intencipa-Escobar, G. P., & Mahecha-Murillo, S. L. (2020). Alternativa de inversión para mitigar los gastos generados por la adquisición de obligaciones financieras de proyectos no ejecutados por la CAR Cundinamarca.
10. Rosendo, D. (2010). El reciclaje en la sociedad actual de casos de la Summer, R. (2017). Organización de recicladores RECIMED para contribuir con el mejoramiento de las condiciones de vida.
11. Rickinson, M., Dillon, J., Teamey, K., Morris, M., Choi, M. Y., Sanders, D., & Benefield, P. (2004). A review of research on outdoor learning. Shrewsbury: Field Studies Council.
12. Sánchez Ponce, C. (2013). Estructuras de la formación inicial docente: Propuesta de un sistema clasificatorio para su análisis. *Perfiles educativos*, 35(142), 128-148.
13. Díaz, M. (1998). La evaluación del profesorado universitario. Criterios y propuestas para mejorar la función docente. *Revista de educación*, 315, 67-83.
14. Pinzón, J. E. D. (2017). Simulador Applet Descartes: Como didáctica de enseñanza de la función cuadrática. *INNOVA Research Journal*, 2(8), 69-78.
15. Chagollán, F., López, I., Ávila, A., Del Campo, J., Reyes, S., & Cervantes, C. (2006). Educación ambiental. México: Umbral Editorial. Ambiente, M. PNUMA. Recuperado el, vol. 20.
16. Bermúdez, O. (2003). Cultura y ambiente: la educación ambiental, contexto y perspectivas. Bogotá: IDEA-UN.
17. Fraume Restrepo, N. J. (2006). Diccionario ambiental.
18. Bonilla García, D. Y. (2016). El Reciclaje como estrategia didáctica para la conservación ambiental (Proyecto en ejecución). *Revista Scientific*, 1(1), 36-52.
19. Higgs, A., Boud, D., & Luzeckyj, A. (2009). *SoTL through problem-based learning.* *Higher Education Research & Development*, 28(4), 405-418.
20. Hungerford, H. R., & Volk, T. L. (1990). Changing learner behavior through environmental education. *The Journal of Environmental Education*, 21*(3), 8-21.
21. Muñoz, R. C. M., Acuña, R. A. M., Picado, A. L. P., & de Mendez, M. J. R. (2019). Alfabetización ecológica y transferencia de habilidades del pensamiento: modelo DPCOS en el ámbito universitario. *Aula de Encuentro*, 21(1), 198-215.
22. Rondón Toro, E., Szantó Narea, M., Pacheco, J. F., Contreras, E., & Gálvez, A. (2016). Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios.
23. Chacón-Olivares, M., Pacheco-Rivera, A., Cendejas-López, M., & Ortega-Herrera, F. (2016). Tendencia del crecimiento en la cultura del reciclaje. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales*, 2(5), 63-72.
24. García, D. Y. B. (2016). El reciclaje como estrategia didáctica para la conservación ambiental (Proyecto en ejecución). *Revista Scientific*, 1(1), 36-52.

25. Yoguel, G. (2000). Creación de competencias en ambientes locales y redes productivas. Revista de la CEPAL.
26. Sosa Cervantes, M. I., de los Ángeles Guzmán Góngora, C., & Pérez Guzmán, R. E. (2018). La educación ambiental en la formación sociohumanista del ingeniero Agrónomo. Opuntia Brava, 10(1).

VALORIZACIÓN DEL MUCÍLAGO DE CACAO, ESTRATEGIAS PARA MITIGAR EL DESPERDICIO Y FOMENTAR LA SOSTENIBILIDAD

VALORIZATION OF COCOA MUCILAGE, STRATEGIES TO MITIGATE WASTE AND PROMOTE SUSTAINABILITY

Luis Humberto Vásquez Cortez¹, Nelly Lorena Pulgar Oleas², Gissela Estefania Ponce Quezada³, Jimmy Jerkof Palma Villarroel⁴

{lvasquez7265@utm.edu.ec¹, npulgaro@ups.edu.ec², gissiponce@hotmail.com³, jerkof_palm@hotmail.com⁴}

Fecha de recepción: 7 de agosto de 2023 / Fecha de aceptación: 11 de septiembre de 2023 / Fecha de publicación: 31 de diciembre de 2023

RESUMEN: El estudio se enfoca en el desperdicio del mucílago de cacao que es totalmente desaprovechado en los sectores productivos del Ecuador. Para ello se empleó la observación directa, se realizaron encuestas y entrevistas. Los resultados revelaron que la mayoría de los encuestados no utilizaban el mucílago y desconocían sus propiedades, lo que refleja una falta de conciencia sobre el desperdicio y su impacto negativo en el ambiente. El mucílago de cacao tiene un alto potencial en las diversas industrias, pero no se utiliza adecuadamente en las zonas de producción, debido al desconocimiento de los agricultores presentándose la falta de correspondencia en un desperdicio de un recurso muy valioso. Se recomienda implementar actividades de capacitación para aumentar el conocimiento y la conciencia sobre el mucílago de cacao causando un giro en el pensamiento, incluyendo sesiones informativas, talleres prácticos y demostraciones. Además, se debe promover alianzas entre productores de cacao con industrias interesadas en su aprovechamiento, generando variados nichos de mercado siendo fuentes de ingresos adicionales para las comunidades. En conclusión, se necesita mayor conciencia y capacitación para promover el uso del mucílago de cacao, logrando aprovechar sus beneficios económicos y ambientales en los sitios de producción.

Palabras clave: *Mucílago de cacao, aprovechamiento, conocimiento, desperdicio, capacitación*

ABSTRACT: The study focuses on the waste of cocoa mucilage that is totally wasted in the productive sectors of Ecuador. For this, direct observation was used, surveys and interviews were carried out. The results revealed that the majority of respondents did not use mucilage and were unaware of its properties, reflecting a lack of awareness about waste and its negative impact on the environment. Cocoa mucilage has a high potential in various industries, but it is

¹Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria, Universidad del Cuyo Argentina, <https://orcid.org/0000-0003-1850-0217>

²Universidad Politécnica Salesiana, <https://orcid.org/0000-0001-7913-4746>

³Investigador independiente, <https://orcid.org/0009-0009-7470-3925>

⁴Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Industrias Pecuarias, Carrera de Agroindustrias, Chimborazo, Ecuador, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-3304-0075>

not used adequately in production areas, due to farmers' lack of knowledge, resulting in the lack of correspondence resulting in a waste of a very valuable resource. It is recommended to implement training activities to increase knowledge and awareness about cocoa mucilage causing a shift in thinking, including information sessions, practical workshops and demonstrations. In addition, alliances must be promoted between cocoa producers with industries interested in its use, generating various market niches that are additional sources of income for the communities. In conclusion, greater awareness and training are needed to promote the use of cocoa mucilage, taking advantage of its economic and environmental benefits in production sites.

Keywords: Cocoa mucilage, use, knowledge, waste, training

INTRODUCCIÓN

El árbol del cacao es originario de las selvas de Centro y Sudamérica, y su nombre científico es *Theobroma cacao* c. Los toltecas, aztecas y mayas domaron el cultivo e iniciaron su consumo hace aproximadamente 2000 años, sin embargo, una variedad de indagaciones realizadas recientemente indica que un tipo de cacao inicio hace 5000 años en la alta Amazonía. Al llegar los españoles a América utilizaron las almendras de cacao como un objeto que su finalidad era ser una moneda comercial, sucesivamente su semilla fue trasladada a Europa para realizar experimentos y producir diferentes bebidas derivadas del fruto, pero en el siglo XIX fue que se inició el proceso industrial elaborando el primer chocolate (1).

Agregando a lo anterior, menciona que de este fruto se elabora diversos productos como la pasta de cacao, licores, manteca, entre otros, por lo cual es muy apetecible a nivel mundial por su sabor y beneficios nutritivos, lo que lo convierte en un producto premium, lo que ha permitido mantener su producción y comercialización (2). Por consiguiente, en el Ecuador existen dos tipos de cacao: los Nacional y el clon CCN 51. Estos son los primeros cultivados en su totalidad en sistemas agroforestales por productores minoritarios y algunas empresas que tienen extensiones que son mayores a las 120 ha (3).

El cacao es una fruta tropical, cultivada principalmente en las zonas costeras y la Amazonía. Es una planta con flores de tamaño pequeño que visualizan en las ramas y produce una mazorca que contiene unas semillas cubiertas de mucílago la cual es rica en azúcar. Su producción está ubicada principalmente en las provincias de Los Ríos, Guayas, Manabí y Sucumbíos (4). En ese mismo contexto, la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), en el año 2020 determinó que la superficie de plantaciones existentes de cacao nivel Nacional fue de 590.579 ha, lo que corresponde un 77% a la principalmente a las provincias mencionadas, mientras que el 10% representa a la Amazonía; en donde, el 79% de la cosecha se efectúa en de las provincias de Sucumbíos y Orellana con 25.813 y 21.131 ha. Al igual en la provincia de Napo hay 9.298 ha de cacao plantadas en monocultivos con un rendimiento de 1.450 Tm (5).

El cacao es uno de los cultivos más importantes en la producción del sector ecuatoriano, el cual representa el 70% de la producción universal, ayudando así a fortalecer las economías de países que se encuentran en vía de desarrollo, el Ecuador es un país biodiverso agrícola que se ubica como el primer productor y exportador del cacao fino y de aroma distinguido como cacao nacional (6).

La industria de alimentos es aquella que genera una cantidad muy considerable de residuos que promueven la contaminación sino son tratadas adecuadamente. Aquellos subproductos son adecuados como una fuente de compuestos bioactivos, debido a esto hoy en día se buscan alternativas que permitan su aprovechamiento (7). Asimismo, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura menciona que las pérdidas de alimentos se originan inicialmente en las etapas de postcosecha, producción, almacenamiento y transporte, pero, para los desperdicios las etapas son diferentes aquellos son durante la distribución y consumo (7). Además, también existen estadísticas que afirman que se desperdició alrededor de 1/3 de los alimentos a nivel global, en muchos de los casos estos están en un buen estado antes de su consumo (8)

La economía del Ecuador se caracteriza por la participación de diversos sectores productivos, esta investigación se centra en el sector agrícola y dentro de este grupo destacamos el cacao el cual desde el año 2014 ocupa el quinto puesto entre los países productores y exportadores de cacao a nivel mundial y ahora es el primero en Latinoamérica, superando al gigante Brasil que ahora consume casi toda su producción de cacao y ha disminuido en sus importaciones (9). En efecto, en el mercado internacional Europa y China son países donde existe una gran demanda de cacao ecuatoriano. Esta demanda está focalizada en aquellos productos originados orgánicamente, que no tengan niveles de toxicidad altos y que no sean perjudiciales para la salud y cuenten con características adecuadas de calidad, esto se logra mediante la caracterización de las cuantificaciones físico-químicos de las semillas del cacao, aquellas que deben cumplir con las normas INEN, con el objetivo de garantizar la materia prima, aumentado su agro exportación (9).

En esa misma línea, actualmente, la producción del cacao ha tenido un incremento en el país según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, los porcentajes de producción mundial el Ecuador representa el 1,5 al 12,4%, donde la sección que destaca a nivel interno es Santander el cual se representa con el 46,2 % de su producción, en toda esta productividad solamente se utiliza eficientemente del 20 al 23% del producto que es representado por las almendras. El resto del fruto es desechado y desaprovechado, a pesar de que ya existan estudios donde buscan dirigir estos residuos para utilizar en la elaboración de diversos productos como helados, licores, etc. Además, estos desperdicios representan cerca de un 80 % ubicados dentro del campo (10).

En varios países como Brasil, Costa Rica, Colombia y Perú han aprovechado el mucílago o baba de cacao fabricando una variedad de productos alimenticios como jaleas, jugos y, mermeladas; concluyendo así de esta manera que la pulpa de cacao es una alternativa viable para la elaboración de una gama de productos que son útiles para la industria química, agroindustrial, alimentaria etc. A nivel mundial, la fruta denominada cacao es un producto muy aceptable y

apetecible para el consumo humano, que su uso principal es de elaborar chocolates que son de consumo masivo; no obstante, el subproducto del cacao mencionado es desechado, debido al desconocimiento de los productores sobre sus características y propiedades del mucílago de cacao, aquella que tiene un elevado contenido nutricional y merece ser aprovechada (10). Conforme a una caracterización realizada por Morejón sobre la composición química del mucílago de cacao, teniendo como resultado un contenido de 87.88% de materia seca, 5.65% de cenizas, 9.91% de proteína, 23.13% de fibra, 8.90% de grasa, 40.29% de extracto libre de nitrógeno y 280.89 Kcal/100g de energía (11). En este sentido, Márquez y Salazar describen que en un principio la pulpa es estéril, pero su contenido de azúcar y su acidez (pH 3.5), brindan excelentes condiciones para la propagación de microorganismos, una vez que la mazorca se abre (12).

Por lo dicho anteriormente en estudios realizados se ha logrado determinar que, la baba de cacao es una buena fuente para la alimentación de ganado debido a su concentración nutricional, al igual, a su contenido de extracto etéreo, extracto libre de nitrógeno y fibra bruta. En relación a esto se ha estudiado al igual una técnica de degradación in situ que ha sido considerablemente adoptada para evaluar la tasa y la extensión de la degradación de los alimentos en el rumen para determinar si estos subproductos son digeridos de excelente manera por el animal (10).

El Recinto Matilde Esther es una población ubicada a 30 minutos del cantón General Antonio Elizalde, donde su historia inicia en el año 1962 cuando el Sr. Víctor Antonio Armijos adquiere una hacienda a Joaquín Febres Cordero cuyas tierras son idóneas para la agricultura por su ubicación geográfica. La ciudad hoy en día cuenta aproximadamente de 2,600 habitantes, además este se encuentra actualmente en un conflicto de propiedad entre las dos provincias del Guayas y Los Ríos (13). Ahora bien, los habitantes de este Recinto viven de la agricultura y ganadería bajo un clima de paz y tranquilidad. Al ser un sector netamente agrícola y contar con una gran producción de cacao. Cuenta con una producción cerca de 1 millón de dólares en cacao por semana, con un 80 % de trabajo comunitario, poseen agua, electrificación y, pero consta de más necesidades donde la intervención de las autoridades es necesaria para realizar obras emergentes (14).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización del presente trabajo se escogió a 165 personas que dieron como resultado en la muestra aplicada en el Recinto Matilde Esther. El método empleado es el cualitativo ya que existen una diversidad de teorías en las que, Quecedo y Castaño definen a la metodología cualitativa como una investigación que produce datos descriptivos, al igual es inductiva, donde esta característica ayuda a comprender y desarrollar conceptos comenzando de las pautas de los datos.

Además, estos estudios cualitativos dan una veracidad de la investigación donde aseguran un pequeño ajuste entre los datos y lo que realmente la gente hace, siguiendo lineamientos y no reglas. Este método se adapta particularmente bien a las teorías sustantivas debido a que facilita la recopilación de datos empíricos que brindan descripciones complejas de eventos, interacciones, comportamientos, pensamientos, entre otros. Al igual, conduce al desarrollo o aplicación de categorías y relaciones que permiten la interpretación de datos. En este sentido, un plan cualitativo es relevante para la teoría porque la teoría es necesaria para explicar, informar e

VALORIZACIÓN DEL MUCÍLAGO DE CACAO, ESTRATEGIAS PARA MITIGAR EL DESPERDICIO Y FOMENTAR LA SOSTENIBILIDAD

integrar datos para la explicación (15). Además se obtuvo información a partir de libros y fuentes de carácter primario, tales como una entrevista y guía de observación y secundarias, como investigaciones previas sobre el tema, entrevistas. Se aplicó el método descriptivo y bibliográfico. Dentro de los materiales utilizados se aplicaron, la guía de observación, con el tiempo de observación de 1 día, con el objeto de evaluar el desperdicio del mucílago de cacao que nos permite situarnos en el tema y desarrollarlo sistemáticamente. Junto a la encuesta, para obtener información concreta por parte de los obreros que cultivan cacao.

Tabla1: Guía de revisión

N°	ITEMS	SI	NO	OBSERVACIONES
1	Verificar la utilización de los implementos de seguridad e higiene.			
2	Verificar que se acondicione el área de trabajo de acuerdo al análisis a realizar.			
3	Observar que el mucílago tiene un lugar en el que se pueda almacenar al momento de desecharlo.			
4	Verificar si tienen conocimiento de que el mucílago de cacao puede ser utilizado como un subproducto.			
5	Observar si se aplicó las técnicas establecidas para la recopilación de información por parte de los obreros del recinto.			
6	Verificar si tienen conocimiento de a dónde llega el mucílago al momento de ser desechado.			

EL objetivo de realizar esta entrevista es para conocer cuál es el porcentaje de desperdicio del mucílago de cacao para saber por qué lo desechan y no lo utilizan para crear nuevos productos. Para calcular el tamaño de muestra requerido con un nivel de confianza del 90% y un margen de error del 5%, necesitamos utilizar la fórmula:

$$n = \frac{(Z^2 * p * q)}{E^2}$$

Donde: - Z es el valor crítico correspondiente al nivel de confianza. Para un nivel de confianza del 90%, el valor crítico Z es aproximadamente 1.645. - p es la proporción esperada de éxito en la población (estimada o conocida). Como no se proporciona información sobre la proporción esperada, asumiremos un valor conservador de p = 0.5 (lo que resultará en el tamaño de muestra más grande requerido). - q es el complemento de la proporción p, es decir, q = 1 - p. E es el margen de error deseado, que en este caso es del 5%, por lo que E = 0.05.

Sustituyendo los valores en la fórmula:

$$n = \frac{(1.645^2 * 0.5 * 0.5)}{0.05^2}$$

$$n = \frac{(2.706 * 0.25)}{0.0025}$$

$$n = \frac{676.5}{0.0025}$$

$$n \approx 270,600$$

El tamaño de muestra requerido para alcanzar un nivel de confianza del 90% y un margen de error del 5% en una población de 2600 habitantes es de aproximadamente 270,600. Sin embargo, es importante tener en cuenta que este tamaño de muestra es muy grande en comparación con el tamaño de la población. En la práctica, podría ser necesario ajustar el tamaño de muestra para que sea más realista y factible dentro de los recursos disponibles. Sugerencia Z, es el valor crítico correspondiente al nivel de confianza. Para un nivel de confianza del 80%, el valor crítico Z es aproximadamente 1.282. Sustituyendo los valores en la fórmula:

$$n = \frac{1.282^2 * 0.5 * 0.5}{0.05^2}$$

$$n = \frac{(1.645 * 0.25)}{0.0025}$$

$$n = \frac{0.41125}{0.0025}$$

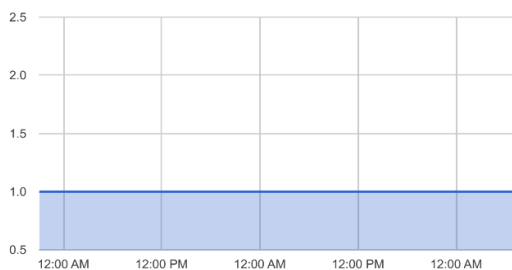
$$n \approx 164.5$$

El tamaño de muestra requerido para alcanzar un nivel de confianza del 80% y un margen de error del 5% en una población de 2600 habitantes es de aproximadamente 164.5. Dado que no puedes tener un tamaño de muestra fraccionario, debes redondear hacia arriba al número entero más cercano. En este caso, el tamaño de muestra requerido sería de al menos 165.

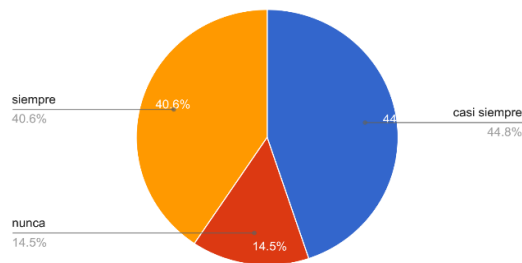
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con el total de encuestas realizadas, se evidencia la participación de 215 estudiantes, de los cuales tenían un rango de edad mayor de 21 años, de los cuales, el 61% representa a la población masculina y su peso propasaba los 65 kg. Por otro lado, al haber aplicado la escala de Likert, se pudo determinar los siguientes resultados.

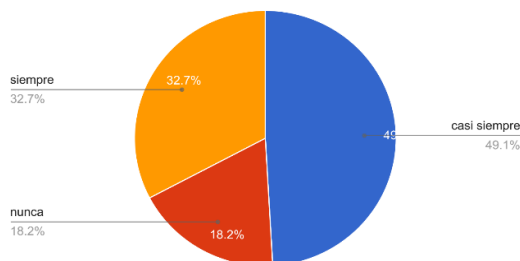
Marca temporal



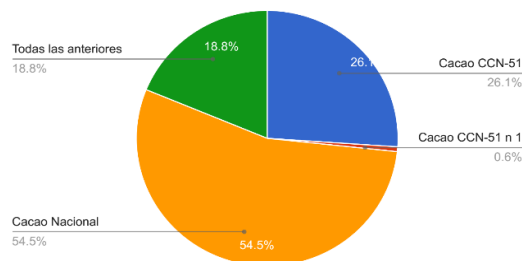
¿Usted con que eventualidad cultiva cacao?



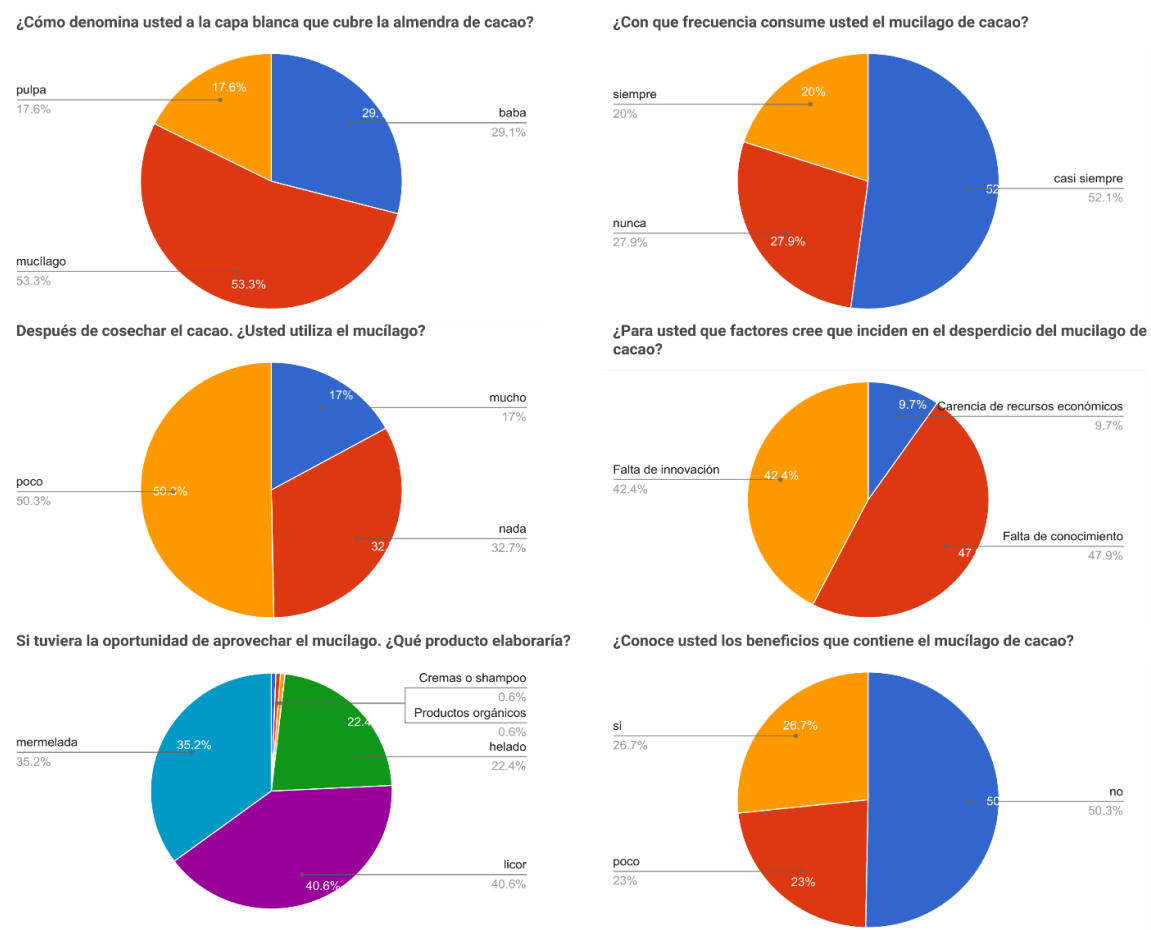
La siembra de cacao. ¿Es su fuente económica directa?



¿Cuál es la variedad de cacao cultivado en la zona?



VALORIZACIÓN DEL MUCÍLAGO DE CACAO, ESTRATEGIAS PARA MITIGAR EL DESPERDICIO Y FOMENTAR LA SOSTENIBILIDAD



El porcentaje de agricultores que dependen de manera directa del cultivo de cacao es de alrededor del 41%, siendo un porcentaje considerable según el total de agricultores que se encuentran en la zona de la muestra entrevistada, asimismo, un 45% también tiene a los derivados del cacao como una fuente de ingresos habitual en su calendario de cultivos, lo que aminoraría de manera sustancial los cultivos que no poseen cacao dentro de sus ciclos. Alrededor de la mitad de los entrevistados admite que el cultivo, la siembra y la comercialización del cacao es su fuente de recursos monetarios más directa, lo que implica que es ella principal actividad económica de la gran mayoría de las familias que se pudieron entrevistar, solo unos pocos agricultores se han dedicado a otros rubros no relacionados con el cultivo de cacao.

Entre las variedades existentes de cacao que se tienen en el Ecuador, la más popular con un porcentaje aproximado de 55 es la variante denominada Cacao Nacional, esto debido a su alta concentración, a su facilidad de adquisición y a que es el cultivo que los agricultores consideran más factible y más sencillo para ellos debido a que es el cultivo que más han experimentado, luego se tienen las variables de cacao CCN que no son muy populares dentro de nuestro país teniendo entre ambas variables un 35 % del mercado nacional. Se observa que el consumo del residuo de cacao no empleable para la mayoría de procesos productivos habituales es muy poco consistente, los agricultores en su mayoría no consumen el mucilago, apenas un 20% admite consumirlo de manera regulada luego de finalizar la cosecha del cacao, se observa que si existe

un consumo poco frecuente de alrededor de la mitad de los encuestados, y apenas el 17% de todos los encuestados admite conocer todos los usos de este residuo y aprovechar esto para su ingesta.

Los resultados para la pregunta siguiente soy muy parecidos a los que se presentaron la pregunta anterior en dónde se obtuvo que en su mayoría nadie emplea el mucilago del cacao para ningún proceso productivo de manera frecuente, en este caso los entrevistados que admiten emplear este residuo para realizar cualquier otra actividad, sin de alrededor del 20% mientras que el resto simplemente no lo hace de manera frecuente o simplemente desconoce que usos se le pueda dar y opta por desecharlo. De la pregunta de conocimiento acerca de los usos del mucilago se obtiene que la gran mayoría de los encuestados no emplea este recurso debido a que no posee conocimiento al respecto, ni acerca de sus propiedades, ni acerca de su uso, este valor es muy crítico debido a que nos da un indicio de cómo es que se puede empezar a fomentar su uso, ya que es fundamental capacitar a los trabajadores para poder cumplir con estos rubros.

Entre todos los productos que se pueden elaborar con el recurso que se encuestó, destacan los elementos como licores, mermeladas y helados, los cuales son de alta frecuencia y de alta demanda en la población ecuatoriana, se observa que en cambio los elementos que requieren un mayor proceso o mayor elaboración se presentan como una baja preferencia entre los encuestados, las cremado shampoo no se encuentran bien vistos para su producción. De nuevo, estas preguntas denotan desconocimiento debido que solo el 25% de los encuestados conoce los beneficios del mucilago en los seres humanos y su alimentación, así como en otros procesos que se tienen dentro de nuestra vida diaria, además hay muchos encuestados que tienen un conocimiento no muy detallado acerca de estos beneficios, lo cual implica que la mayoría de personas no conocen con certeza los beneficios que ese pueden llegar a tener.

Este beneficio es muy importante para el sector agrícola y zootecnista, pero el resultado de las encuestas denota que incluso la gente que está involucrada directamente con estos sectores tiene un gran desconocimiento de los beneficios que se tienen ahora estos sectores, se denota que apenas el 25% de los encuestados conocen este beneficio para el cuidado de animales. En su mayoría los encuestados conocen como se llama el producto del mucilago, y cuál es su ubicación, sin embargo, muchos de los encuestados confunden los conceptos de pulpa, baba y mucilago lo que genera que el 45% haya respondido de manera errónea a la consulta.

Interpretación de los resultados: 1. Uso actual del mucílagos de cacao: La mayoría de los encuestados (85%) indicaron que no utilizan el mucílagos de cacao de ninguna manera. 2. Conocimiento de las propiedades del mucílagos de cacao: La mayoría de los encuestados (92%) manifestaron no tener conocimiento de las propiedades del mucílagos de cacao. 3. Conciencia sobre el desperdicio de mucílagos de cacao: El 78% de los encuestados admitieron que no estaban conscientes del desperdicio de mucílagos de cacao y su potencial impacto negativo en el ambiente. 4. Uso potencial del mucílagos de cacao: Solo el 15% de los encuestados mencionaron que podrían considerar utilizar el mucílagos de cacao en actividades agrícolas, alimenticias u otras aplicaciones. 5. Disposición actual del mucílagos de cacao: La mayoría de los encuestados (92%) indicaron que el mucílagos de cacao se desecha sin ser aprovechado. 6. Beneficios percibidos del aprovechamiento del mucílagos de cacao: Cuando se les preguntó sobre los beneficios potenciales

del uso del mucílago de cacao, el 68% de los encuestados mencionaron la generación de ingresos adicionales, el 25% mencionó beneficios para la salud y el 7% mencionó beneficios ambientales.

7. Barreras para el uso del mucílago de cacao: El 45% de los encuestados citaron la falta de conocimiento sobre el mucílago de cacao como la principal barrera para su utilización. Otros factores mencionados incluyeron la falta de recursos, la falta de tecnología y la falta de demanda.

8. Interés en capacitación sobre el mucílago de cacao: El 60% de los encuestados manifestaron interés en recibir capacitación sobre el uso y las propiedades del mucílago de cacao.

CONCLUSIONES

Los resultados de la investigación en el sector productivo, muestran una falta de conocimiento y aprovechamiento del mucílago de cacao. La mayoría de los encuestados no utilizan ni conocen las propiedades y beneficios del subproducto, ni son conscientes del impacto negativo de su desperdicio en el ambiente. Para abordar esta situación, se recomienda implementar programas de capacitación y educación para difundir información sobre el uso y propiedades del mucílago de cacao, promover su aprovechamiento sostenible y establecer alianzas entre los actores de la cadena de valor del cacao. Esto permitirá maximizar los beneficios económicos y ambientales asociados con su uso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Melo, C. J., & Hollander, G. M. (2013). Desarrollo insostenible: Redes alternativas de alimentación y Federación Ecuatoriana de Productores de Cacao, 1995–2010. Recuperado el 2023, de Biblioteca Nacional de Agricultura: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201900109163>
2. FAO. (2017). Ayudar a eliminar el hambre, la inseguridad alimentaria y la malnutrición. Ayudar a eliminar el hambre, la inseguridad alimentaria y la malnutrición.
3. Navarrete Candelario, J. X. (2017). Producción, Exportación de Cacao y su incidencia en la Economía del sector de Matilde Esther período 2014-2016. Recuperado el 2023, de (Tesis de grado).Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil.: <http://biblioteca.uteg.edu.ec:8080/bitstream/handle/123456789/218/PRODUCCION-EXPORTACION-DE-CACAO-Y-SU-INCIDENCIA-EN-LA-ECONOMIA-DEL-SECTOR-DE-MATILDE-ESTHER-PERIODO-2014-2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
4. Martínez Flores, C. (2018). estudio de viabilidad financiera para la producción y comercialización de pasta de cacao de la asociación asobato ubicada en el recinto matilde esther, cantón bucay. Obtenido de Escuela Superior Politécnica De Chimborazo: <https://docplayer.es/128397806-Trabajo-de-titulacion.html>
5. Barragán Bustamante , B. (2019). “Evaluación sensorial de sistemas de fermentación de almendra de cacao (*Theobroma cacao* L.), en el clon “CCN51” en la zona de Bucay, Provincia del Guayas”. Obtenido de (Tesis de grado).Universidad Técnica de Babahoyo: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6135/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000188.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

6. Olea Núñez , A. L. (2021). efecto del mucílago de cacao (theobroma cacao) en la fermentación de leche entera en las características del yogurt saborizado con café (coffea arabica). Recuperado el 2023, de (Tesis de grado).Universidad Agraria del Ecuador: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/OLEA%20NU%C3%91EZ%20ANTONIO%20LORENZO.pdf>
7. Martínez Rodríguez, M. (2021). Aprovechamiento de dos subproductos agroindustriales en el desarrollo de un snack rico en fibra dietaria. Obtenido de (Tesis de grado).Universidad Nacional de Colombia: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/81765/1014243919.2021.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
8. Preciado Saldaña, A., Ruiz Canizales, Villegas Ochoa, M., Domínguez Avila , A., & González Aguilar, G. (2022). Aprovechamiento de subproductos de la industria agroalimentaria. Un acercamiento a la economía circular. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, 23(2), 92. Recuperado el 2023, de <https://www.redalyc.org/journal/813/81373798002/html/>
9. INIAP. (2022). Manual del cultivo de cacao. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias . Recuperado el 2023
10. Gavilanes Heredia , X. A., & Benavides Rogel, O. A. (2023). Impacto del mucílago de cacao más ácido acético en el control de musgos (rigodium implexum) sobre cultivos de cacao orgánico. Recuperado el 2023, de (Tesis de grado): http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/20495/1/Trabajo_Titulacion_786.pdf
11. Morejón Lucio , R., Vera Chang , J., Vallejo Torres , C., Morales Rodríguez , W., Díaz Ocampo, R., & Alvarez Aspiazu , A. (2018). Valor nutricional de la placenta deshidratada de cacao (Theobroma cacao L.) nacional, para la elaboración de barras nutricionales. Revista Conamti, 11, 57-62. Recuperado el 2023, de <https://www.researchgate.net/publication/332186906>
12. Lozano Moreno, M. S. (2020). utilización de los subproductos del beneficio del cacao. Recuperado el 2023, de (Tesis de grado).Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano: <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/18805/Tesis%20Opcion%20de%20grado%20ingenier%C3%ADa%20de%20Alimentos%20Michael%20Lozano.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
13. Álava Navarrete, DJ, & Farinango Herrera, LV (2023). Respuesta agronómica del cultivo de cacao (Theobroma cacao) a la aplicación de fertilizantes orgánicos y químicos en el sector los laureles del cantón La Maná (Tesis de licenciatura, Ecuador: La Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)).
14. Murillo Masaquiza, M. (2017). “Proyecto De Factibilidad Para La Implementación De Una Planta procesadora de pasta de cacao en el recinto matilde ester del sector san josé, provincia de bolivar 2016”. Recuperado el 2023, de (Tesis de grado).Escuela Superior Politécnica De Chimborazo: <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/11948/1/132T0081.pdf>
15. Quecedo Lecanda, R., & Castaño Garrido, C. (2002). Introducción a la metodología de investigación cualitativa. Revista de Psicodidáctica, 1(14), 5-40. Recuperado el 2023, de <https://www.redalyc.org/pdf/175/17501402.pdf>

ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PREFERENCIA DE PROTEÍNAS ALTERNATIVAS SOSTENIBLES EN LA CARRERA DE AGROINDUSTRIA DE LA ESPOCH

ANALORS INFLUENCING THE PREFERENCE FOR SUSTAINABLE ALTERNATIVE PROTEIN IN THE AGROINDUSTRIAL CAREER AT ESPOCH

Jennifer Stefania Guevara Leon¹, Karen Lizbeth Lojan Salazar², Ney David Jumbo Peña³, Luis Eduardo Valdivieso Santillán⁴

{jeamy_1604@hotmail.com¹, karenlojan10@gmail.com², ney.jumbo96@gmail.com³, luis.eduardo.lv17@gmail.com⁴}

Fecha de recepción: 20 de septiembre de 2023 / Fecha de aceptación: 15 de octubre de 2023 / Fecha de publicación: 31 de diciembre de 2023

RESUMEN: Esta investigación tiene como objetivo analizar los factores que influyen en la preferencia de proteínas alternativas sostenibles entre los estudiantes de la carrera de Agroindustria de la ESPOCH. Con la creciente demanda de alimentos producidos de manera ambientalmente amigable y ética, las fuentes de proteínas alternativas han ganado atención en los últimos años. Comprender los factores que influyen en las preferencias de los estudiantes es fundamental para fomentar elecciones alimentarias sostenibles en la Agroindustria. El estudio utiliza métodos mixtos, con cuestionarios y entrevistas para recopilar datos cuantitativos y cualitativos. El cuestionario evaluará las preferencias de los estudiantes, su conocimiento y los factores que influyen en su elección de proteínas alternativas sostenibles. Las entrevistas proporcionarán información más profunda sobre las razones y percepciones subyacentes. La muestra consistirá en 100 estudiantes seleccionados al azar, representando diferentes semestres de la carrera. Se analizarán los datos cuantitativos con estadísticas descriptivas e inferenciales, y los datos cualitativos se analizarán mediante análisis de contenido temático. Los resultados contribuirán a comprender los factores que influyen en la preferencia de proteínas alternativas sostenibles. Estos hallazgos pueden informar programas educativos, prácticas de la industria y políticas para promover elecciones alimentarias sostenibles y un sector agroindustrial más consciente del medio ambiente y socialmente responsable.

Palabras clave: Factores, preferencia, sostenible, proteína sostenible

¹Investigador independiente,, <https://orcid.org/0009-0006-3378-6590>

²Investigador independiente, <https://orcid.org/0009-0005-1265-9552>

³Investigador independiente, <https://orcid.org/0009-0004-6703-5395>

⁴Investigador independiente, <https://orcid.org/0009-0000-3136-370X>

ABSTRACT: This research aims to analyze the factors that influence the preference for sustainable alternative proteins among students of the Agroindustry program at ESPOCH. With the growing demand for foods produced in environmentally friendly and ethical ways, alternative protein sources have gained attention in recent years. Understanding the factors that influence student preferences is essential to promote sustainable food choices in Agribusiness. The study uses mixed methods, with questionnaires and interviews to collect quantitative and qualitative data. The questionnaire will assess students' preferences, knowledge and factors that influence their choice of sustainable alternative proteins. The interviews will provide deeper insights into the underlying reasons and perceptions. The sample will consist of 100 students selected at random, representing different semesters of the degree. Quantitative data will be analyzed with descriptive and inferential statistics, and qualitative data will be analyzed using thematic content analysis. The results will contribute to understanding the factors that influence the preference for sustainable alternative proteins. These findings can inform educational programs, industry practices, and policies to promote sustainable food choices and a more environmentally conscious and socially responsible agribusiness sector.

Keywords: *Factors, preference, sustainable, sustainable protein*

INTRODUCCIÓN

Actualmente, el interés por encontrar fuentes alternativas de proteínas ha incrementado significativamente tanto en la comunidad científica como en el público en general. Como lo menciona (1) que debido al aumento de la población mundial existe una demanda de alimentos nutritivos, ejerciendo así una presión en cuanto a los recursos alimenticios tradicionales. Por ende, la industria alimentaria y los responsables políticos se encuentran en la búsqueda de soluciones explorando nuevas fuentes de proteínas.

Como enfatiza (2), se ha observado que las proteínas de origen animal y vegetal no son tan convencionales, mientras que las proteínas cultivadas a nivel de laboratorio surgen como una posible alternativa para satisfacer la demanda global de proteínas. No obstante, es necesario evaluar cuidadosamente la viabilidad y aceptación de estas proteínas alternativas como señala (3). Por la razón antes mencionada es crucial continuar investigando y explorando el futuro potencial de estas proteínas alternativas para poder garantizar las sostenibilidad y seguridad alimentaria a largo plazo. (4) menciona que se deben considerar posibles compensaciones y las formas en que el sector de las proteínas pueda desarrollarse en los próximos años.

De acuerdo con (5) uno de los ejemplos, cuando se habla de seguridad alimentaria, gracias a su gran contenido de proteína, la soja como la harina de soja son ingredientes fundamentales en la producción de piensos para animales, que posteriormente se convierten en carne de pollo, carne de cerdo, huevos, y en menor cantidad carne de vacuno que indirectamente lo consumen los seres humanos. Además, la soja se consume directamente por los humanos en forma de aceite

vegetal, leche, margarita, salsa, etc. En términos nutricionales la soja es una fuente valiosa de proteínas y otros nutrientes.

La (6) menciona que Ecuador al ser un país con altos indicadores de seguridad alimentaria debe tener un balance adecuado de alimentos, dentro de esos alimentos se debe utilizar la soja por sus componentes esenciales que cuenta, además son alimentos valiosos por su cantidad de energía y proteínas que aportan, sin embargo actualmente la soja se importa debido a la falta de competitividad en su producción nacional, por lo tanto en Ecuador no existe el potencial para que se desarrolle esta producción en el futuro.

Desde el punto de vista (7) destaca que la entomofagia, es decir, el consumo de insectos está ganando interés como una posible fuente de alimentos y nutrientes. Aunque las culturas occidentales pueden tener barreras como la neofobia y el asco hacia esta práctica, se cree que al comprender mejor esta opción y mejorando las técnicas de procesamiento, los insectos podrían convertirse en una fuente alimenticia amplia y sostenible.

(8) destaca que el consumo tradicional de insectos es común en aproximadamente un tercio de la población mundial, especialmente en América Latina, África y Asia. Existen numerosas especies de insectos consumidos en diversas etapas de su ciclo de vida, desempeñando un papel importante en la seguridad alimentaria, según (9) las microalgas se destacan como otra fuente valiosa de proteínas con aplicaciones funcionales, nutricionales y terapéuticas.

Para (10) que habla sobre la "Caracterización nutricional de las especies de hormiga culona (*Atta spp.*) de Ecuador" menciona que las hormigas culonas aportan una fuente importante de proteínas, con una concentración promedio de 50,3 g/100g de materia seca. Además, también contiene una cantidad significativa de lípidos 20,7g/100g, en cuanto a carbohidratos cuenta con un 21,7g/100g, además dentro del estudio realizado se determinó que las hormigas culonas son una gran fuente de aminoácidos esenciales, cuenta con porciones similares a las proteínas de origen animal.

(11) Se realizó un análisis centrado en sistemas mediante la aplicación de la evaluación del ciclo de vida (LCA) en consonancia con los límites planetarios para valorar el rendimiento medioambiental de la producción piloto de proteína microbiana a partir de agua de proceso rica en almidón utilizando heterótrofos aeróbicos (12) explora las fuentes alternativas de proteínas que se han investigado y registrado como posibles reemplazos de las fuentes tradicionales de proteínas de origen animal. Además, se examinan la extracción, caracterización, propiedades funcionales y calidad nutricional de estas proteínas alternativas en relación con las fuentes convencionales de proteínas animales.

(13) plantea que las fuentes tradicionales de proteínas animales, como la carne de res, cerdo y pollo, podrían ser insuficientes para cubrir esta demanda, lo que abre la posibilidad a alternativas. Los insectos comestibles emergen como una opción ecológica prometedora para futuros sistemas alimentarios (14).

Diversos beneficios se derivan del uso de insectos como fuente de alimento sostenible, incluyendo su alto valor nutricional (15). Además de las grasas y proteínas, los insectos son una fuente destacada de vitaminas y minerales (16) llevo a cabo un estudio que se enfoca en las razones positivas para la incorporación de insectos como fuente de alimento, considerando la salud humana, factores ambientales y beneficios socioeconómicos. Se destaca la alta eficiencia en el uso de forraje para la cría de insectos, así como el considerable valor nutricional de diversas especies de insectos en comparación con pollo, cerdo y ternera (17).

Por lo antes mencionado la presente investigación tiene como objetivo realizar la encuesta mediante una selección representativa de consumidores con el fin de analizar si disposición para consumir alimentos fabricados a partir de proteínas alternativas y sostenibles para identificar los elementos que impactan en su aceptación, especialmente entre estudiantes de Agroindustria perteneciente a la Facultad de Ciencias Pecuarias.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se fundamenta en un enfoque de síntesis de información que involucra la recopilación, análisis y síntesis de datos de diversas fuentes de investigación en el ámbito de las proteínas alternativas sostenibles para futuros alimentos. El propósito es integrar y resumir la información disponible en la literatura para ofrecer una visión general del conocimiento actual en este campo. Para lograr este objetivo, se realizará una búsqueda exhaustiva de la literatura científica utilizando bases de datos especializadas y motores de búsqueda en línea, con el fin de identificar estudios relevantes sobre la extracción y caracterización de proteínas alternativas sostenibles para futuros alimentos.

Luego, se procederá a analizar y sintetizar la información obtenida para desarrollar un marco teórico completo que abarque los principales hallazgos y limitaciones identificadas en la literatura científica. Este marco teórico se empleará para sugerir recomendaciones y posibles líneas de investigación futura en el ámbito de la extracción y caracterización de proteínas alternativas sostenibles para futuros alimentos. Se esbozan los principales temas que serán objeto de investigación, como los posibles impactos ambientales en la producción de fuentes alternativas de proteínas a gran escala y la aceptación de productos derivados de fuentes alternativas de proteínas, como los insectos.

Esta investigación se llevó a cabo utilizando un enfoque cualitativo con el fin de obtener una comprensión profunda y detallada de las percepciones, opiniones y actitudes de los participantes sobre la aceptación de alimentos elaborados a partir de proteínas alternativas sostenibles. Se utilizaron fuentes secundarias como base para obtener información relevante y actualizada sobre la extracción y caracterización de proteínas alternativas sostenibles para futuros alimentos. Estas fuentes recopilan, analizan y presentan datos e información recopilados por otros investigadores y expertos en el campo.

La revisión de la literatura científica se llevó a cabo utilizando bases de datos especializadas, repositorios en línea como ScienceDirect y revistas científicas relevantes. Estas fuentes

secundarias incluirán artículos científicos, informes técnicos, libros, tesis y otras publicaciones académicas que abordan aspectos relacionados con la extracción, caracterización y aplicaciones funcionales de proteínas alternativas sostenibles.

Además de las fuentes científicas, también se considerarán fuentes de información en línea como portales especializados, blogs y sitios web de expertos en el campo de la alimentación sostenible. Estas fuentes pueden proporcionar datos actuales, tendencias y perspectivas de la industria alimentaria en relación con las proteínas alternativas.

Es fundamental mencionar que todas las fuentes secundarias utilizadas en esta investigación serán seleccionadas cuidadosamente, considerando su calidad, relevancia y credibilidad. Se aplicarán criterios de inclusión y exclusión para garantizar la selección de las fuentes más confiables y actualizadas. El uso de fuentes secundarias permitirá obtener una visión completa y actualizada del estado del conocimiento en el campo de las proteínas alternativas sostenibles, así como identificar brechas en la investigación y posibles direcciones para futuros estudios en el área.

La técnica principal de investigación que se utilizará es la recolección de datos a través de una encuesta estructurada. Esta encuesta se diseñará cuidadosamente basándose en la revisión de literatura existente y en la identificación de factores clave relevantes para la aceptación de alimentos a base de proteínas alternativas sostenibles. Se empleará un enfoque mixto de preguntas cerradas para permitir respuestas cuantificables.

La población objetivo serán los estudiantes de la carrera de Agroindustria. Se seleccionará una muestra representativa de 100 estudiantes utilizando técnicas de muestreo aleatorio estratificado por semestres para representar una diversidad de perfiles demográficos y características relevantes para el estudio, como la edad, el género y la experiencia previa con alimentos alternativos. Se establecerá un tamaño de muestra de 30 estudiantes seleccionados intencionalmente para garantizar la representatividad y la saturación de datos.

La encuesta se administrará en línea a través de plataformas como Google Forms (encuestas en línea), con una explicación clara del propósito de la encuesta y garantizando la confidencialidad y el anonimato de los participantes. Una vez recopilados los datos, se realizará un análisis cualitativo de los resultados, que implicará la identificación de temas y patrones emergentes, así como el análisis de las respuestas cerradas para obtener estadísticas descriptivas.

El análisis cualitativo se llevará a cabo mediante técnicas de codificación y categorización de datos, utilizando herramientas de análisis de datos cualitativos para facilitar la identificación de hallazgos significativos. Finalmente, se realizará una interpretación y discusión de los resultados obtenidos, resaltando las tendencias, los puntos clave y las implicaciones para la aceptación de alimentos a base de proteínas alternativas sostenibles.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La encuesta en línea fue publicada el 1 de junio de 2023, y tras su realización se recopilaron los siguientes datos. Respecto a las variables sociodemográficas de la muestra, se obtuvo información de 34 personas, con una división del 54,5% de mujeres y el 45,5% de hombres. La mayoría de los encuestados, representando el 58,8%, se encontraba en el rango de edad de 21 a 23 años. Los participantes provienen de diversas provincias del Ecuador; los resultados muestran que el 20,6% son de Chimborazo, el 11,8% de Tungurahua, el 14,7% de Pastaza, el 8,8% de Morona Santiago y Sto. Domingo de los Tsáchilas, mientras que el 1% corresponde a las provincias de Bolívar, Napo y Orellana. Además, el 70,6% de los encuestados son estudiantes universitarios.

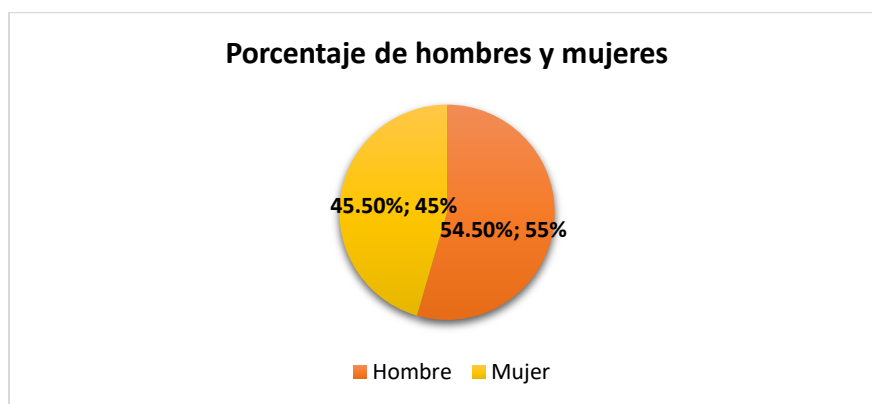


Figura 1: Sexo

Una vez realizadas las encuestas adecuadas, el análisis de la muestra reveló que el 45% de los participantes eran mujeres, mientras que el 55% restante correspondía a hombres.

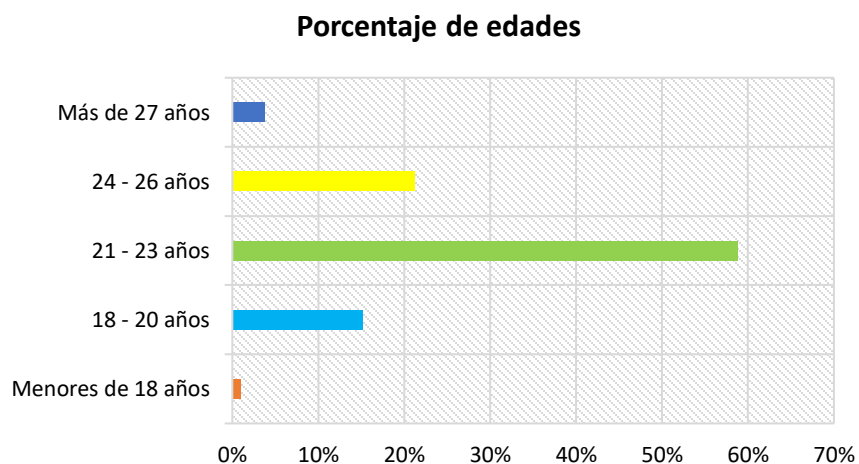


Figura 2: Edad

Dentro de los grupos de edad considerados, se observó que más del 50% corresponden a jóvenes entre 21 y 23 años. En segundo lugar, se encuentran las personas con edades comprendidas entre 24 y 26 años, seguidas por aquellas dentro del rango de 18 a 20 años.

ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PREFERENCIA DE PROTEÍNAS ALTERNATIVAS SOSTENIBLES EN LA CARRERA DE AGROINDUSTRIA DE LA ESPOCH

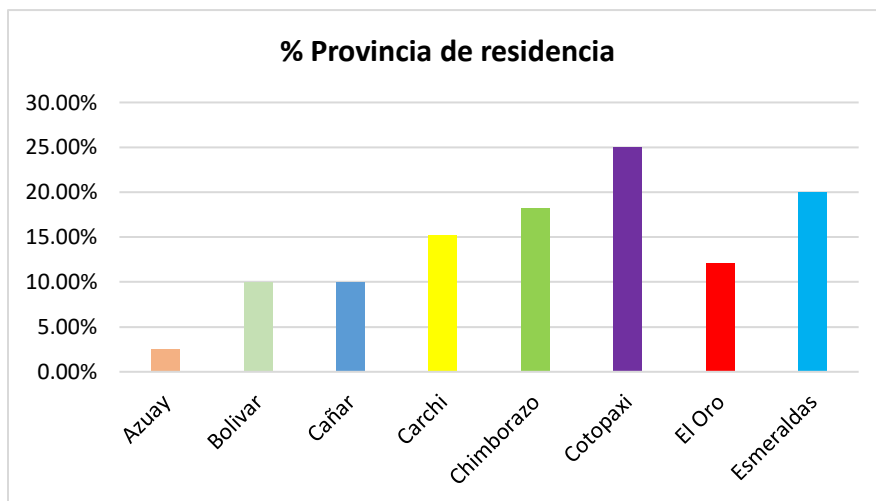


Figura 3: Provincia de origen

En cuanto a la distribución por provincia de residencia, se observó que la mayoría de la muestra a estudiar reside en Cotopaxi, representando el 25% del total. Le sigue de cerca Esmeraldas, con un 20%, y luego Chimborazo, con un 18.20%.

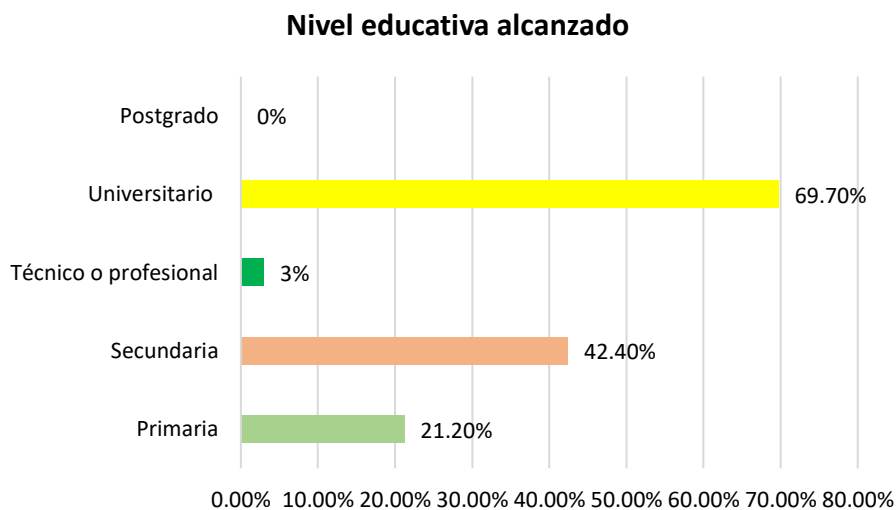


Figura 4: Nivel educativo alcanzado

La muestra para estudiar revela que el 69.70% tiene estudios superiores, seguido por un 42.40% que ha completado la educación secundaria. El 21.20% posee estudios primarios y un 3% corresponde a personas con formación técnica o profesional. Además, se incluyen individuos que han cursado estudios de posgrado.

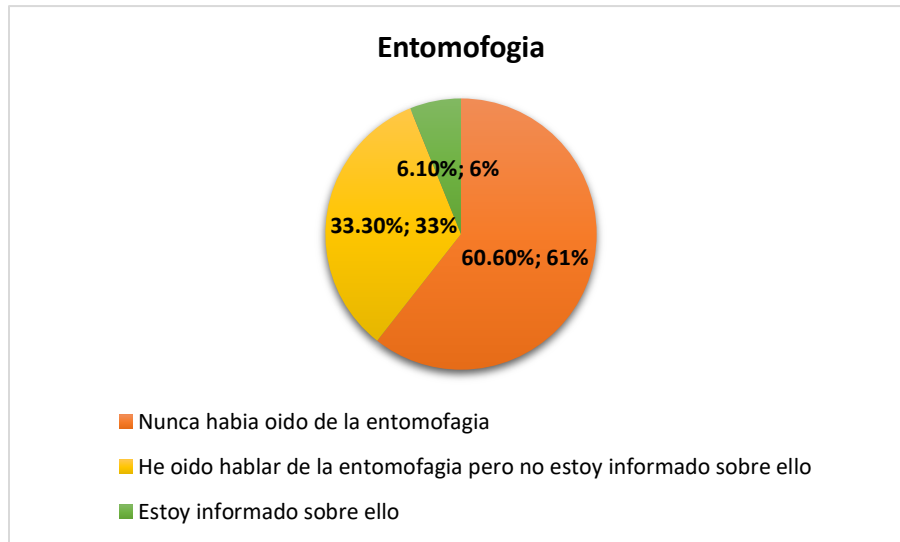


Figura 5: ¿Usted conoce la entomofagia?

Se realizó una pregunta sobre entomofagia a la muestra, revelando que el 60% no estaba familiarizado con ese término. Solo el 30% había escuchado el término, pero no había buscado información al respecto, mientras que el 6.10% indicó conocer y estar informado sobre el tema.

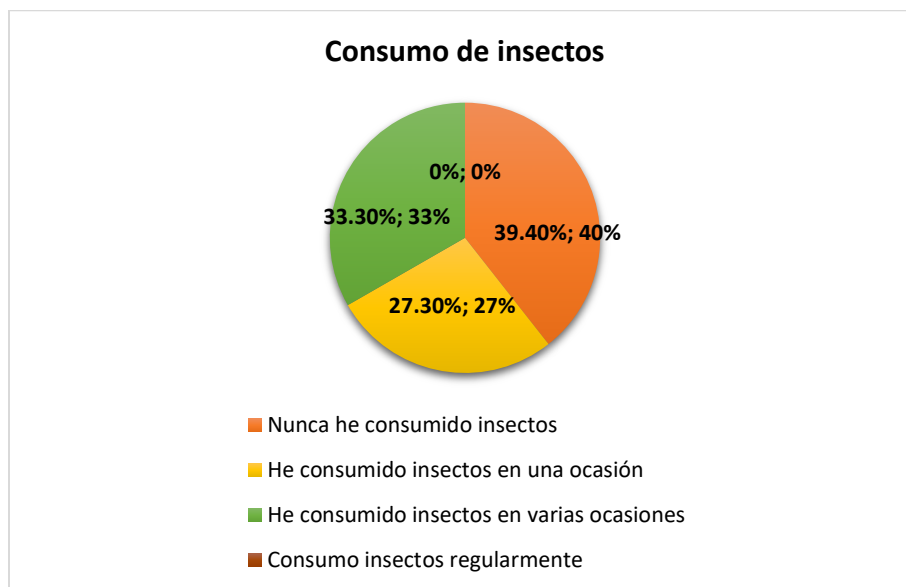


Figura 6: ¿Usted ha consumido insectos?

En relación con la pregunta sobre el consumo de insectos, se observó que el 40% de la población nunca los ha consumido, el 27% lo ha hecho en alguna ocasión, y el 33% ha consumido insectos en varias ocasiones.

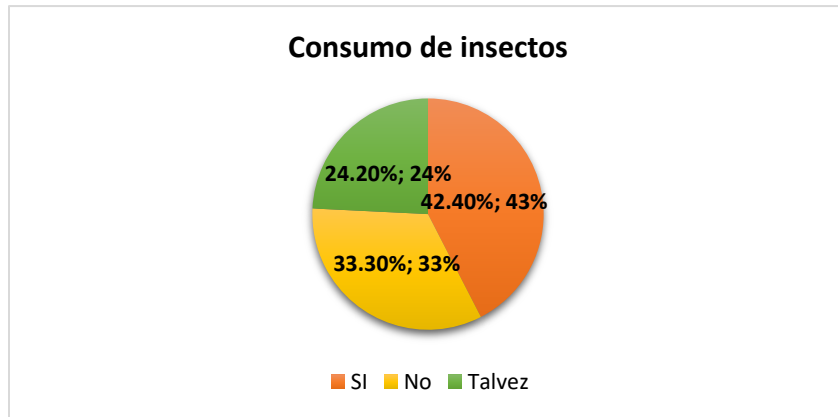


Figura 7: ¿Incluiría insectos en su dieta sabiendo que es una fuente de proteína?

En cuanto a la disposición para incluir insectos en su dieta, el 42,4% de los encuestados afirma que lo haría, el 33,3% menciona que no lo haría y el 24,2% está indeciso al respecto.

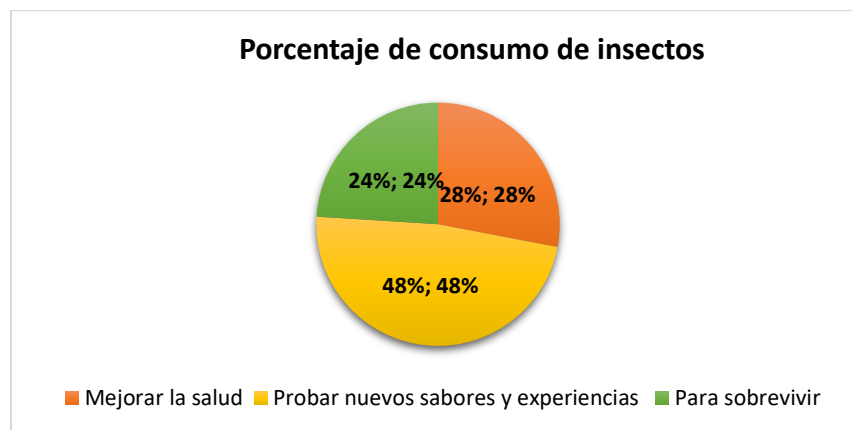


Figura 8: ¿Por qué si consumiría insectos?

La mayoría de los encuestados expresó su disposición a consumir insectos con el propósito de explorar nuevos sabores y experiencias, representando un 48%. Un 24% indicó que solo los consumiría para sobrevivir, mientras que un 28% lo consideraría para mejorar su salud.

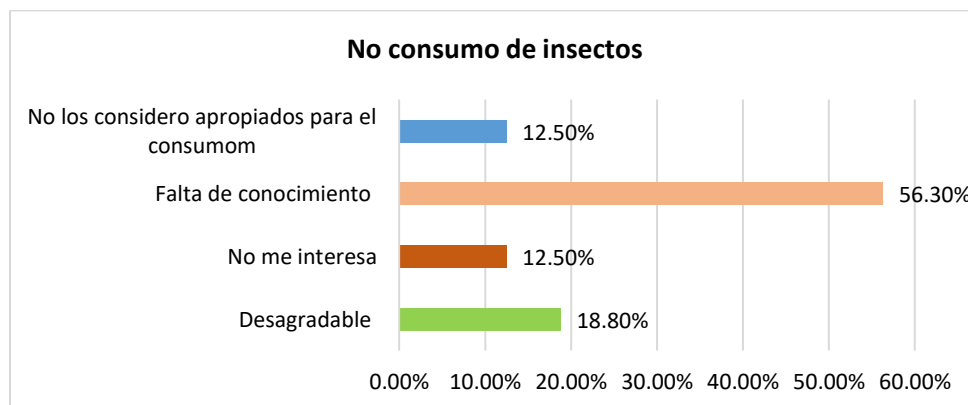


Figura 9: ¿Por qué no consumiría insectos?

Asimismo, se identificaron razones por las cuales algunos encuestados no consumirían insectos,

siendo la falta de conocimiento la principal causa (56.6%), seguida de la percepción de que son desagradables (18.8%), el desinterés (12.5%) y la creencia de que no son aptos para el consumo humano.

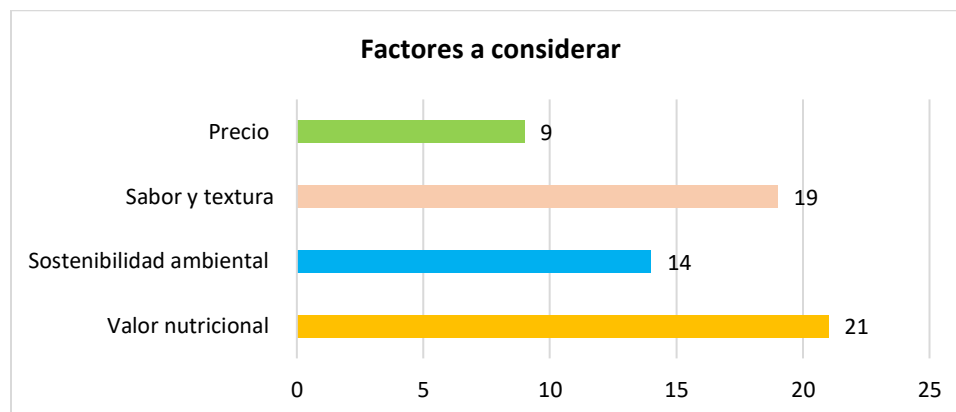


Figura 10: ¿Qué factores consideras más importantes al seleccionar alimentos a base de proteínas?

Los resultados de este estudio muestran diversos factores que afectan las preferencias hacia proteínas alternativas. Estos resultados coinciden con la literatura existente y proporcionan una comprensión más profunda de lo que influye en las decisiones alimentarias sostenibles en el contexto agroindustrial. En primer lugar, se encontró que el nivel de conocimiento sobre proteínas alternativas sostenibles es un factor crucial en las preferencias de los estudiantes. Esto (18) respalda investigaciones previas que indican que un mayor conocimiento sobre las ventajas ambientales y nutricionales de estas proteínas se relaciona positivamente con su elección. (19) menciona que la importancia de la educación y la divulgación en la promoción de elecciones alimentarias sostenibles también es destacada por otros estudios.

Además, se identificaron factores socioeconómicos y culturales como influencias significativas en las preferencias de los estudiantes. La investigación previa sugiere (20) que factores como el costo y las preferencias arraigadas en la cultura local pueden limitar la adopción de proteínas alternativas sostenibles. Por lo tanto, abordar estas barreras socioeconómicas y culturales es crucial para promover su aceptación en la industria agroindustrial. Es importante destacar que la disponibilidad y accesibilidad de las proteínas alternativas también influyen en las preferencias de los estudiantes. (21) la falta de opciones accesibles y asequibles puede limitar su adopción, por lo que mejorar la infraestructura y la cadena de suministro es fundamental para fomentar elecciones sostenibles (22). En resumen, (23) este estudio subraya la importancia de abordar múltiples factores, como la educación, las barreras socioeconómicas y culturales, y la accesibilidad, para promover la preferencia de proteínas alternativas sostenibles en la industria.

CONCLUSIONES

En resumen, este estudio sobre los determinantes de la preferencia por proteínas alternativas sostenibles ofrece una visión esclarecedora de las motivaciones detrás de las elecciones alimentarias en este ámbito. Los resultados resaltan la relevancia del conocimiento, los aspectos socioeconómicos y culturales, así como la disponibilidad y accesibilidad de las proteínas

alternativas como impulsores clave de las preferencias estudiantiles. Se observó que un mayor entendimiento de las ventajas ambientales y nutricionales de estas proteínas está vinculado a una preferencia más alta por estas opciones. Por tanto, es crucial implementar programas educativos que fomenten la conciencia sobre estas ventajas en la industria agroindustrial. Además, se encontraron barreras socioeconómicas y culturales que limitan la adopción de proteínas alternativas sostenibles. Para superar estos obstáculos, es necesario abordar las disparidades económicas y promover políticas que mejoren la accesibilidad y asequibilidad de estas proteínas en la industria. También se subraya la importancia de mejorar la disponibilidad y accesibilidad de estas proteínas en el mercado, lo que implica trabajar en la infraestructura y cadena de suministro para garantizar su fácil acceso para los estudiantes de Agroindustria. En conjunto, los hallazgos de esta investigación pueden orientar tanto a la academia como a la industria agroindustrial en la promoción de elecciones alimentarias más sostenibles. La implementación de estrategias educativas, políticas y prácticas dirigidas a los factores identificados puede fomentar un cambio positivo hacia la adopción de proteínas alternativas sostenibles en esta carrera. En resumen, este estudio enfatiza la importancia de entender y abordar los factores que influyen en la preferencia por proteínas alternativas sostenibles, lo que puede contribuir a un sector agroindustrial más consciente del medio ambiente y socialmente responsable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Guil-Guerrero, JL, Ramos-Bueno, RP, González-Fernández, MJ, Fabrikov, D., Sánchez-Muros, MJ, & Barroso, FG (2018). Insectos como alimento: perfiles de ácidos grasos, clases de lípidos y distribución de ácidos grasos sn-2 de larvas de lepidópteros. *Revista europea de ciencia y tecnología de lípidos*, 120 (6), 1700391.
2. Megido, R. C., Gierts, C., Blecker, C., Brostaux, Y., Haubruge, É., Alabi, T., Francis, F. (2016). Consumer acceptance of insect-based alternative meat products in Western countries. *Food Quality and Preference*, vol. 52, p. 237-243.
3. Mancini, S.; Moruzzo, R.; Riccioli, F. y Paci, G. (2019). European consumers' readiness to adopt insects as food. A review. *Food Res Int.* 122 (1): 661-678. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.01.041>
4. Mishyna, M.; Chen, J. y Benjamin, O. (2020). Sensory attributes of edible insects and insect-based foods – Future outlooks for enhancing consumer appeal. *Trends Food Sci Tech.* 95 (1): 141-148. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.11.016>
5. Blanco, V. C. P., Chavarro, C. F. G., Polanco, Y. M. T., & Ruiz, X. M. C. (2020). Insectos: Recursos del pasado que podrían ser una solución nutricional para el futuro. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 24(2), 81-100.
6. Gonzales, F. C. V., Garcia, V. D. B., & Ortega, A. J. A. J. (2012). La Recolección, Venta y Consumo de Insectos en Toluca, México y Sus Alrededores. *Rosa dos Ventos*, 4(2), 208-221.
7. Poma, JPP, Sarabia, D., Sancho, D., Pintado, P., Sarabia, D., & Landívar, D. (2020). Evaluación de la calidad de las proteínas de larvas de *Rhynchophorus palmarum* L.(Coleoptera curculionidae), a través del cálculo de puntaje químico de las proteínas. *La Técnica: Revista de las Agrociencias*. ISSN 2477-8982 , (24), 73-86.

8. Raheem, D., Carrascosa, C., Oluwole, O. B., Nieuwland, M., Saraiva, A., Millán, R., Raposo, A. (2019). Traditional consumption of and rearing edible insects in Africa, Asia and Europe. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 59, no. 14, 2169-2188.
9. Gutiérrez Cuesta, R., González García, K. L., Hernández Rivera, Y., Acosta Suárez, Y., & Marrero Delange, D. (2017). Algas marinas, fuente potencial de macronutrientes.
10. Rangel JSB. "Caracterización nutricional de las especies de hormiga culona (*Atta spp.*) de Ecuador". [Online].; 2020.
11. Owsianiak M, van Oers L, Drielsma J, Laurent A, Hauschild MZ. Identification of dissipative emissions for improved assessment of metal resources in life cycle assessment. *J Ind Ecol* [Internet]. 2022;26(2):406–20. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/jiec.13209>
12. Munialo, CD, Stewart, D., Campbell, L. y Euston, SR (2022). Extracción, caracterización y aplicaciones funcionales de fuentes de proteínas alternativas sostenibles para alimentos futuros: una revisión. *Alimentos del futuro* , 6 , 100152.
13. Moreno, F. L. V., Ton, A. P. S., Rosa, C. M. G., & de Freitas, L. W. (2021). Uso de insectos como alternativa en la nutrición avícola: revisión. *Research, Society and Development*, 10(3), e25810313274-e25810313274.
14. Ramos-Elorduy, J., Pino, J. M., & Correa, S. C. (2023). Insectos comestibles del Estado de México y determinación de su valor nutritivo. *Anales del Instituto de Biología, UNAM, Serie Zoológica*, Vol. 38-75, 69(1), 65-104.
15. Quirós-Blanco, A. M., Fallas, P., & Acosta, Ó. (2019). Retos y oportunidades de los insectos comestibles como fuente de proteína sostenible en Costa Rica.
16. Ramos-Elorduy, J., & Pino, J. M. (2001). Contenido de vitaminas de algunos insectos comestibles de México. *Revista de la Sociedad Química de México*, 45(2), 66-76.
17. Gutiérrez, G. P. A. (2005). Los insectos: una materia prima alimenticia promisorio contra la hambruna. *Revista Lasallista de investigación*, 2(1), 33-37.
18. Domínguez, J. A. R., Luna, L. P. F., Ortiz, J. M. R., Kajak, F. S. S., & Burbano, M. A. C. (2023). A PREFERENCIA DE PROTEÍNAS ALTERNATIVAS SOSTENIBLES Y SUS FACTORES INFLUYENTES. *RECIENA*, 3(2), 37-43.
19. Rubio EZeleta, A., & Fondevila Camps, M. Inclusión de harina de insectos como fuente de proteína alternativa en dietas de gallinas camperas: efecto sobre los rendimientos productivos y la calidad del huevo.
20. Pijoan, M. (2001). El consumo de insectos, entre la necesidad y el placer gastronómico. *Offarm*, 20(9), 150-161.
21. Blanco, V. C. P., Chavarro, C. F. G., Polanco, Y. M. T., & Ruiz, X. M. C. (2020). Insectos: Recursos del pasado que podrían ser una solución nutricional para el futuro. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 24(2), 81-100.
22. Gonzales, F. C. V., Garcia, V. D. B., & Ortega, A. J. A. J. (2012). La Recolección, Venta y Consumo de Insectos en Toluca, México y Sus Alrededores. *Rosa dos Ventos*, 4(2), 208-221.
23. Blanco, V. C. P., Chavarro, C. F. G., Polanco, Y. M. T., & Ruiz, X. M. C. (2020). Insectos: Recursos del pasado que podrían ser una solución nutricional para el futuro.

LA CÁSCARA DE CACAO COMO POSIBLE FUENTE COMERCIAL DE PECTINAS

COCOA SHELL AS A POSSIBLE COMMERCIAL SOURCE OF PECTINS

Luis Humberto Vásquez Cortez¹, Denisse Margoth Zambrano Muñoz², Julissa Estephanie Paredes Garzón³, Jonathan Joshua Poma Velasco⁴

{lvasquez7265@utm.edu.ec¹, dzambranom@uteq.edu.ec², julespg99@gmail.com³, jonathan.poma70@hotmail.com⁴}

Fecha de recepción: 28 de octubre de 2023 / Fecha de aceptación: 30 de noviembre de 2023 / Fecha de publicación: 31 de diciembre de 2023

RESUMEN: La explotación comercial del cacao (*Theobroma cacao* L.) genera un volumen de cáscaras que pudiera utilizarse para la producción de pectinas a nivel industrial. Por tal razón, se extrajeron pectinas de la cáscara de cacao a diferentes condiciones de pH y temperatura y se evaluaron sus principales características químicas. En el beneficio del cacao solo es aprovechable el grano o semilla, mientras que la cáscara o mazorca es descartada y se convierte en el mayor residuo del proceso, para ello cuyo objetivo es diagnosticar si la pectina extraída de la cascara de cacao mediante procesos de laboratorio como el método de hidrólisis ácida, podría ser comercializada, ya que en ella se extrae cantidades de volumen altas, para determinar su aceptabilidad se empleó una entrevista el cual permitió reconocer mediante la opinión de los agricultores los beneficios y usos de la pectina. Las pectinas de cáscaras de cacao presentan potencial aplicación en la industria de alimentos, pero es necesario optimizar los parámetros de extracción para aumentar su rendimiento.

Palabras clave: *Theobroma cacao* L., pectina, hidrólisis ácida, cacao nacional, entrevista

ABSTRACT: The commercial exploitation of cocoa (*Theobroma cacao* L.) generates a volume of shells that could be used for the production of pectins at an industrial level. For this reason, pectins were extracted from the cocoa shell at different pH and temperature conditions and their main chemical characteristics were evaluated. In the benefit of cocoa, only the grain or seed is usable, while the shell or pod is discarded and becomes the largest residue of the process, for which the objective is to detect if the pectin extracted from the cocoa shell through laboratory processes As the acid hydrolysis method, it could be commercialized, since high volume quantities are extracted from it, to determine its acceptability an interview was used,

¹Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria, Universidad del Cuyo Argentina, <https://orcid.org/0000-0003-1850-0217>

²Universidad Técnica Estatal de Quevedo (facultad de ciencias de la industria y producción), <https://orcid.org/0000-0002-2168-2130>

³Investigador independiente, <https://orcid.org/0009-0009-5857-9514>

⁴Investigador independiente, <https://orcid.org/0009-0007-0817-0986>

which recognized the benefits and uses of pectin through the opinion of farmers. Cocoa shell pectins have potential for application in the food industry, but it is necessary to optimize the extraction parameters to increase their performance.

Keywords: *Theobroma cacao L., pectin, acid hydrolysis, national cocoa and interview*

INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es uno de los productos agroalimentarios de origen neotropical de mayor penetración en el mercado internacional y sus exportaciones en grano han representado más de 71% de volumen producido, situación derivada del alto valor agregado promocionado por la industria del chocolate y sus derivados. En la explotación cacaotera solo se aprovecha económicamente la semilla, que representa aproximadamente un 10% del peso del fruto fresco.

Esta circunstancia se ha traducido en serios problemas ambientales tales como la aparición de olores fétidos y el deterioro del paisaje, así como también problemas de disposición. La pectina es un polisacárido con características hidrocoloidales, gelificantes y estabilizantes, usada ampliamente en la elaboración de productos cosméticos, alimenticios, farmacéuticos, entre otros (Balseca, Issuu, et al 2007). Las pectinas se usan en la industria alimentaria como gelificantes, espesantes, texturizantes, emulsificantes y estabilizantes, como sustitutos de grasa en alimentos de bajo aporte calórico y su aplicación más común es en la manufactura de mermeladas y jaleas (1).

Considerando su importancia y aplicación industrial se realizó el presente trabajo con el objetivo de evaluar la cascarilla de cacao nacional (*Theobroma cacao* Linneo), como fuente de este polímero natural y las condiciones determinantes en su proceso de extracción (2). Los desechos generados están constituidos en su mayoría por la cáscara, que además se considera un foco para la propagación de *Phytophthora* spp, causa principal de pérdidas económicas de la actividad cacaotera (3).

En la actualidad el sector agrícola ha crecido de manera sostenible con productos primarios como el café, cacao, banano, plátano, y algunos árboles frutales; al cosechar estos productos se genera gran cantidad de desechos agrícolas que no son aprovechados; uno de los cultivos con mayor cantidad de desechos producidos, es la cascara de cacao luego de ser extraídas las almendras, las cáscaras se dejan entre los mismos cultivos atrayendo plagas y enfermedades que afectan gravemente la producción (4).

En el beneficio del cacao solo es aprovechable el grano o semilla, mientras que la cáscara o mazorca es descartada y se convierte en el mayor residuo del proceso, lo cual es relevante ya que la cáscara representa entre el 74% y el 76% del peso del fruto de cacao (5). Esto implica la producción de toneladas de residuos orgánicos que actualmente son aprovechados principalmente como abono en los cultivos; sin embargo, la degradación de la cáscara es lenta por lo que no es un fertilizante muy efectivo, además esta es un vector para las enfermedades

causadas por *Phytophthora* spp. y *Monilophora roreri*, las cuales causan importantes pérdidas económicas al sector cacaotero(6).

Esta multifuncionalidad de la pectina es atribuida a la presencia de regiones polares y apolares dentro de su molécula, lo que permite incorporarla a diferentes sistemas alimenticios (7). Las pectinas se usan en combinación con lípidos en la elaboración de películas comestibles de doble capa y emulsionadas; en la industria farmacéutica se aprovecha el uso terapéutico de la pectina como constituyente de la fibra dietaria. Otra problemática asociada a las prácticas de manejo de los residuos del cacao es que la cáscara vacía en temporadas lluviosas sirve como depósitos de agua que facilitan la incubación de huevos del mosquito *Aedes aegypti*, el cual está asociado a la transmisión de enfermedades como el dengue (8).

Las pectinas comerciales se obtienen principalmente de la cáscara de cítricos y bagazo de manzana. Sin embargo, se ha intentado la búsqueda de otras fuentes comerciales de pectina con el objeto de cubrir parcialmente la creciente demanda en el mercado. Fontes extrajo pectinas del endocarpio de cacao con un rendimiento de 8,0% en base seca (9). Las cáscaras representan el 90% del fruto y son el principal producto de residuo de la industria cacaotera, por tanto, representa un grave problema. Este residuo se convierte en una fuente de manera significativa de varias enfermedades como aplicando el contenido de abono en las plantaciones (10).

Entre los posibles usos de la corteza del fruto de cacao, se destaca la extracción de pectina, una sustancia importante en la producción de alimentos como salsas, mermeladas, jaleas y bebidas por sus propiedades gelificantes (11).

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se encuentra enmarcada dentro del tipo exploratorio, debido a que la extracción de la pectina de las cáscaras de cacao Nacional es un tema poco explotado en la región Amazónica. La investigación se realizó en General farfán, Sucumbíos, Ecuador, la misma cuenta con 6769 habitantes, por lo que la muestra se tomó en función a 95 personas cultivadoras del cacao.

Se tomó una muestra de cáscaras de cacao Nacional, las cuales habían sido descartadas tras realizar el proceso de despulpado del cacao, una semana antes de la selección, por lo que se escogieron las cáscaras directamente del sitio destinado a la disposición de estos residuos dentro de la finca. Las mazorcas de cacao fueron cortadas transversalmente en dos mitades y se separaron manualmente las semillas de la cáscara.

Las cáscaras de cacao fueron puestas en inactivación enzimática para remover o eliminar los contaminantes que pueden afectar el proceso de extracción de pectina. Posteriormente, fueron secadas en un horno eléctrico a temperatura de 65°C durante 34 horas para luego llevarlas al laboratorio de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH en donde se realizaron los

respectivos ensayos. Se utilizó un molino eléctrico para triturar las cáscaras deshidratadas hasta obtener un tamaño de partícula de 420 µm (Malla 40) para facilitar la hidrólisis. Las muestras se almacenaron en un desecador hasta su uso.

Población y muestra Población: La población son los Agricultores de la Parroquia “General Farfán” que son propietarios del lugar que realizan actividades agrícolas. Muestra: El muestreo es el conjunto de operaciones que se realizan para estudiar la distribución de determinadas características en la totalidad de una población, a partir de la observación de una parte o subconjunto de la población, denominada muestra. El muestreo, siempre y cuando sea representativo, tiene múltiples ventajas de tipo económico y práctico, ya que, en lugar de investigar el total de la población, se investiga una parte de ella, además de que proporciona los datos en forma más oportuna, eficiente y exacta, debido a que al encuestar toda la población o efectuar un censo puede ocasionar fatiga y prácticas que tiendan a distorsionar la información. La representatividad de la muestra implica que ésta refleje las características, similitudes y diferencias encontradas en la población objetivo que para nuestro caso son los agricultores del cacao. Para hallar la muestra se empleó la siguiente ecuación:

$$1. n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde:

n= Tamaño de muestra

N= Tamaño de la población

Z= Parámetro estadístico que depende del nivel de confianza

p= Probabilidad de que ocurra el evento estudiado

q= (1-p)= Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado

e= Error de estimación máximo aceptado

Para el cálculo de nuestros compradores potenciales los cuales son la población de la parroquia “General Farfán” existen

45 propietarios la muestra arroja el siguiente resultado:

$$n = \frac{45 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.05^2 * (45 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 40$$

La muestra de población de los productores de cacao es de 40 propietarios. Técnicas o instrumentos para utilizar: Se procede a realizar entrevista como elemento de consulta primaria que satisfaga la intención por la cual es planteada a través de preguntas cerradas que permitan medir de una forma acertada las respuestas. La intención de esta técnica es conocer la posible aceptación y el interés que tengan los agricultores sobre el producto. Al momento de diseñar la

entrevista tenemos claro que no se debe caer en las preguntas inducidas en que los encuestados respondan lo que queremos escuchar.

De acuerdo con los resultados obtenidos de la muestra que fueron 40, se aplicó la entrevista como muestra representativa a 20 personas que trabajan en el lugar. También se recurrió a la investigación documental, el cual nos suministran información de los antecedentes de proyectos similares en otros contextos que han servido para conocer mejor el producto, así como el contexto sociocultural que nos rodea. Donde se referirá a diferentes agricultores para dar a conocimiento del polisacárido y con ello así, que comiencen a utilizar toda la fruta y sus derivados para fomentar mucho más y tener buenos ingresos comerciales mediante la utilización del polisacárido que se utiliza para hacer mermeladas y entre otros usos.

Se aplicó el método cualitativo ya que se pretende buscar causas de la cáscara de cacao en el ambiente, y con ello implementar la extracción del polisacárido como es la pectina, para así obtener un buen uso de ella e innovar a los agricultores de este producto (cacao) a la recolecta y utilización de los derivados de mencionada fruta. El instrumento para utilizar será la entrevista ya que es un documento formado por un conjunto de preguntas que estarán redactadas de forma coherente, y organizadas, secuenciadas y estructuradas, de acuerdo con una determinada planificación, con el fin de obtener información sobre la pectina en los productores de cacao y que sus respuestas nos puedan ofrecer toda la información necesaria. Para obtener la satisfacción de este polisacárido y con ello utilizarlo como fuente comercial.

Extracción de pectinas

Se extrajo pectina de cáscara de cacao a pH 2 y 4 a temperaturas de 60 y 75°C, Se utilizó el método de Hidrolisis ácida: 20 g de cáscara de cacao deshidratada y molida fueron colocadas por separado en vasos de precipitado de 500 mL y se mezclaron con 250 mL de ácido cítrico con un pH de 2 y 4 respectivamente y se calentó 70 min en un vibrador magnético a una temperatura de 85°C. Se enfrió rápidamente la dispersión hasta temperatura ambiente y se filtró dos veces en tela de liencillo. Luego se agregó alcohol al 96% para hacer la respectiva precipitación, separando así la pectina de la solución. Los sólidos de cada dispersión fueron unidos y colocados en un vaso de precipitado de 1000 mL, se dispersaron con 600 mL de agua destilada para posteriormente ajustar el pH y repetir el proceso de extracción. Todos los extractos se unificaron y se centrifugaron a 2700 g durante 15 min para separar sólidos en suspensión.

El precipitado se prensó manualmente utilizando un guante de goma y se colocó en una cápsula de vidrio sometiéndose a secado en una estufa convencional a 40°C hasta peso constante. La pectina extraída se llevó a granulometría de 40 mesh utilizando un micromolino. La extracción se realizó por triplicado. Se estimó el rendimiento de extracción como la relación entre el peso de la pectina extraída y el peso inicial de la cáscara seca (12).

Tabla 1: Tratamientos para hidrólisis ácida

Tratamientos	Tipo de ácido	Descripción
T1	Ácido cítrico	(pH 2) (70 min.)
T2	Ácido cítrico	(pH 4) (90 min.)

Análisis de la pectina de cáscara de cacao: A la pectina extraída de cada tratamiento se le determinó el rendimiento acidez libre, contenido de ácido galacturónico (AGA), contenido de metoxilo, grado de esterificación y peso equivalente. La acidez libre es el inverso del peso equivalente, estas propiedades se cuantificaron mediante la titulación con NaOH 0,1 mol/L y se calcularon relacionando el peso de la muestra y los miliequivalentes de hidróxido de sodio gastados en la titulación (13)

$$2. \text{ peso equivalente} = \frac{\text{mg componente ácido}}{\text{meq A(NaOH)}}$$

Dónde:

Meq A (NaOH) = meq de NaOH utilizados en la titulación. Componente ácido = mg de pectina

$$3. \text{ acidez libre} = \frac{\text{meq A(NaOH)}}{\text{mg componente ácido}}$$

El % de metoxilo se determinó con la solución empleada para la definición del peso equivalente y acidez a la cual se agregó hidróxido de sodio 0,25mol/L para desesterificar la pectina. Luego se neutralizó la solución con ácido clorhídrico 0,25mol/L y se tituló con hidróxido de sodio 0,1mol/L hasta el cambio de color a rojo, y se calculó por medio de la siguiente ecuación:

$$4. \% \text{ Metoxilo} = \frac{\text{meq B} \cdot 31}{\text{mg componente ácido}} \cdot 100$$

Dónde:

$$\frac{\text{meq B} \cdot 31 \cdot 100}{\text{mg componente ácido}}$$

Dónde:

31= peso molecular del metóxido

(CH₃O) expresado en mg/meq. meq B = meq de NaOH utilizados en la titulación

Componente ácido = peso de la muestra (mg)

El porcentaje de metoxilo indica la proporción de unidades de ácido anhidro galacturónico (AGA) cuyos grupos carboxilos han sido esterificados por metanol (14). El grado de esterificación se midió relacionando los meq B gastados en la titulación de determinación del porcentaje de metoxilación y la suma del total de los meq A gastados en la titulación de determinación del peso equivalente y meq B; se empleó para su cálculo la siguiente ecuación:

$$5. \%Esterificacion = \frac{meq B}{meq A+meq B}$$

El % de ácido galacturónico está altamente relacionado con la pureza de la sustancia péctica (15). La determinación de la acidez libre y de las unidades metiladas se relaciona mediante la siguiente ecuación:

$$6. \%acido\ galacturonico = \frac{176*100-(meq A+meq B)}{mg\ componente\ acido}$$

Dónde:

176 = peso molecular del ácido anhídrido galacturónico expresado en mg/meq.

meq A = miliequivalentes utilizados en la primera titulación con NaOH 0,1 mol/L.

meq B = miliequivalentes utilizados de NaOH 0,1 mol/L en la segunda titulación para determinar el contenido de metoxilo.

Componente ácido = peso de la muestra (mg).

Los rendimientos reportados fueron calculados en base seca y se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$7. Rendimiento = \frac{gr\ de\ pectina\ obtenidos \times 100}{gr\ de\ cascara\ de\ cacao}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para determinar si la pectina tiene una aceptabilidad y es usada por los productores de cacao se realizó una breve entrevista la cual los entrevistados respondieron a lo siguiente:

A la pregunta 1 y 2, los entrevistados respondieron:

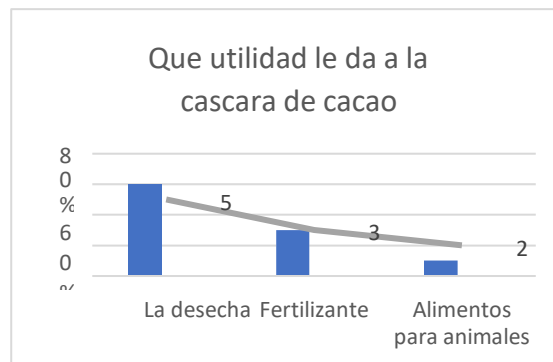


Ilustración 1: Que hacen con la cáscara de cacao

De la población entrevistada, encontramos que el 60% es decir casi la mayoría no utiliza la cascara del cacao la desecha mientras que el 30% y 10% la utiliza para su favor como es en fertilizantes y alimentos para animales. Y a su vez el 50% están de acuerdo en darle un buen a la cascara del cacao y no dejarla en putrefacción.

A las preguntas 5, 6, 7, 8 y 9, los entrevistados respondieron.

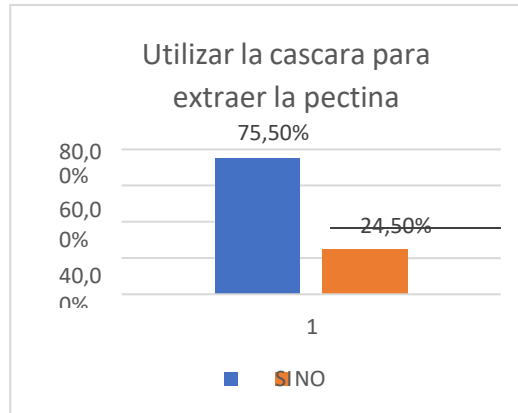


Ilustración 2: Utilizar la cascara para extraer pectina

De la población entrevistada el 75,5% si tiene conocimiento sobre la pectina, que la contiene la cascara de cacao, y opta por extraer y por su alto contenido metoxilo y gelificante, que se utiliza como aditivo y como fuente de fibra dietética. Ya que con los geles que produce se puede utilizar para crear o modificar la textura de jaleas, mermeladas, etc.

Tabla 2: Resultados de la caracterización físicoquímica de la pectina

Tratamiento	%Rendimiento	%Acidez libre	Peso equiv	%Metoxilo	%Esterificación	%Ac. Galacturónico
T1	30	0.012	400	35.13	0.33	0.74
T2	31.25	0.0038	125	58.83	0.71	1.5

La pectina obtenida de la cáscara del cacao de, es de alto metoxilo ya que su grado de esterificación se encuentra entre 53,13% y 58,83%, lo que determina que está en la capacidad de formar geles en presencia de azúcar y ácido, su aplicación se orienta principalmente a la elaboración de mermeladas y jaleas. En ese sentido el rendimiento de las pectinas se ve influenciado por la cantidad de solución de hidrólisis y la cantidad de alcohol utilizado en la precipitación; si el alcohol no es suficiente solo se precipita una parte de la solución y el rendimiento se reduce.

El rendimiento del proceso de extracción de pectinas de cáscaras de cacao bajo dos tratamientos diferentes se presenta en la tabla 2, se observan variaciones entre 30 y 31.25. Aceptabilidad de una mermelada elaborada con pectina de cáscara de cacao. De la prueba de aceptabilidad de la mermelada de piña preparada con la pectina de cáscara de cacao considerada de mejor calidad (pH = 4,0 y T = 90 °C) se observó que el promedio del puntaje se ubicó en 6,27, lo que corresponde al nivel de agrado “Me gusta moderadamente”. Ello indica, que con la pectina extraída de cáscaras de cacao es posible fabricar productos como mermeladas y jaleas que podrían competir en el mercado nacional. Las observaciones realizadas sobre el color de la mermelada de piña preparada con la pectina de cáscara de cacao fueron en general calificadas como de “buen color”, lo que confirma que las pectinas obtenidas de la cáscara de cacao se pueden usar en aquellos productos con tonalidades oscuras, para así enmascarar su coloración parda sin que se afecte la calidad del producto final.

Las investigaciones realizadas por (16) y (17) que, para la obtención de pectina a partir de la cáscara de cacao, se utilizan cáscaras picadas en el proceso de extracción. Sin embargo, la información sobre el efecto de los métodos de procesamiento en el rendimiento y la calidad de la pectina utilizando la cáscara de cacao deshidratada y molida, expresaron que la extracción de pectinas por hidrólisis ácida se lleva a cabo a temperaturas cerca de los 80°C. Las pectinas consecutivamente se extraen y separan de los desechos de diversos frutos mediante acidificación; se realiza usando ácidos como: el cítrico, clorhídrico, fosfórico, nítrico o sulfúrico; después de concentrarlas, se precipitaron con la adición de alcohol, se seca, se granula y por último se tamiza.

Mientras que (18), describieron que en la técnica de extracción enzimática realizado a escala de laboratorio, mencionan que por cada 200 g de material vegetal; de acuerdo a la ficha técnica de aplicación del fabricante, se utiliza un rango de 0,2 a 1 kg, por cada tonelada de materia prima, por lo que, se calcula para 200 g de cáscara de cacao, a una temperatura de entre 40 y 50°C y pH de 5. Los tiempos de extracción fueron de 60 y 120 minutos, la precipitación de la pectina se realiza con etanol al 96%, adicionando 80% del volumen de la solución péptica, por 30 minutos; la pectina, se filtró en tela muselina y se seca en estufa, hasta obtener peso constante.

El rendimiento de extracción y contenido de AGA presentaron un comportamiento dependiente en su mayoría de los efectos principales estadísticamente significativos. La combinación entre el pH y la temperatura fue el factor a considerar en el contenido de metoxilo, grado de esterificación y peso equivalente de las pectinas procedentes de cáscaras de cacao, ya que el efecto de la interacción no permitió generalizar un comportamiento para los factores individuales.

Otros autores como (19) obtuvieron una fracción de polisacáridos pépticos de color pardo de cáscaras de cacao secadas al sol, procedentes de Tafo, Ghana. Según (Francis y Bell, et, 2019) el color oscuro en las pectinas extraídas puede ser causada por taninos.

El mayor rendimiento observado a pH 5 puede atribuirse al menor grado de desintegración de la pectina, ya que pHs bajos pueden causar su despolimerización. (20) reportó de 8,0 a 11,0 g/100g de pectinas obtenidas a partir de cáscaras de cacao. Es importante mencionar que para (21) indicó 8,0 g/100g del endocarpio de cacao. El posible uso de la cáscara de cacao como fuente de pectina puede justificarse por la enorme cantidad de desechos que se generan de la explotación cacaotera más que por su rendimiento. (22) describen la cáscara del cacao como materia prima de relativo bajo costo y justifica la extracción de pectinas por razones económicas más que técnicas, ya que las cáscaras frescas requieren ser procesadas rápidamente una vez que se abre el fruto para evitar daños que afecten la fracción de pectina.

Las pectinas con capacidad de formar geles presentaron mayor peso equivalente, contenido de metoxilo y grado de esterificación. (23) señalan que la disminución del grado de esterificación aumenta la habilidad de formar geles en pectinas de bajo metoxilo comportamiento contrario al presentado en el estudio actual. Por tal razón, aquellas pectinas que mostraron capacidad gelificante y que a su vez presentaron un grado de esterificación mayor a 48%, son pectinas de alto metoxilo que forman geles consistentes con azúcar y ácido y podrían utilizarse en la elaboración de mermeladas, jaleas y demás alimentos que requieren de este tipo de producto.

Por otra parte, aquellas que no lograron formar geles consistentes y presentaron un grado de esterificación entre 37,49% y 42,68% son pectinas de bajo metoxilo que podrían usarse en la elaboración de productos dietéticos, elaboración de yogures y espesantes de salsas, entre otros. La pectina de mejor calidad se obtuvo a pH 4,0 y temperatura de 90°C, ya que además de su capacidad de formar geles en presencia de azúcar y ácido, presenta un rendimiento de 3,89 g/100g y una pureza de 62,26 g/100g de AGA.

CONCLUSIONES

De la presente investigación se determinó que los agricultores de cacao conocen la pectina y saben la importancia que esta enmarca a nivel industrial y optan por realizar el proceso de extracción de pectina a partir de cáscaras de cacao y determinar las características químicas que podrían ser de interés para uso industrial, sin embargo, es necesario optimizar los parámetros de extracción para aumentar el rendimiento.

Los niveles de pH y temperatura de extracción influyeron significativamente en las características químicas de las pectinas de cáscaras de cacao y a pH 2 y temperatura de 90°C se extrajo la pectina de mejor calidad, gracias a la entrevista que se realizó se pudo determinar que el 55% de la población conoce la pectina y quieren darle un buen uso a la cascara del cacao, y así con ello buscar más alternativas para uso comercial, ya que con la pectina se puede realizar mermeladas pero con aspectos mejorables para incrementar su aceptabilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Chasquibol-Silva, N., Arroyo-Benites, E., & Morales-Gomero, J. C. (2008). Extracción y caracterización de pectinas obtenidas a partir de frutos de la biodiversidad peruana. *Ingeniería Industrial*, 0(026), 175. <https://doi.org/10.26439/ing.ind2008.n026.640>
2. TRUJILLO-GALLEGOS, K. A., & VÁZQUEZ, A. D. R. (2015). Determinación del porcentaje de injertos exitosos en plantas de cacao en vivero. Red de Gestión Regional del Agua, Gobierno, Ciudadanía y Sustentabilidad, 86.
3. Suárez-Venero, GM, Avendaño-Arrazate, CH, Ruiz-Cruz, PA, & Estrada-De-Los-Santos, P. (2019). Estructura e impacto de la diversidad taxonómica en cacao del soconusco, chiapas, México. *Agronomía Mesoamericana*, 353-365.
4. Vriesmann, LC, Teófilo, RF y de Oliveira Petkowicz, CL (2012). Extracción y caracterización de pectina de cáscara de vaina de cacao (*Theobroma cacao* L.) con ácido cítrico. *LWT*, 49 (1), 108-116.
5. Canteri et al. - 2012—Pectina da matéria- prima ao produto final.pdf. (s. f.). Recuperado 23 de mayo de 2023, de <https://www.scielo.br/j/po/a/xFQbJ6HR3QrCpL6dT9PbVrz/?format=pdf&lang=pt>
6. Gutiérrez, A. (2020). Caracterización morfológica de tres genotipos criollos promisorios de *Theobroma cacao* L., en Panamá. *Ciencia Agropecuaria*, (30), 150-169.
7. Wiegel, J., Rio, MD, Gutiérrez, JF, Claros, L., Sánchez, D., Gómez, L., ... & Reyes, BA (2020). Sistemas de mercado de café y cacao en las Américas: Oportunidades para apoyar la renovación y la rehabilitación.
8. Vivanco, A. (s. f.). OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PECTINA A PARTIR DE LA CASCARILLA DE CACAO DEL *Theobroma cacao* L., SUBPRODUCTO DE UNA INDUSTRIA CHOCOLATERA NACIONAL. Recuperado 4 de mayo de 2023, de <https://www.academia.edu/28418>
9. Quelal-Vásconez, M. A., Lerma-García, M. J., Pérez-Esteve, É., Talens, P., & Barat, J. M. (2020). Roadmap of cocoa quality and authenticity control in the industry: A review of conventional and alternative methods. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 19(2), 448-478.
10. Barazarte, H., Sangronis, E., & Unai, E. (2008). La cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.): Una posible fuente comercial de pectinas. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 58(1), 64-70.
11. Owen, H. (1956). Further observations on the pathogenicity of *calonectria rigidiuscula* (Berk. & Br.) SACC. to *Theobroma cacao* L. *Annals of Applied Biology*, 44(2), 307-321.
12. Mejía Córdoba, C. A., Castro Riascos, M., Carvajal Higueta, L. C., Castrillón Sánchez, H. E., & Puerta Gallo, N. (2017). Agroindustria del cacao.
13. Barazarte, H., Sangronis, E., & Unai, E. (2008). Cocoa (*Theobroma cacao* L.) hulls: a posible commercial source of pectins. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 58(1), 64-70.
14. Mollea, C., Chiampo, F., & Conti, R. (2007). Il recupero delle pectine da bucce di fave di cacao. *INGREDIENTI ALIMENTARI*, 6(34), 6-9.
15. Vriesmann, L. C., & de Oliveira Petkowicz,

16. C. L. (2017). Cacao pod husks as a source of low-methoxyl, highly acetylated pectins able to gel in acidic media. *International Journal of Biological Macromolecules*, 101, 146-152. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.03.082>
17. Mendoza-Vargas, L., Jiménez-Forero, J., & Ramírez-Niño, M. (2017). Evaluación de la pectina extraída enzimáticamente a partir de las cáscaras del fruto de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 20(1), 131-138.
18. Priyangini, F., Walde, SG y Chidambaram, R. (2018). Optimización de la extracción de pectina de cáscara de mazorcas de cacao (*Theobroma cacao* L.) con ácido ascórbico utilizando metodología de superficie de respuesta. *Polímeros de carbohidratos* , 202 , 497-503.
19. Ofori, A., Padi, FK, Ansah, FO, Akpertey, A. y Anim-Kwapong, GJ (2016). Variación genética del vigor y rendimiento de clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Ghana. *Scientia Horticulturae* , 213 , 287-293.
20. León, K. M. O., León, R. N. V., Cevallos, H. G. L., Yanez, R. E. B., & Maura, C. A. V. (2023). UNA FUENTE COMERCIAL DE PECTINA A PARTIR DE LA CÁSCARA DE CACAO. *RECIENA*, 3(2), 45-51.
21. Gunaratne, N. M., Fuentes, S., Gunaratne, T. M., Torrico, D. D., Ashman, H., Francis, C., ... & Dunshea, F. R. (2019). Consumer acceptability, eye fixation, and physiological responses: A study of novel and familiar chocolate packaging designs using eye-tracking devices. *Foods*, 8(7), 253.
22. Guerrero, G., Suárez, D. y Orozco, D. (2017). Implementación de un método de extracción de pectina obtenida del subproducto agroindustrial cascarilla de cacao. *Temas agrarios* , 22 (1), 85-90.

EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA GALLINAZA EN EL APORTE DE MACRONUTRIENTES POST COMPOSTAJE

EVALUATION OF THE INFLUENCE OF CHICKEN MANURE ON THE CONTRIBUTION OF POST-COMPOSTING MACRONUTRIENTS

Santiago Samaniego¹, Dayana Acosta², Marco Pino-Vallejo³

{esamaniegoc@istra.edu.ec¹, dacolstal@istra.edu.ec², marcopinovallejo@hotmail.com³}

Fecha de recepción: 27 de noviembre de 2023 / Fecha de aceptación: 18 de diciembre de 2023 / Fecha de publicación: 31 de diciembre de 2023

RESUMEN: En la actualidad el cultivo con abono orgánico va incrementándose al igual que la demanda de sustratos de origen vegetal o animal. El estudio se realizó en la parroquia San Luis del cantón Riobamba. Para evaluar los macronutrientes resultantes del compostaje la gallinaza y el aserrín fueron analizados individualmente para reconocer el porcentaje de nitrógeno, potasio, fósforo, materia orgánica, carbono y humedad. En el tratamiento se aplicó la relación C:N₂₅ (25:1) , C:N_{27.5} (27.5:1) y C:N₃₀ (30:1), de esta manera se determinó las partes de gallinaza recomendables por cada parte de aserrín. Se conformaron 3 pilas de compostaje cada una con un duplicado para comprobar los resultados de cada tratamiento. Se determinó que la relación C:N_{27.5}, compuesta de 1.37 partes de gallinaza por cada parte de aserrín se estabiliza en menor tiempo alcanzando los rangos recomendados de nitrógeno, fósforo y potasio, considerándose como compost de buena calidad.

Palabras clave: Gallinaza, Aserrín, Compost, Relación Carbono-Nitrógeno (C:N)

ABSTRACT: Currently, cultivation with organic fertilizer is increasing, as is the demand for substrates of plant or animal origin. The study was carried out in the San Luis parish of the Riobamba canton. To evaluate the macronutrients resulting from composting, chicken manure and sawdust were analyzed individually to recognize the percentage of nitrogen, potassium, phosphorus, organic matter, carbon and humidity. In the treatment, the C:N ratio 25, 27.5 and 30 was applied, in this way the recommended parts of chicken manure for each part of sawdust were determined. 3 composting piles were formed, each with a duplicate to check the results of each treatment. It was determined that the C:N_{27.5} ratio, composed of

¹Coordinador de la Carrera de Salubridad y Medio Ambiente, Instituto Superior Tecnológico República Federal de Alemania - Ecuador, ORCID: 0009-0002-5325-2044, +593984138212

²Coordinadora de la Carrera de Desarrollo Ambiental, Instituto Superior Tecnológico República Federal de Alemania - Ecuador, ORCID: 0009-0007-2975-7751, +593991796226

³Coordinador de la Unidad de Investigación, Instituto Superior Tecnológico República Federal de Alemania - Ecuador, ORCID: 0000-0003-0611-9339, +5930997472676

1.37 parts of chicken manure for each part of sawdust, stabilizes in less time, reaching the recommended ranges of nitrogen, phosphorus and potassium, considered as good quality compost.

Keywords: Chicken manure, Sawdust, Compost, Carbon-Nitrogen Relation (C:N)

INTRODUCCIÓN

La degradación del suelo es uno de los problemas de mayor importancia en todo el mundo, la pérdida de nutrientes provoca la reducción de bienes y servicios para los productores como consumidores (1). La degradación de los suelos avanza de manera alarmante en Ecuador, en el callejón interandino se registra extensas áreas improductivas (2). Los Andes ecuatorianos sufrieron notables transformaciones ocasionando que las actividades agrícolas se expandieran directamente al páramo de la Sierra Central (3). En la provincia de Chimborazo las actividades antropogénicas como el pastoreo extensivo o intensivo, y la quema de pajonal causa una gran pérdida de la cobertura vegetal (4).

Los altos costos de los insumos agrícolas y la baja productividad de cultivos actualmente desencadenan esta crisis provocando que los agricultores se inclinen al uso de insumos con mayores componentes orgánicos que químicos como alternativa. Implementar una agricultura sostenible resulta beneficiosa para la recuperación de los suelos con abonado orgánico (5). Si se ejecutan más procedimientos de producción sostenible podrá minorar los efectos de la agricultura sobre el medio ambiente, ejerciendo una misión importante en la inversión de estos efectos, por ejemplo, almacenando carbono en los suelos, mejorando la filtración del agua y conservando los paisajes rurales y la biodiversidad (6).

Los abonos orgánicos son agentes mitigadores del empobrecimiento del suelo brindando nutrición integral, haciendo que no se empobrezca al extraer el cultivo en la cosecha (7). Los abonos de origen orgánico protegen y también cuidan el potencial biológico de los microorganismos empleados para mejorar la estructura del suelo (8). Los residuos orgánicos provenientes del sector agropecuario y agroindustria, pueden ser transformados por el hombre para ser introducidos a los ecosistemas (9). Los residuos agrícolas son una importante fuente de contaminación, pero también son un valioso recurso nutritivo para la producción agrícola (10).

La gallinaza como fertilizante compostado, aporta al suelo materia orgánica, aumenta su capacidad de retención de agua, aporta elementos nutritivos para las plantas, así mismo el uso de gallinazas frescas puede producir efectos adversos por ello es importante su correcto procesamiento (11). Con la transformación de la gallinaza, por medio de diferentes tratamientos, se genera una alternativa para darle valor agregado a un residuo abundante en las producciones avícolas y mitigar el impacto ambiental negativo que este puede ocasionar cuando no es procesada (12).

El compostaje es un método que sirve para degradar materia orgánica y obtener un material estable por medio de procesos biotecnológicos llamado compost (13). El compostaje sirve para realizar una estabilización, así como también la desinfección de residuos orgánicos ya que poseen altas cantidades tanto de materia orgánica como de macronutrientes (14). Un proceso de compostaje realizado correctamente está en capacidad de eliminar patógenos como *Salmonella spp* (15).

El objetivo de la investigación es evaluar la influencia de la gallinaza, en el aporte de macronutrientes post compostaje con material celulósico, mediante análisis de laboratorio y el control de los parámetros de compostaje, realizando tres diferentes tratamientos con su duplicado cada uno tomando como base la relación carbono nitrógeno (C:N) para realizar formulaciones de mezcla.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la parroquia San Luis perteneciente al cantón Riobamba (1° 42'19" latitud Sur y 78° 38' 39" longitud Occidental, a una altitud de 2.700 m.s.n.m. La zona en la que se desarrolló el estudio se caracteriza por las siguientes variables meteorológicas: Temperatura máxima y mínima es de 18°C y 10°C respectivamente, con un promedio anual de 14°C, se registra precipitaciones lluviosas máximas de 1000 mm y mínimas de 43 mm con un promedio anual de 520 mm y con una humedad relativa entre 75% a 80%.

Caracterización del suelo: La Parroquia de San Luis tiene una la topografía general irregular y ligeramente inclinada hacia los ríos Chambo y Chibunga, con un rango de altura que va de los 2500 m.s.n.m. a 2800 m.s.n.m. Existen planicies con pendientes menores a 20%, conformadas por suelos rústicos de la clase durustolls y haplustolls, es decir son suelos profundos de más de 50 cm. Los fértiles son de textura franca o franco-arenosa con poca materia orgánica y buena retención de humedad con pH ligeramente ácido. Los suelos de poca pendiente son aptos para la mecanización. Los suelos sobre los 2900 m.s.n.m., se caracteriza por tener una topografía ladera con pendientes variables entre 20% y 50%. La capa arable se encuentra entre 0 - 70 cm, con textura limo-arenosa y pH ligeramente ácido. Los suelos cangahuosos se encuentran cubiertos en su mayoría por una capa vegetal y en algunos sectores conformación de pequeñas colinas. Estas características califican a un suelo con déficit de nutrientes, se trata de un tipo de tierra arenosa, ligera y drenante, pero propensa a secarse (16).

Caracterización de los materiales para el compostaje: Para la caracterización de los materiales se tomó 500 g de gallinaza y 500 g de aserrín con el objetivo de analizar la cantidad de nitrógeno, potasio, fósforo, materia orgánica y carbono orgánico. Para el proceso de compostaje se consideró el porcentaje de humedad y temperatura. El análisis de la gallinaza y el aserrín se realizaron en el Laboratorio de Calidad de Fertilizantes de la Dirección de Diagnóstico de Inocuidad de Alimentos y Control de Insumos Agropecuarios.

Tabla 1: Métodos de laboratorio para la caracterización de la gallinaza y el aserrín

Elementos	Método
Nitrógeno	Método de combustión, con código PEE/F/14
Potasio	Método líquidos Sólidos con código PEE/F/19
Fósforo	Método de fósforo total en fertilizantes con código PEE/F/04
Materia Orgánica	Procedimiento específico del ensayo de cenizas y materia orgánica en muestras de fertilizantes sólidas, con código PEE/F/09
Carbono Orgánico*	Factor de corrección de Van Bemmelen
Humedad	Método gravimétrico

* El carbono orgánico es un 58% de la materia orgánica por lo que se aplica el factor de 1,724 para el cálculo del carbono orgánico obtenido en los análisis de laboratorio.

Relación Carbono: Nitrógeno (C:N): Es un índice de la calidad del sustrato orgánico del suelo, que indica la tasa de nitrógeno disponible para las plantas (17). Esta relación en el suelo puede tener un efecto significativo en la descomposición de la gallinaza y aserrín. Se utilizó la relación Carbono: Nitrógeno (C:N) 25:1, 27.5:1 y 30:1.

Formulación para el compostaje: Un aspecto importante es la mezcla del material para alcanzar una relación C:N adecuada, es decir para adicionar una cantidad de aserrín, se debe calcular la cantidad de gallinaza. Para calcular la relación 25, 27.5 y 30 se aplicó la ecuación 1 (18).

$$R = \frac{Q_1(C_1(100-H_1)+ Q_2(C_2(100-H_2))}{Q_1(N_1(100-H_1)+ Q_2(N_2(100-H_2))} \quad (1)$$

Siendo, R: relación C:N que se desea obtener; Q: la cantidad de material a adicionar (%), C: cantidad de Carbono orgánico del material (%); N: cantidad de Nitrógeno del material (%), y H: humedad en peso del material %).

El resultado de la ecuación, en la práctica, determina que para adicionar una cantidad Q1 (aserrín), se debe calcular una cantidad de Q2 (gallinaza).

Conformación de las pilas de compostaje: Se aplicó la técnica de compostaje aeróbico en pila móvil, este proceso de compostaje se desarrolla en una pila del material a la que se le aplica volteos periódicos, de esta manera se busca oxigenar la materia orgánica.

Se construyeron 3 pilas de compostaje de 2 m de largo x 3 m de ancho x 2 m de profundidad con capacidad para 100 kg. Posterior a los cálculos de proporción se formaron 3 pilas de compostaje en las que aplicaron la relación 25:1 en la primera pila, 27.5:1 en la segunda pila y 30:1 en la tercera pila, añadiendo capas tanto de gallinaza como aserrín de manera proporcional a los cálculos.

El tiempo de compostaje fue de 9 semanas ya que alcanzó la temperatura más alta en la quinta y sexta semana, llegando al proceso de higienización del compost, posterior la temperatura empieza a descender entrando a la maduración del compost, que se dio durante 2 semanas.

Actividades de control: Para un adecuado proceso de compostaje se deben controlar parámetros como la humedad, el pH, así como también la temperatura de la pila (18). Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación en el proceso de compostaje para que ocurra la maduración la temperatura máxima debe alcanzar los 65 °C, la humedad debe encontrarse entre 45% y 60% (19), y los rangos de pH deben estar entre 6 a 9 para que el proceso de compostaje sea óptimo (20).

Para el control de la temperatura, se utilizó un termómetro portátil, la sonda fue ingresada 20 cm dentro de la pila. La humedad se monitoreo con un higrómetro portátil, y se controló regando agua por aspersión. Para el control del pH se utilizó un pHmetro portátil. Los volteos de la pila se realizaron una vez cada dos semanas para incrementar el oxígeno existente en las pilas de compostaje.

Caracterización de macronutrientes: Conocer los valores iniciales de los nutrientes permite evaluar el equilibrio nutricional del compost. Si, se conocen los niveles iniciales de fósforo, nitrógeno y potasio, se pueden ajustar las aplicaciones de compost para satisfacer las necesidades específicas de los suelos y cultivos, promoviendo prácticas sostenibles y reduciendo los impactos ambientales negativos asociados al uso de fertilizantes químicos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para iniciar con el proceso de compostaje se realizó la caracterización de los sustratos gallinaza y aserrín con los siguientes resultados.

Tabla 2. Condiciones iniciales de la gallinaza

Muestra	Parámetro	Unidad	Valor
Gallinaza	Nitrógeno	%	2.03
	Fósforo	%	1.80
	Potasio	%	3.06
	Materia Orgánica	%	64.47
	Humedad	%	23.40

En la tabla 2, se presentan los valores de los elementos contenidos en la gallinaza. El potasio con un valor del 3.06% y el fósforo con 1.80% se encuentran principalmente en forma de sales inorgánicas como cloruro de potasio, sulfato de potasio, fosfato de potasio. La cantidad de potasio y fósforo en la gallinaza variará según la dieta del ave y la cantidad de estiércol producido. Los nutrientes fósforo y potasio deben conservarse en valores cercanos a los originales y no deben ser menores al 3% y 1% (21).

La aplicación de gallinaza rica en potasio puede mejorar la disponibilidad de este nutriente para las plantas y mejorar la calidad del suelo (22). El fósforo en la gallinaza es más soluble que otras fuentes orgánicas y está disponible para las plantas a diferencia de otras fuentes de fósforo (23).

Tabla 3: Condiciones iniciales del aserrín

Muestra	Parámetro	Unidad	Valor
Aserrín	Nitrógeno	%	1.34
	Fósforo	%	0.03
	Potasio	%	<0.03
	Materia Orgánica	%	99.10
	Humedad	%	7.88

En la tabla 3, se exponen los valores porcentuales de los parámetros analizados en el aserrín. La materia orgánica contenida es del 99.10%, esto dependerá de la especie de madera.

El tipo de procesamiento y la presencia de otros materiales en el aserrín, como corteza y astillas, mejoran la estructura del suelo y aumentar la capacidad de retención de agua y nutrientes que puede ser utilizado como fuente de carbono para la producción de compost o para la elaboración de sustratos (24).

El porcentaje de potasio fue <0.03% Según Carolla (25), el porcentaje de potasio depende de varios factores, como la especie de árbol, la edad del árbol, la ubicación geográfica, el método de procesamiento del aserrín y la presencia de otras sustancias en el material.

El aserrín puede usarse como una fuente de potasio para las plantas, especialmente en suelos pobres en este nutriente, sin embargo, el potasio en el aserrín puede estar en forma no disponible para las plantas, lo que significa que las plantas no pueden absorberlo directamente, en estos casos, el aserrín puede ser tratado para liberar el potasio disponible mediante compostaje o procesos químicos (26).

Tabla 4: Valores de Carbono orgánico

Material	Carbono orgánico
	%
Gallinaza	37.40
Aserrín	57.48

En la tabla 4, se presenta al carbono orgánico, que se refiere al carbono que forma parte de los compuestos orgánicos, es decir, aquellos compuestos que son producidos por organismos vivos o procesos biológicos (27).

Teóricamente se estima que la gallinaza contiene alrededor del 40% de carbono orgánico, lo que la convierte en una fuente valiosa de materia orgánica para el suelo (9).

El contenido de carbono de la muestra de la gallinaza es 37.40%. Por otra parte, el porcentaje de carbono orgánico en el aserrín es mayor con 57.48% de carbono orgánico debido a que la madera es un material orgánico compuesto principalmente por celulosa, lignina y hemicelulosa, que son compuestos orgánicos con alto contenido de carbono (28).

Formulación de los tratamientos de compostaje experimental: Los valores obtenidos en las pruebas de laboratorio, correspondientes al porcentaje de carbono, nitrógeno y humedad, del aserrín (Q_1) y de la gallinaza (Q_2), se reemplazan en la ecuación 1:

$$R = \frac{Q_1(37.40 (100-23.40)+ Q_2(57.48 (100-7.88))}{Q_1(2.03(100-23.40)+ Q_2(1.34(100-7.88))}$$

$$R = \frac{2864.84 Q_1 + 5328.22 Q_2}{155.50 Q_1 + 123.44 Q_2} \quad (2)$$

De esta manera se establece la ecuación 2, que servirá para determinar $Q_1 = Q_2$, para los tres tratamientos.

En la tabla 5, se presentan las ecuaciones 3, 4 y 5, que determinan las partes de gallinaza recomendables por cada parte de aserrín.

Tabla 5: Formulación de los tratamientos de compostaje

Relación C:N	Ecuación	$Q_1 = Q_2$	
25	$25 = \frac{2864.84 Q_1 + 5328.22 Q_2}{155.50 Q_1 + 123.44 Q_2}$	$Q_1 = 2.190 Q_2$	(3)
27.5	$27.5 = \frac{2864.84 Q_1 + 5328.22 Q_2}{155.50 Q_1 + 123.44 Q_2}$	$Q_1 = 1.37 Q_2$	(4)
30	$30 = \frac{2864.84 Q_1 + 5328.22 Q_2}{155.50 Q_1 + 123.44 Q_2}$	$Q_1 = 0.903 Q_2$	(5)

Tratamiento y testigo: Se realizaron 3 pilas de compostaje con su respectivo duplicado para una comparación adicional y constancia de resultados.

A los tratamientos se les identificó de la siguiente manera: C:N₂₅=Tratamiento 1 (T1) con duplicado (T1A), C:N_{27.5}=Tratamiento 2 (T2) con duplicado (T2A) y C:N₃₀=Tratamiento 3 (T3) con duplicado (T3A).

Monitoreo y control de parámetros: El monitoreo para el control de la temperatura, humedad y pH se realizó durante 9 semanas, tiempo en el que se completó el proceso de compostaje.

Temperatura: La variación de la temperatura en los tratamientos de compostaje aumenta a partir del segundo día en donde se inicia la fase mesófila (<45°C) para luego iniciar la etapa termófila (> 45°C) (29).

Tabla 6: Media semanal de temperatura (°C)

Tratamientos	Semanas								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	°C								
T1	16.80	21.10	26.00	30.70	39.40	46.20	43.10	40.20	36.80
T1A	17.50	21.80	26.80	32.60	41.30	46.20	44.90	48.30	39.10
T2	19.30	26.10	30.90	38.50	47.60	51.00	44.90	36.70	30.10
T2A	18.80	26.00	33.10	39.60	48.10	52.00	48.50	41.60	31.50
T3	17.90	19.40	20.00	28.10	35.50	40.50	44.20	45.90	40.00
T3A	17.30	18.40	23.50	28.50	35.50	43.40	44.50	40.01	39.10

En la tabla 6, se registra que los tratamientos T2, T2A, fueron los primeros en alcanzar la etapa termófila en la semana 5 y 6, mientras que los tratamientos T1 y T1A en la semana 6 y el tratamiento T3 alcanzo esta etapa en la semana 8.

En el tratamiento T1 (C:N₂₅), la temperatura se mantuvo por debajo de los 40°C, por lo que no se considera un abono libre de patógenos y el tiempo para compostar es mayor. En este caso, el alto contenido de nitrógenos abandona el sistema en forma de amoníaco, y el nitrógeno inicial se volatiliza.

La temperatura el T2 (C:N_{27.5}), se estabiliza y regresa a la etapa mesófila que se puede comprobar en el duplicado. Este tratamiento alcanza temperaturas superiores a los 50°C por lo que se considera una abono sanitizado, debido a que a estas temperaturas se eliminan varios patógenos que están presentes en la gallinaza cruda.

El proceso de compostaje en el tratamiento T3 (C:N₃₀), se estabiliza en más tiempo al alcanzar los 45.90°C, es decir la etapa de compostaje no se realiza mientras no existan las condiciones adecuadas por lo tanto los microorganismos mesófilos permanecen por espacios de tiempo más prolongados.

Humedad: La humedad del compost es directamente proporcional con la temperatura. En la tabla 7, se presentan los porcentajes de humedad que son el resultado del control de temperatura. Al alcanzar una temperatura de 46°C se realizó humectación por aspersión, para mantener la humedad por encima del 30% para evitar la reducción de la actividad biológica.

Tabla 7: Media semanal de las medidas periódicas de humedad (%)

Tratamientos	Semanas								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	%								
T1	31	41	42	43	41	46	41	42	43
T1A	34	43	42	44	42	46	41	40	45
T2	33	42	41	44	42	46	45	44	46
T2A	33	41	39	46	41	46	46	40	48

T3	40	40	37	45	40	46	39	41	40
T3A	35	46	42	44	41	42	39	41	40

Potencial hidrógeno (pH): En la tabla 8, se registra que en la primera semana el pH en los tratamientos T1, T1A y T2, presentan un pH ligeramente ácido. En la segunda semana T1A mantiene un pH ligeramente ácido. Es recomendable que el sustrato tenga un pH ligeramente ácido, para que los nutrientes se encuentren disponibles, y una baja conductividad eléctrica, para que no existan problemas de toxicidad por sales (30). Los valores de pH a partir de la segunda semana se consideran adecuados ya que se encuentran dentro de los rangos permitidos de 6 a 9 que se consideran óptimos para el compostaje (20).

Tabla 8. Media semanal de las medidas periódicas de pH

Tratamientos	Semanas								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	pH								
T1	6.80	7.00	7.20	7.10	7.20	7.30	7.40	7.70	7.80
T1A	6.90	6.90	7.10	7.10	7.20	7.20	7.40	7.70	7,80
T2	6.90	7.10	7.10	7.30	7.20	7.30	7.50	7.80	8,10
T2A	7,10	7.10	7.20	7.20	7.30	7.30	7.60	7.60	8.00
T3	7.00	7.10	7.10	7.20	7.30	7.30	7.40	7.50	7.50
T3A	7.00	7.00	7.10	7.20	7.20	7.20	7.20	7.40	7.40

Evaluación de macronutrientes: Las muestras del sustrato obtenido de las pilas de compostaje y de sus respectivos duplicados, fueron sometidas a análisis en el Laboratorio de Calidad de Fertilizantes de la Dirección de Diagnóstico de Inocuidad de Alimentos y Control de Insumos Agropecuarios, con el objetivo de conocer los valores de macronutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio) antes de iniciar el tratamiento y al finalizar el tratamiento como se expresa en la tabla 9 y 10.

Macronutrientes iniciales: En la tabla 9, se identifican que la relación C:N₂₅ en T1 contiene mayor cantidad de macronutrientes a diferencia de T2 y T3, debido a que la mezcla contiene 2.19 partes de gallinaza por cada parte de aserrín.

Tabla 9. Porcentaje de macronutrientes al inicio de los tratamientos

Macronutrientes Inicial	T1	T2	T3
	%		
Nitrógeno	1.83	1.71	1.68
Fósforo	6.37	4.78	4.362
Potasio	2.22	1.67	1.5217

En todos los tratamientos se evidenció un aumento del nitrógeno en la etapa inicial. Un compost comercialmente aceptable tiene un porcentaje de nitrógeno > 2 (31). El tratamiento T2 (C: N_{27.5}) alcanzó 2.01.

Macronutrientes finales: En la tabla 10, se identifica que el porcentaje de fósforo en los tratamientos se encuentra ente 4 y 6, estos valores varían de acuerdo a los materiales de origen a ser compostados siendo los rangos óptimos entre 1.0 % a 4.0 % aproximadamente (32), el aumento en las cantidades de este componente se deriva de la transformación de la materia orgánica en minerales a lo largo del proceso. La presencia elevada de dicho componente en la cantidad final resulta beneficiosa para enriquecer los suelos y potenciar el crecimiento de los cultivos al ser asimilado en forma de fosfato (33).

Tabla 10. Porcentaje de macronutrientes al finalizar los tratamientos

Macronutrientes Final	T1	T2	T3
Nitrógeno	1.98	2.01	1.73
Fósforo	6.924	5.972	4.548
Potasio	2.64	1.954	1.531

La mayor parte de los tratamientos tienen altos contenidos de Potasio, comparando con la normativa australiana, que consideran un 0.3 % como contenido mínimo de Potasio para clasificar como producto de buena calidad (34), el valor más alto de potasio encontrado en los tratamientos es de 2.64 en el T1 (C:N₂₅) ya que este contiene 2.19 partes de gallinaza por cada parte de aserrín, a comparación con los tratamientos T2 y T3 que se encuentra este producto en menor cantidad.

CONCLUSIONES

Los porcentajes de carbono, nitrógeno y humedad del aserrín (Q₁) y de la gallinaza (Q₂) permiten formular las relaciones C:N₂₅, C:N_{27.5} y C:N₃₀ para conformar las partes de Q₁ y Q₂ que conformaran las pilas de compostaje.

Durante la etapa termófila los tratamientos T2 y T2A (C:N_{27.5}), conformado por 1.37 partes de gallinaza por cada parte de aserrín, alcanzaron temperaturas superiores a los 45°C garantizando la sanitización del compost, estabilizándose a partir de la semana 6, y estabilizarse a una temperatura ambiente de 18°C y 10°C.

En la evaluación de nutrientes, la relación C:N_{27.5}, cumple con los porcentajes de nitrógeno, fósforo y potasio considerados óptimos en un compost.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sarandón S, Flores C. Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables [Internet]. Primera edición ed. Buenos Aires: Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP); 2014 [citado 25 de junio del 2023]. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/37280/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
2. Tayupanta J. La erosión hídrica: proceso, factores y formas. Archivo Histórico [Internet]. INIAP. 1993. [citado 1 mayo 2023]. Disponible en : <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/271/4/iniapscbd229.pdf>
3. Paula P, Zambrano L, Paula P. Análisis Multitemporal de los cambios de la vegetación, en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo como consecuencia del cambio climático[Internet]. Enfoque Ute. 2018[citado 22 mayo 2023]; 9(2): 125-137. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/5722/572262061012/html/>
4. Camacho M. Los páramos ecuatorianos: caracterización y consideraciones para su conservación y aprovechamiento sostenible [Internet]. Revista Anales. 2014 [citado 22 mayo 2023]; 1(372): 16 Dispobible en: <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/anales/article/view/1241/1227>
5. Tituaña E, Cayambe J, Puerres D, Heredia M. Efectividad de sedimentos de la laguna de Colta como abono orgánico para la recuperación de suelos en el cultivo de cilantro [Internet]. Revista Iberoamericana Ambiente y Sustentabilidad. 2019 [Citado 23 mayo 2023]; 2(3): 7 Disponible en: <https://doi.org/10.46380/rias.v2i3.65>
6. FAO. Informe mundial del recurso suelo [Internet]. Roma: Organización de la Naciones Unidad por la Alimentación y Agricultura 2015[citado 27 mayo 2023]. Disponible en: https://www.icia.es/icia/download/Agroecolog%C3%ADa/Material/Estado_suelo.pdf
7. Loaiza M. Acercamiento a las escuelas campesinas [Internet]. Nodos y Nudos. 2016 [citado 29 mayo 2023]; 4(40): 10. Disponible en: <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/NYN/article/view/5249/4015>
8. Cruz J, Álvarez J, Soria M, Bernardio M. Producción de sustratos orgánicos para ornamentales a menor costo que los importados [Internet]. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. 2014 [citado 29 mayo 2023]; 25(1): 6. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542016000100008
9. Restrepo J, Gómez J, Escobar R. Utilización de los residuos orgánicos en la agricultura [Internet]. Fidar 2014 [citado 1 junio 2023]. Disponible en: https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/56825/Residuos_Organicos_Agricultura_FIDAR.pdf?sequence=1&isAllowed=y
10. Hodson de Jaramillo E. Bioeconomía: el futuro sostenible [Internet]. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 2018 [Citado 1 junio 2023]; 42(164): 188-201. Disponible en: <https://raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/650>
11. Estrada M. Manejo y procesamiento de la gallinaza [Internet]. Revista Lasallista de Investigación. 2005[citado 3 junio 2023]; 2(1): 43-48. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/695/69520108.pdf>
12. Campitelli , Mercadal , Vazquez , Andrada , Hernandez , Laurella , et al. Efecto de la aplicación de enmienda sobre la actividad enzimática y parámetros fisicoquímicos del

- suelo en condiciones controladas [Internet]. Nexo agropecuario. 2021 [citado 3 junio 2023]; 9(2): 6. Disponible en: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/172660>
13. Almarche A. Studio de la bioactividad potencial de extractos hemicelulósicos de la cascarilla de arroz. [Tesis Doctoral] Valencia: Universidad Politécnica de Valencia; 2018.42. Diponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/107252/ALMARCHE%20-%20Studio%20de%20la%20bioactividad%20potencial%20de%20extractos%20hemicelul%C3%B3sicos%20de%20la%20casarilla%20de%20a....pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 14. Álvarez L, Vargas J, Garcia L. Abono orgánico: aprovechamiento de los residuos orgánicos agroindustriales[Internet]. Spei Domus. 2018 [citado 5 junio de 2023]; 14(28-29): 10. Disponible en: <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/sp/article/view/3556/3049>
 15. Bernardo A. Bernardo-Gutiérrez, A. Diseño de un proceso de compostaje para el tratamiento de lodos de una depuradora de aguas residuales en Oviedo, Asturias con una capacidad de producción de 25000 t/año [Tesis final de grado] Austrias: Universidad de Jaén; 2018. 173. Disponible en: https://crea.ujaen.es/jspui/bitstream/10953.1/8383/1/ABG_compostaje.pdf
 16. GAD parroquial San Luis. Plan de desarrollo y ordenamiento territorial parroquia San Luis[Internet]. 2015 [citado 7 de junio 2023]. Disponible en: <https://sanluis.gob.ec/index.php/transparencia/articulo-7-lotaip/literal-k/plan-de-desarrollo-y-ordenamiento/537-plan-de-desarrollo-y-ordenamiento-territorial-parroquia-san-luis/file>
 17. Gamarra C, Díaz M, Vera de Ortiz M, Galeano M, Cabrera A. Relación carbono-nitrógeno en suelos de sistemas silvopastoriles del Chaco paraguayo [Internet]. Revista mexicana de ciencias forestales. 2018 [Consultado 12 junio 2023]; 9(46):19. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322018000200004
 18. Universidad de Cornell. Calculate C/N Ratio For Three Materials. 1996. Disponible en: <http://compost.css.cornell.edu/calc/2.html>
 19. Oviedo E, Marmolejo L, Torres P. Influencia de la frecuencia de volteo para el control de la humedad de los sustratos en el compostaje de biorresiduos de origen municipal [Internet]. Revista internacional de contaminación ambiental. 2014 [consultado 14 de julio 2023]; 30(1): 91-100. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992014000100008
 20. Epinosa J. La erosión en Ecuador, un problema sin resolver [Internet]. Siembra. 2014[consultados 18 julio 2022]; 1(1): 7. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8234808>
 21. Altamirano M, Cabrera C. Estudio comparativo para la elaboración de compost por técnica manual [Internet]. Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas. 2006 [consultado el 20 junio 2023]; 9(17): 75-84. Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/697>
 22. Uribe J, Cordoba S, Hernandez L, Bedoya D. Evaluación de los Microorganismos eficaces (E.M) en producción de abono orgánico a partir del estiércol de aves de jaula [Internet]. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 2001 [consultado 22 junio 202]; 14(2): 9.

- Disponible en:
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/323763/20780950>
23. Catrina V, Alejos I, Cotrina G, Córdova P. Córdova I. Efecto de abonos orgánicos en suelo agrícola de Purupampa Panao, Perú [Internet]. Centro agrícola. 2020 [consultado 3 julio 2023]; 47(2): 10. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v47n2/0253-5785-cag-47-02-31.pdf>
 24. Mendez E, Amaya J. Fenología y producción de masa fresca y oleorresina de jengibre (*Zingiber officinale* r.) con diferente materia orgánica [Internet]. Revista Ciencia y Tecnología. 2013 [consultado 4 julio 2023]; 9(2): 16. Disponible en: <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/PGM/article/view/278/279>
 25. Varnero M, Muñoz S, Zúñiga R. Valorización Agrícola de Purines Porcinos Procesados con Aserrín de Pino [Internet]. Información tecnológica. 2009 [citado 5 julio 2023]; 20(6): 8. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/infotec/v20n6/art11.pdf>
 26. Carrolla C, Sanchez R, Montiel E. Modelo estadístico que permite inferir concentración de potasio en «compost» producido a partir de desechos orgánicos [Internet]. Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela. 2007 [citado 7 julio 2023]; 22(2): 83-90. Disponible en: https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0798-40652007000200007&script=sci_abstract
 27. Brechelt A. Manejo Ecológico del Suelo. [Internet]; RAP-AL 2004 [citado 11 junio 2023]. Disponible en: <https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/ais-2015/manejo-ecol-suelo-fama.pdf>
 28. Bucci P, Caravelli A, Zaritzky E. Remoción simultánea de nitrógeno y carbono orgánico utilizando un SBR granular aeróbico [Internet], Jornadas ITE. 2019 [citado 14 julio 2023]. Disponible en: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/161873>
 29. Escalante , Pérez , Hidalgo , Lopez, Campo , Valtierra , et al. Biocarbón (biochar) I: Naturaleza, historia, fabricación y uso en el suelo [Internet]. Tierra Latinoamericana. 2006 [citado 16 julio 2023]; 34(3): 16. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v34n3/2395-8030-tl-34-03-00367.pdf>
 30. Gordillo F. Evaluación comparativa de la calidad del compost producido a partir de diferentes combinaciones de desechos agroindustriales azucareros [Tesis de grado]. ESPOL 2010. 142 Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/31487/1/D-CD42781.pdf>
 31. Bárbaro L, Monica K, Rizzo P, Riera N. Caracterización de diferentes compost para su uso como componente de sustratos [Internet]. Chilean journal of agricultural & animal sciences. 2019 [citado 18 julio 2023]; 35(2): 11. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/chjaasc/v35n2/0719-3890-chjaasc-00309.pdf>
 32. Soto G, Muñoz C. Consideraciones teóricas y prácticas sobre el compost, y su empleo en la agricultura orgánica [Internet]; Manejo Integrado de Plagas y Agroecología [citado 19 julio 2023]. 65: 123 - 129. Disponible en: <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/5955>
 33. Román P, Martínez M, Pantoja A. Manual del compostaje del agricultor [Internet]. FAO 2013 [citado 20 julio 2023]. Disponible en: Manual de compostaje del agricultor (fao.org)
 34. Brito , Viteri , Guevara , Villacrés , Jara , Jiménez , et al. Obtención de compost a partir de residuos sólidos [Internet]. European Scientific Journal. 2016 [citado 20 julio]; 12(29):10.

Disponible en: “Obtención De Compost A Partir De Residuos Sólidos Orgánicos Generados En El Mercado Mayorista Del Cantón Riobamba” | European Scientific Journal, ESJ (eujournal.org)

35. Escobar F, Sanchez J, Azero M. Evaluación del proceso de compostaje con diferentes tipos de mezclas basadas en la relación C/N y la adición de preparados biodinámicos en la Granja Modelo Pairumani [Internet]. RevActaNova. 2012 [consultado 4 agosto 2023]; 5(3). 21. Diponible en: <http://revistasbolivianas.umsa.bo/pdf/ran/v5n3/v5n3a04.pdf>

UTILIZACIÓN DE EXTRACTO DE JACKFRUIT (*ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS*) COMO ESTRATEGIA PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL GRANO DE CACAO

USE OF JACKFRUIT EXTRACT (*ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS*) AS A STRATEGY TO IMPROVE THE QUALITY OF COCOA BEANS

Luis Humberto Vásquez Cortez^{1*}, Christian Simón Rivadeneira Barcia², Frank Guillermo Intriago Flor³, Leonilo Alfonso Durazno Delgado⁴, Jaime Fabián Vera Chang⁵, Luis Fernando Arboleda Álvarez⁶

{luis.vasquez@pg.ulead.edu.ec^{1*}, christian.rivadeneira@uleam.edu.ec², frank.intriago@utm.edu.ec³, ldurazno@uteq.edu.ec⁴, jverac@uteq.edu.ec⁵, luisf.arboleda@epoch.edu.ec⁶}

Fecha de recepción: 10 de octubre de 2023 / Fecha de aceptación: 30 de noviembre de 2023 / Fecha de publicación: 31 de diciembre de 2023

RESUMEN: El cacao es una de las materias primas más importantes a nivel mundial, siendo el soporte económico de pequeños y medianos agricultores, el presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar la utilización del extracto de Jackfruit (*Artocarpus Heterophyllus*). Lo cual la incidencia de esta problemática que en la actualidad el método de fermentación y postcosecha de las almendras de cacao es un factor importante porque da origen a la calidad física y sensorial de la almendra, buscando la eliminación de mucilago y cambios químicos del cacao, al no tener una fermentación de cacao perjudica a la calidad sensorial de las almendras, se aplicó un Diseño Completamente al Azar bifactorial como primer factor Tipos de cacao (Nacional y CCN-51) y segundo factor extracto de Jackfruit en tres aplicaciones al (0%, 2.0% y 4.0%), conformado por 6 tratamientos y 3 repeticiones un total de 18 objetos de estudio, se procedió a realizar evaluación morfológica del fruto y evaluación fisicoquímicas de los granos de cacao (Temperatura, pH, °Brix) y a su vez la incidencia en la fermentación en la prueba de corte, dando como resultado en las variables iniciales presentó diferencia estadística siendo mayor aprovechamiento el cacao CCN-51, no obstante el mejor tratamiento fue el cacao Nacional fermentado en cajas micro fermentadoras tipo Rohan, el mismo comportamiento tuvo en la prueba de corte evidenciándose mayor cantidad de granos

¹Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnología, Programa de Maestría en Agroindustria, Mención Gestión de Calidad y Seguridad Alimentaria, Manta, Ecuador, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1850-0217>.

²Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad Ciencias de la Vida y Tecnológicas, Manta, Ecuador, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1131-6460>.

³Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Agrociencias, Chone, Manabí, Ecuador, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0377-1930>.

⁴Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencia de la Industria y Producción, Ingeniería en Alimentos, Quevedo, Ecuador, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9446-1267>.

⁵Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencia de la Industria y Producción, Ingeniería en Alimentos, Quevedo, Ecuador, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6127-2307>.

⁶Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Industrias Pecuarias, Chimborazo, Ecuador, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5541-62239>.

fermentados en cacao CCN-51, según la normativa INEN 176, con respecto al análisis sensorial el tratamiento que tuvo mayor aceptabilidad es CCN-51 fermentado en cajas Rohan. Esta investigación tiene como propósito mejorar la fermentación de cacao sobre la calidad física y sensorial de las barras de chocolate.

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

ABSTRACT: Cocoa is one of the most important raw materials globally, serving as the economic backbone for small and medium-sized farmers. The present research aims to assess the use of Jackfruit extract (*Artocarpus Heterophyllus*). The incidence of the current issue is that the fermentation and post-harvesting method of cocoa beans is a crucial factor in determining the physical and sensory quality of the almond. Seeking to eliminate mucilage and chemical changes in cocoa, a lack of cocoa fermentation adversely affects the sensory quality of the almonds. A Completely Randomized Bifactorial Design was applied, with the first factor being Cocoa Types (Nacional and CCN-51), and the second factor being Jackfruit extract in three applications (0%, 2.0%, and 4.0%). This design consisted of 6 treatments and 3 repetitions, totaling 18 study objects. Morphological evaluation of the fruit and physicochemical evaluation of cocoa beans (Temperature, pH, °Brix) were conducted. The fermentation incidence was assessed through a cut test. The initial variables showed statistical differences, with CCN-51 cocoa exhibiting higher efficiency. However, the best treatment was Nacional cocoa fermented in Rohan-type micro-fermentation boxes. This trend was consistent in the cut test, revealing a higher quantity of fermented beans in CCN-51 cocoa. According to INEN 176 regulations, the sensory analysis indicated that the treatment with the highest acceptability was CCN-51 fermented in Rohan boxes. The purpose of this research is to enhance cocoa fermentation for improved physical and sensory quality of chocolate bars.

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

INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L); se lo conoce alrededor de todo el mundo, siendo la materia prima para la elaboración de chocolate, perteneciente a la clase *Magnoliopsida*, del orden de las Malvales, de la familia Malvaceae cuyo género es *Theobroma* y su especie correspondiente cacao, acontecido como unos de los frutos más cultivados en el Ecuador por su calidad y propiedades sensoriales que lo hace único en el mundo (1).

El cacao es el único árbol que puede producir cacao, estas almendras de cacao son muy apetecibles por los chocolateros para la producción de chocolate, este puede ser fino aromático, caracterizado por notas sensoriales florales y afrutada, puede describirse como cacao estándar con un aroma y amargor más pronunciados (2).

Esta materia prima cumple un eje importante en el desarrollo económico del Ecuador, en conjunto del banano y la industria petrolera, Ecuador fue el primer exportador de cacao a nivel mundial, actualmente se ubica como el tercer exportador de cacao al mundo aumentando el número uno en exportación (3).

La domesticación del cacao por lo general se ha sostenido que la localidad de su origen del (*Theobroma cacao* L.) se hallaba en Mesoamérica, en puntos entre México, Guatemala y Honduras, sus usos tienen alrededor de 2000 años a.C. (4); en la actualidad se han realizado investigaciones que presentan que al menos una variedad de cacao su origen se encuentra en la región de la alta Amazonia en el cantón de la provincia de Zamora Chinchipe, el cacao ha sido utilizado por las localidades desde tiempos ancestrales alrededor de 5000 años inclusive antes de la llegada de los españoles (5).

La producción del cacao es manejado por los medianos y pequeños agricultores lo cual es el sustento de trabajo tanto de manera directa e indirecta para no menos de 600.000 ecuatorianos, cuyos medios de subsistencia se basan gran parte en los ingresos provenientes de la producción de cacao, en la actualidad la producción de cacao se ve con mayor estándares de calidad para satisfacer las demandas globales de cacao producido de forma sostenible, no obstante cumplir con requisitos sociales y ambientales en constante aumento (6).

Ecuador posee una gran biodiversidad para la producción de cacao, la variedad Nacional o Fino de Aroma es utilizada por los fabricantes de chocolate a nivel mundial, también en la localidad se produce la variedad clonada conocida como CCN-51 debido a su resistencia y por el monocultivo, las almendras de cacao (*Theobroma cacao* L.), poseen un elevado contenido energético y son fuentes de vitaminas, minerales y antioxidantes (7), este alimento funcional en la prevención y actuando como prevención de enfermedades cardiovasculares (8).

La cosecha de esta materia prima se requiere evaluar si la mazorca ha alcanzado un nivel de madurez adecuado (9), a pesar de realizar una cosecha no adecuada en una etapa de fermentación puede generar pérdidas significativas para los agricultores y la reputación de la misma, lo cual imposibilita la venta y comercialización en los centros de acopio de los granos de cacao que no cumplan con los estándares mínimos de calidad (10).

Durante la fase de fermentación ocurren una serie de reacciones bioquímicas que se producen en las almendras de cacao (11), por lo cual es necesario para la inducción a las características de los productos de cacao, los días de fermentación puede variar según la variedad, en el caso del cacao CCN-51 son 6 días de fermentación (12), cumpliendo las etapas alcohólicas, acética y oxidativa, la temperatura no debe superior a 50 °C, ya que el grano se ve afectando, caso contrario ocurrió su la temperatura no es superior a 40°C los granos de cacao no desarrollarían las cualidades sensoriales, posterior un secado adecuado al sol para bajar la humedad de 6 a 8% (13).

(14), en su investigación encontró que la aplicación de extractos de frutas como el banano que poseen contenidos de *polifenol oxidasa* y levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*) mejora la calidad

UTILIZACIÓN DE EXTRACTO DE JACKFRUIT (*ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS*) COMO ESTRATEGIA PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL GRANO DE CACAO

fermentativa de los granos de cacao y además las cualidades sensorial, además la aplicación acelera la fermentación y se evidencio la calidad de granos fermentados según la norma NTE INEN, 176 (15), disminuyendo los granos violeras y mohosos.

Los autores (16) indican que el proceso de fermentación en cajas Rohan mejora los granos de cacao obteniéndose mayor cantidad de granos fermentados y recomienda la aplicación de extractos de frutas. (17) en su estudio el efecto de la adición de pulpa de maracuyá y banano como coadyuvante en la fermentación de granos de cacao.

En el estudio de (18) en la inclusión de mucilago de cacao (*Theobroma cacao* L.) como estabilizante en néctar de Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*), se determinó que el néctar de Jackfruit posee cualidades organolépticas muy apetecibles para los catadores, posee propiedades nutritivas adecuadas para una fermentación. Por tal razón en la presente investigación se pretende como objetivo principal utilizar el extracto de Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) como estrategia para mejorar la calidad del grano de cacao.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización: La presente investigación se realizó en la finca “Las Juanas” ubicada en el Recinto El Limón de la Provincia de Guayas donde se realizaron la recolección de las mazorcas de cacao de la variedad CCN-51 y Nacional con coordenadas -Long 0.971058, y Lat -79692512 y la obtención del fruto Jackfruit en la Ciudad de Quevedo Provincia de los Ríos, ubicado cuyas coordenadas son: Long -1.029539, y Lat -79.442931.

Diseño de la investigación: En la presente investigación se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con un modelo bifactorial de 6 tratamientos por 3 repeticiones dando un total de 18 objetos de estudio, el primer factor corresponde las variedades de cacao (*Theobroma cacao* L.) (Nacional y CCN-51), como segundo factor se utilizó el extracto del Jackfruit (0, 2.0 y 4.0%); para comparar la diferencia estadística se aplicó la prueba de rangos múltiples de Tukey ($p \leq 0.05$) para determinar si existió igualdad o diferencia en los objetos de estudio.

Tabla 1: Factores y niveles de estudio

	Factor A Variedad de Cacao		Factor B Extracto de Jackfruit
a0	Cacao Nacional	b0	0.00%
		b1	2.0%
a1	Cacao CCN-51	b2	4.0%

Arreglo de tratamientos

UTILIZACIÓN DE EXTRACTO DE JACKFRUIT (ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS) COMO ESTRATEGIA PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL GRANO DE CACAO

Tabla 2: Arreglo de los tratamientos

NUMERO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
1	T1 a ₀ b ₀	Cacao Nacional adicionando el extracto de Jackfruit al 0%
2	T2 a ₁ b ₀	Cacao Nacional adicionando el extracto de Jackfruit al 2.0%
3	T3 a ₂ b ₀	Cacao Nacional adicionando el extracto de Jackfruit al 4.0%
4	T4 a ₀ b ₁	Cacao CCN-51 adicionando el extracto de Jackfruit al 0%
5	T5 a ₁ b ₁	Cacao CCN-51 adicionando el extracto de Jackfruit al 2.0%
6	T6 a ₂ b ₁	Cacao CCN-51 adicionando el extracto de Jackfruit al 4.0%

Tablas de ANDEVA: Para el análisis de ANDEVA, para comparar las medidas obtenidas se aplicó una prueba de rangos múltiples de Tukey a la probabilidad ($p \leq 0.05$), se empleó el uso del software libre de InfoStat.

La interpretación de los datos experimentales y estadísticos se llevó a cabo a través de la aplicación del Esquema de ANDEVA de la siguiente forma como se visualiza en la Tabla 3.

Tabla 3: Análisis de varianza de la Investigación

F. V		G. I	
Tratamiento	axb-1	5	
Factor A	(a-1)		1
Factor B	(b-1)		2
Int. AxB	(a-1)(b-1)		2
E. Experimental	axb(r-1)	12	
Total	axb(r-1)	17	

Modelo Matemático

Ecuación 1. Modelo matemático.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + E_{ijk}$$

μ = Es el efecto de la media.

α_i = Es un efecto de nivel "i-ésimo" del factor A.

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

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

E_{ijk} = Es un efecto aleatorio (18).

Instrumentos de investigación

Análisis Físicoquímicos

Morfología de las mazorcas de cacao

Temperatura

pH

Grados Brix

Humedad

Análisis organoléptico

Sabor

Color

Olor

Aceptabilidad

Astringencia

Variables estudiadas

Ejecución de la Postcosecha

Obtención de la materia prima de las mazorcas de cacao

Al momento de realizar la cosecha o la recepción de la materia prima de las mazorcas de cacao se tomó en cuenta que los frutos estén libres de Monilla (*Moniliophthora roreri*) lo cual puede perjudicar al proceso de fermentación y producto final de la elaboración de chocolate.

Para la presente investigación se cosecho las mazorcas de la variedad de cacao Nacional y CCN-51, sin confundir los granos de cacao.

Determinación morfológica de las mazorcas de cacao

Peso de la mazorca

Se realizó la toma del peso del fruto del cacao cosechados por lo que se lo dividió el peso para el número de mazorcas sanas.

Número de almendras por mazorcas

Se procedió a contar de manera directa el número de los granos de cacao por cada fruto y se realizó el promedio respectivo para la obtención de esta variable.

Largo de la mazorca de cacao

Para el tamaño del largo que corresponde en el intervalo desde la parte de la base en la unión del pedúnculo de la mazorca hasta llegar al ápice de la misma, se realizó la medición del con el instrumento escuadra métrica y hoja centimetrada para la medición del mismo.

Diámetro de la mazorca de cacao

Se procedió a realizar un corte en el centro “mitad” de la mazorca de cacao con la ayuda de una regla se realizó la toma de datos de esta variable.

UTILIZACIÓN DE EXTRACTO DE JACKFRUIT (ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS) COMO ESTRATEGIA PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL GRANO DE CACAO

Extracción de los granos de cacao

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

Proceso Fermentativo

Posteriormente los granos de cacao, se procedió a colocar en cajas micro fermentadoras fabricadas con guayacán blanco, que posee una capacidad de 30 espacios con dimensiones de 125*75*10 centímetros, mismos que se ocuparon solo 18 celdas de la caja micro fermentadora lo cual se requirió 2 kilogramos de almendra de cacao, teniendo un total de 36 kg de masa almendras frescas de cacao, lo cual solo consto de 4 días de estudio para ambas variedades de cacao, se procedió a la toma de las variables: Temperatura, pH, °Brix.

Adición de Extracto de fruta Jackfruit

Preparación del extracto de Jackfruit

Se utilizó el extracto del Jackfruit como potencial para el mejoramiento postcosecha "Fermentación" se utilizó en dosis de 0, 2.0 y 4.0 % (0, 40, 80 mL), para determinar el efecto en la calidad de la almendra de cacao, para la elaboración se realizó un licuado de (pulpa de Jackfruit), se requirió de 2.700 g de Jackfruit de los que se aplicó 150 g adicionando 200 mL de agua destilada por cada tratamiento 200 mL a una temperatura inferior a 40°C.

Remociones

Se procedió a realizar remociones adecuadas con el objetivo que haya una fermentación óptima, estas remociones es de vital importancia para que exista fermentación homogénea, cuya temperatura no debe exceder mayor a 50°C ni menor a 40°C debe subir la temperatura de manera paulatina por motivo que puede existir una sobre fermentación, la primera remoción se lo realizó después de las primeras 24 horas después de la aplicación del extracto de Jackfruit, posterior a este día se realizó dos veces por día las remociones por los días restantes de estudio.

Determinación de pH

Para poder determinar el pH se utilizó 10 g de almendras de cacao, estas fueron trituradas y posterior diluidas en 10 mL de agua destilada a una temperatura de 40°C teniendo a estar tibia, en un vaso de vidrio, este proceso se repitió a los tratamientos de estudio y sus respectivas repeticiones, cada toma de esta variable fue por los 4 días de estudio, con ayuda de un pH-metro (19).

Determinación de °Brix

Para la medición de esta variable se necesitó un Brixometro, se procedió a tomar 10 g de almendras de cacao al azar posteriormente se maceró en 10 mL de agua destilada tibia, se debe colocar de 1 - 3 gotas de la solución obtenida, el equipo con marca OPTi+ antes de la aplicación de las gotas de la muestra se calibro dejándolo en 0.00, para asegurar la toma correcta de la muestra de los diferentes tratamientos y sus repeticiones (20).

Determinación de Temperatura

La toma de temperatura es vital para que exista una actividad fermentativa adecuada lo cual se controló que no sea superior a 50 °C ni estar por debajo del valor de 45 °C, para su medición se requirió de un termómetro para la toma de esta variable (21).

Secado de las almendras de cacao

Ya culminado el proceso de fermentación esta etapa importante para la calidad del grano donde existe el desarrollo de precursores de aroma y sabores y calidades sensoriales, se realizó el secado de las almendras de cacao directa del sol de tal modo de forma cuidadosa sin que exista una mezcla de los granos de cacao ya que están sometidos a varias adiciones y tipos de fincas (22).

El secado del cacao se efectuó en superficies de madera la cual fue adecuado para esta práctica; no debe colocarse sobre cualquier superficie debido a la contaminación de agentes externos, las almendras de cacao deben tener remociones adecuadas y constante para que exista un secado homogéneo que normalmente oscila en un periodo de días de 7-8 días al sol, con la finalidad que tengan un porcentaje adecuado de humedad siendo estos de 6 a 8% (23).

Almacenamiento de las almendras de cacao

Para el secado se procedió a guardar las almendras de cacao en bolsas de papel con una humedad de 7 % (24)(25).

Índice de mazorca

Esta variable indica el número de frutos de cacao requeridos (20 mazorcas) que se necesita para obtener 1 Kg de cacao seco según la ecuación: (26) (27).

Ecuación 1. Ecuación. Índice de semilla

$$IM = \frac{\text{Numero de mazorcas}}{\text{peso en gramos de las almendras secas}} * 1000$$

Índice de semilla

Se realizó la toma de la variable de índice de semilla, para lo cual se tomó 100 almendras de cacao estas deben estar fermentadas y secas (28).

Ecuación 2. Ecuación. Índice de semilla.

$$IS = \frac{\text{Peso en gramos de 100 almendras de cacao fermentadas y secas}}{100}$$

Prueba de testa y cotiledón

Se obtuvo por medio del peso de las almendras de cacao las cuales se pesaron en una balanza analítica de precisión con una cantidad de cacao que es considerable de 30 g de cacao (29) (30). Ecuación 3. Prueba de testa y cotiledón.

$$\% \text{ de testa} = \frac{(\text{Peso de la testa})}{\text{Peso de 30 gramos de cacao}} * 100$$

Prueba de corte

Este valor se obtuvo al seleccionar al azar 100 almendras de cacao, se pesaron en una balanza analítica de precisión, con ayuda de un estilete se realizó un corte transversal en las habas secas la evaluación se realizó por medio de un test observatorio, se utilizó la normativa y lineamientos de clasificación de la normativa INEN 176/2018 (29) (31).

Peso de habas de cacao en 100 gramos.

En este apartado se realizó aleatoriamente tomadas al azar 100 g que posteriormente se tomó el número de almendras para completar los 100 g (23).

Humedad

Al momento de tener las almendras secas y fermentadas se procedió a medir esta variable de humedad que es de punto clave para el almacenamiento debe ser un máximo de 7% de humedad y un mínimo de 6% por motivo comercial no rentable para la industria cacaotera al ser inferior a estos porcentajes mencionados afectando su precio y sus características para procesar y tener un chocolate de baja calidad, el instrumento que se utilizó para medir la humedad interna del grano fue el AQUA BOY III, por ser adecuado específicamente para granos y de prioridad de cacao, se coloca la muestra de las habas de cacao en el sensor y se procede a dar lectura según el manual del equipo y su modelo (32).

Muestreo método cuartil

Dicho método se realizó para clasificar al azar almendras de cacao dividiéndolas en 4 cuadrantes homogéneos ejemplo (1,2,3,4), se procedió a descartar extremos aleatorio al azar hasta alcanzar una muestra pequeña reducida repitiendo al menos dos veces el mismo proceso hasta tener aproximadamente 100 g de almendras secas fermentadas de cacao, este método fue utilizado de la normativa INEN 175 previo a la prueba de corte (32), de igual manera se utilizó para el análisis de cadmio ver la imagen en Anexos (33).

Pasos para la elaboración de pasta de cacao con una pureza del 100%.

Primero: se llevó a cabo la clasificación de la materia prima del cacao, eliminando cualquier cuerpo extraño ajeno de los granos de cacao.

Segundo: posterior se procedió a tostar los granos de cacao en una vasija de barro a una temperatura media de 120°C para evitar que se quemen, por un tiempo aproximado de 18 a 25 minutos ayudando a desprender cualquier agente, y disminución de la humedad.

Tercero: luego se procedió a realizar el descarrillado de manera manual separando la testa del cotiledón, se almaceno en fundas de papel.

UTILIZACIÓN DE EXTRACTO DE JACKFRUIT (ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS) COMO ESTRATEGIA PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL GRANO DE CACAO

Cuarto: en esta fase se realizó una molienda con la utilización de un molino manual tradicional, lo cual se debe buscar una reducción del grosor del cotiledón a un tamaño que facilite el refinado. Quinto: el refinado ayuda a que se disminuya la cantidad de gránulos y este no tenga inconvenientes a la hora de consumir o no sea de gusto para las papilas gustativas, es óptimo que estas sean menores de 40 micras los gránulos.

Sexto: en este sexto paso se utilizó la conchadora de capacidad de 8 kilogramos, se aplicó las muestras de cacao de manera paulatina, con la finalidad que este equipo pueda atrapar todo el material que queda en la pared, se mantuvo durante 48 horas cada tratamiento.

Séptimo: Se procedió a esperar hasta que la pasta de cacao se atempere, se reduzca la temperatura para pasar a los moldes donde reposó la muestra hasta tener consistencia.

Octavo: En este último punto se realizó la envoltura la pasta de cacao en papel de aluminio para su almacenamiento en refrigeración a una temperatura de 4°C, clasificadas según el croquis experimental.

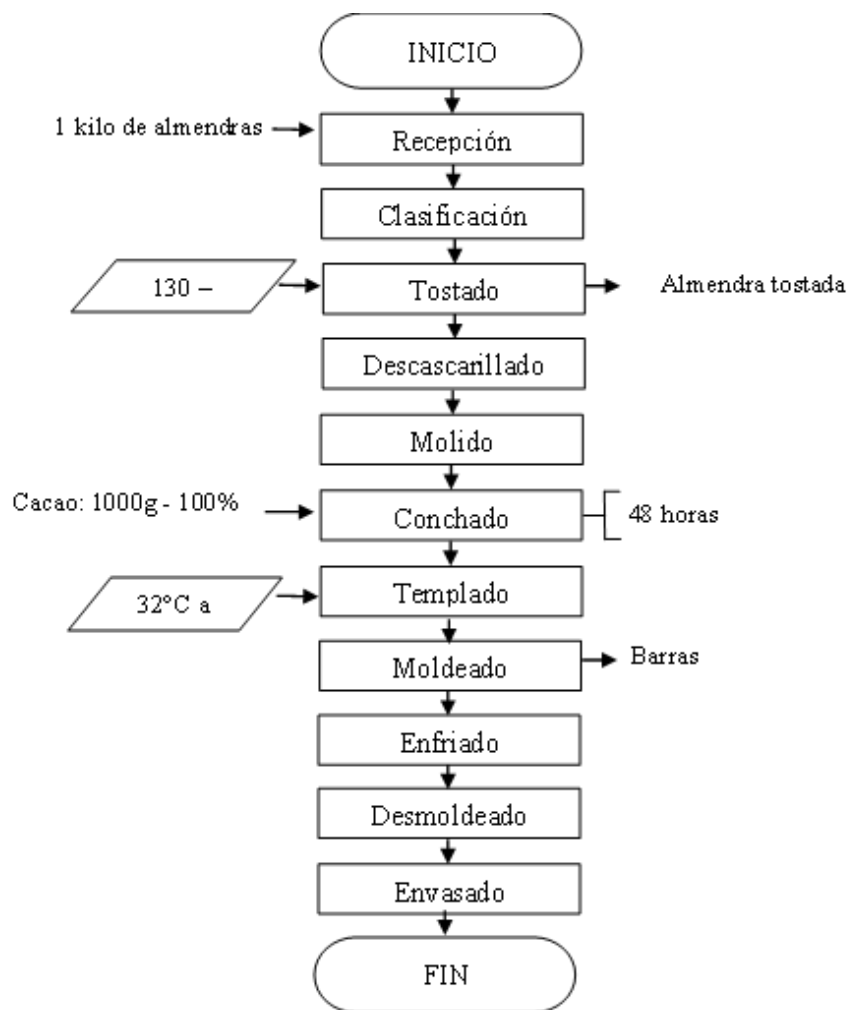


Figura 1: Diagrama del proceso de elaboración de pasta de cacao

Análisis Sensorial

Se realizó el análisis organoléptico de la pasta de cacao donde se tomó 20 g de cada muestra, lo cual se llevó a baño maría hasta tener una pasta líquida, con ayuda de un equipo constituido por 20 jueces semientrenados previamente, cada evaluador del panel de cata se encargó de verificar si existe un efecto concluyente en el mejoramiento de las propiedades sensoriales de los precursores de notas de sabor y aromas.

Pasos para la evaluación sensorial

Posterior de tener lista la pasta de cacao, se procedió a colocar en recipientes calentando las muestras en baño maría para derretir a una temperatura de aproximadamente a 45°C para la degustación a los panelistas.

Luego se colocó las pastas derretidas en vasos de muestra de material de plásticos de una forma uniforme para la respectiva catación, debe colocarse para la degustación lo que cabe en la paleta la muestra en las papilas gustativas alrededor de 15 a 20 segundos para la aparición de los sabores y aromas, se le debe indicar que se debe anotar lo percibido en la hoja de atributos.

Aquel proceso se debe continuar por cada muestra de manera individual, es recomendable repetir la gustación de 2 a 3 veces por muestra o dependiendo en este caso el panelista, es aconsejable para la siguiente enjuagarse la boca con agua.

Es aconsejable que el tiempo de descanso por panelista sea entre de 1 a 2 entre muestra. Estas muestras que haya sobrado deben ser desechadas lo cual no debe ser almacenada nuevamente.

Atributos: Principales sabores: acidez, amargor, astringencia, cacao

Generalidades: Aroma, sabor, intensidad

Defecto: quemado, mohosos, sustancias químicas

Específicos: floral, frutal, dulzor, nuez

UTILIZACIÓN DE EXTRACTO DE JACKFRUIT (ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS) COMO ESTRATEGIA PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL GRANO DE CACAO

RESULTADOS

VARIABLES INICIALES

En la tabla 4, se muestran los factores del extracto de Jackfruit con respecto a las variables de estudio presentaron diferencia estadística significativa según la prueba de rangos múltiples de Tukey ($P \leq 0.05$) lo cual tuvo mayor desempeño el cacao de la variedad CCN-51 a diferencia del cacao Nacional en (Peso de mazorca, largo lomo, cascara, Numero de almendras y Peso de almendras).

Tabla 4: Efecto de la interacción del extracto de Jacfruit en los aspectos físicos iniciales de la mazorca de cacao

Factor		Variable					
Variedad	Extracto de Jacfruit	Peso de Mazorca	Largo Lomo	Ancho	Cascara	Nº de almendras	Peso de almendras
Nacional	0	591,66	19,66	7,00	444,33	42,33	147,33
Nacional	2	591,33	20,66	7,00	448,33	41,66	143,00
Nacional	4	593,33	22,33	7,16	449,00	40,00	144,33
CCN51	0	677,33	23,00	7,33	513,66	48,00	163,66
CCN51	2	684,66	23,00	7,33	520,33	50,66	164,33
CCN51	4	692,00	23,66	7,43	520,66	50,33	171,33
EEM ±		2,57	0,25	0,10	3,87	4,06	2,60
Probabilidad	Variedad	<0,0001*	<0,0001*	0,0435	<0,0001*	0,0435*	0,0001*
	Extracto de Jackfruit	0,2240	0,0065	0,6691	0,6395	0,6691	0,6591
	Variedad*Extracto de Jackfruit	0,3702	0,1076	0,9744	0,9769	0,9744	0,5135
	CV	1,21	3,38	4,06	2,91	2,41	5,00

VARIABLE FÍSICA TEMPERATURA

Revista Científica Multidisciplinaria InvestiGo

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

UTILIZACIÓN DE EXTRACTO DE JACKFRUIT (ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS) COMO ESTRATEGIA PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL GRANO DE CACAO

En la (Tabla N°7) se muestra que existe un incremento de manera accedente lineal creciente, lo cual en la temperatura inicial (Temp0) presentó diferencia estadística significativa según la prueba de rangos múltiples de Tukey ($P \leq 0.05$) el cacao Nacional su temperatura fue mayor; en (Temp1) tuvo un comportamiento significativo en cuestión a mayor inducción de extracto de Jackfruit, de manera que en (Temp2) mantuvo la misma instancia por el uso del extracto en cacao Nacional una temperatura mayor; no obstante los dos últimos días de estudio (Temp4 y Temp5) hubo una diferencia estadística altamente significativa por el uso del extracto a mayor aplicación del 4.0% en cacao Nacional en la etapa postcosecha.

Tabla 5: Efecto de la interacción del extracto de Jacfruit en los aspectos sobre las variables temperatura en el periodo fermentativo

Factor		Variable					
Variedad	Extracto de Jackfruit	Temp0	Temp1	Temp2	Temp3	Temp4	Temp5
Nacional	0	31,40	33,66	35,66	37,33	39,00	42,33
Nacional	2	31,66	35,66	38,66	41,00	43,33	46,33
Nacional	4	31,20	36,33	39,00	42,66	45,00	48,66
CCN51	0	29,26	33,66	36,33	37,00	38,66	43,33
CCN51	2	29,40	35,33	38,33	40,66	43,66	47,33
CCN51	4	29,50	35,33	38,00	42,00	44,33	47,00
EEM ±		0,14	0,19	0,16	0,14	0,16	0,22
Probabilidad	Variedad	<0,0001 *	0,1284	0,3370	0,0395 *	0,3370	0,7298
	Extracto de Jackfruit	0,6590	0,0001 *	<0,0001 *	<0,0001 *	<0,0001 *	<0,0001 *
	Variedad*Extrcto de Jackfruit	0,4848	0,3444	0,0302 *	0,7230	0,2153	0,0062 *
	CV	1,36	1,65	1,25	1,02	1,11	1,45

Grados Brix

El evento que se observa en la (Tabla 6) con respecto a la variable de °Brix en el grado de fermentación de las almendras de cacao, en el (°Brix0) existió diferencia altamente significativa según la prueba de rangos múltiples de Tukey ($P \leq 0.05$) el cual más sólidos solubles presentó el cacao CCN-51 (37.33) a diferencia del nacional (31.83), en de manera que ha mayor aplicación de extracto de Jackfruit a 4.0% el sólido soluble son consumidos por la actividad microbiológica de actividad fermentativa lo cual disminuye los °Brix, de (36,33 a 7,66) en cacao CCN-51.

UTILIZACIÓN DE EXTRACTO DE JACKFRUIT (ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS) COMO ESTRATEGIA PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL GRANO DE CACAO

Tabla 6: Efecto de la interacción del extracto de Jackfruit en los aspectos sobre las variables sólidos solubles en el periodo fermentativo

Variedad	Extracto de Jackfruit	Variable					
		Brix0	Brix1	Brix2	Brix3	Brix4	Brix5
Nacional	0	31,50	24,66	20,33	17,33	16,00	13,66
Nacional	2	31,83	20,33	18,33	14,00	13,00	11,00
Nacional	4	31,66	19,33	16,66	13,33	11,00	6,00
CCN51	0	37,00	24,33	21,00	16,33	14,00	12,33
CCN51	2	37,33	21,66	19,00	14,66	12,66	9,66
CCN51	4	36,33	18,66	17,66	11,66	10,00	7,66
EEM ±		0,21	0,19	0,21	0,18	0,16	0,28
Probabilidad							
	Variedad	<0,0001 *	0,6903	0,0213 *	0,0199 *	0,0003 *	0,4216
	Extracto de Jackfruit	0,3029	<0,0001 *	<0,0001 *	<0,0001 *	<0,0001 *	<0,0001 *
	Variedad*Extracto de Jackfruit	0,4350	0,0241 *	0,8683	0,0068 *	0,0302 *	0,0139 *
CV		1,82	2,69	3,31	3,62	3,69	8,45

pH

En la variable de pH (Tabla 5) en efecto de la fermentación en el (pH0) presentó diferencia estadística a ($P \leq 0.05$) de Tukey en la variedad de cacao con mayor pH inicial fue Nacional, con respecto a los demás días de estudio (pH1, pH2, Ph3, pH4 y pH5) presentaron una diferencia altamente significativa en cuestión de la prueba de rangos múltiples de Tukey siendo el cacao CCN-51 con mayor pH a diferencia del cacao Nacional.

UTILIZACIÓN DE EXTRACTO DE JACKFRUIT (ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS) COMO ESTRATEGIA PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL GRANO DE CACAO

Tabla 7. Efecto de la interacción del extracto de Jackfruit en los aspectos sobre las variables de pH en el periodo fermentativo

Variedad	Extracto de Jackfruit	Variable					
		pH0	pH1	pH2	pH3	pH4	pH5
Nacional	0	3,83	4,08	4,21	4,33	4,46	4,61
Nacional	2	3,89	4,23	4,52	4,64	4,73	5,14
Nacional	4	3,88	4,33	4,68	4,79	4,94	5,51
CCN51	0	3,82	4,01	4,15	4,29	4,44	4,91
CCN51	2	3,64	4,23	4,52	4,63	4,85	5,29
CCN51	4	3,55	4,31	4,67	4,83	4,95	5,64
EEM ±		0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02
Probabilidad							
Variedad		0,0001 *	0,2044	0,1995	0,8928	0,2249	<0,0001 *
Extracto de Jackfruit		0,0561	<0,0001 *	<0,0001 *	<0,0001 *	<0,0001 *	<0,0001 *
Variedad*Extracto de Jackfruit		0,0068 *	0,4836	0,3527	0,1946	0,1551	0,0550
CV		1,89	1,04	0,78	0,75	1,32	1,22

Variabes físicas (prueba de corte).

En la (Tabla N°8) correspondiente a todos los factores y variables estudiadas de la prueba de corte, podemos observar que en Índice mazorca existió diferencia estadística significativa en la prueba de rangos múltiples de Tukey ($P \leq 0.05$) cual valor mayor fue de la variedad Nacional; el mismo comportamiento presentó la misma variedad en la variable Peso Seco, Índice de semilla hubo diferencia estadística, el valor mas alto corresponde a cacao CCN-51; tanto las variables de (%Testa, %Cotiledón, Fermentados y violetas) hubo una actividad estadística a mayor concentración del extracto de Jackfruit 4.0%, mejorando la calidad fermentativa de los granos de cacao aumentando mayor granos fermentados y menor cantidad o presencia de granos violetas, es de resaltar que no hubo presencia de granos pizarrosos o mohos en este estudio de investigación.

UTILIZACIÓN DE EXTRACTO DE JACKFRUIT (ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS) COMO ESTRATEGIA PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL GRANO DE CACAO

Tabla 8. Efecto de la interacción del extracto de Jacfruit en los aspectos sobre las variables de sobre las variables físicas (prueba de corte).

Factor		Variable							
Variedad	Extracto de Justicia	IM	Peso Seco	IS	%Testa	%Cotiledón	Fermentados	Violetas	Humedad
Nacional	0	21,00	988,66	1,62	12,69	87,30	66,00	34,00	7,33
Nacional	2	21,00	979,66	1,48	12,69	86,40	84,66	16,66	7,03
Nacional	4	21,66	981,33	1,85	10,00	90,00	88,33	11,66	7,00
CCN51	0	19,33	966,00	1,55	13,37	86,62	65,00	35,00	7,33
CCN51	2	20,33	953,33	1,51	15,03	84,97	86,66	13,33	7,13
CCN51	4	20,33	948,33	1,64	10,66	89,33	89,66	10,33	7,00
EEM ±		0,18	8,09	0,03	0,30	0,30	0,76	0,71	0,09
Probabilidad									
Variedad		0,002 *	0,0354 *	0,0509	0,0492 *	0,0492 *	0,4841	0,2478	0,7992
Extracto de Jackfruit		0,1328	0,6519	0,0005 *	<0,0001 *	<0,0001 *	<0,0001 *	<0,0001 *	0,1287
Variedad*Extracto de Jackfruit		0,1328	0,9252	0,0611	0,7304	0,7034	0,5099	0,2521	0,9349
CV		2,55	2,50	4,86	7,16	1,03	2,85	10,58	3,81

Análisis Sensorial

En efecto de la elaboración del producto final según la prueba de cata, se puede observar la (Tabla 9) de las variables sensoriales, presentó diferencia estadística significativa en la nota aroma con mayor inducción del extracto de Jackfruit en el proceso fermentativo, la nota Acidez y Amargor tuvo un comportamiento altamente significativo en las variables estudiadas en cacao CCN-51, la nota sensoriales como (Nuez, Fruto seco, Floral, Intensidad y color) se observó una interacción significativa en cuestión de los factores de estudio de cacao CCN-51.

UTILIZACIÓN DE EXTRACTO DE JACKFRUIT (ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS) COMO ESTRATEGIA PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL GRANO DE CACAO

Tabla 9. Efecto de la interacción del extracto de Jackfruit en los aspectos sobre las variables sensoriales

Factor		Variable								
Variedad	Extracto de Jackfruit	Aroma	Acidez	Amargor	Cacao	Nuez	Fruto Seco	Floral	Intensidad	Color
Nacional	0	2,96	2,00	4,56	2,88	2,00	1,00	3,00	3,00	3,64
Nacional	2	4,28	1,00	5,00	2,96	3,08	4,00	4,56	5,00	4,28
Nacional	4	4,92	1,00	5,00	5,00	4,48	4,40	5,00	5,00	4,80
CCN51	0	3,00	2,48	3,00	2,36	2,00	2,00	2,88	2,72	3,44
CCN51	2	4,20	1,00	5,00	3,44	3,28	3,40	4,16	4,12	4,48
CCN51	4	5,00	1,00	5,00	4,92	5,00	4,00	4,88	4,52	4,76
EEM ±		0,04	0,02	0,02	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,05
Probabilidad	Variedad	0,8169	<0,0001 *	<0,0001 *	0,5258	<0,0001 *	>0,9999	0,0002 *	<0,0001 *	0,8622
	Extracto de Jackfruit	<0,0001 *	<0,0001 *	<0,0001 *	<0,0001 *	<0,0001 *	<0,0001 *	<0,0001 *	<0,0001 *	<0,0001 *
	Variedad*Extracto de Jackfruit	0,4985	<0,0001 *	<0,0001 *	<0,0001 *	0,0008 *	<0,0001 *	0,0641	<0,0001 *	0,1042
CV		8,67	14,73	4,50	10,72	9,77	14,57	8,37	7,66	11,09

Discusión: Granda et al (34), estos investigadores mencionan que las variables iniciales como son (Peso de Mazorca, Largo Lomo, Ancho, Cascara, Numero de almendras y Peso de almendras) está regido en base a la variedad del cacao, condiciones climáticas, como la estación del año y nutrientes del árbol (35). Menciona Marca (36) que los parámetros morfológicos dependen de factores tales como: la parte geográfica, la variedad y el estado de la mazorca de cacao; Amador et al (37) menciona que el peso del fruto de la mazorca de cacao Nacional es de 588.06 gramos, el largo del fruto 17.04 y además el número de semillas de 30.86, lo cual en la presente investigación tiene un valor mayor en el sentido que puede variar por factores ambientales y de región. Montaleza et al (38) en su investigación tuvo resultados que sea asemejan a los encontrados en cacao CCN-51, de la misma manera reafirma que estos valores puedes variar por la localidad o país.

Según Vera et al (15), sugiere que el aumento de la temperatura debe ser gradual para garantizar la realización de los procesos químicos y la inactivación del embrión de cacao. Es crucial mantener una temperatura adecuada que no exceda los 50°C, ya que temperaturas más elevadas podrían afectar la calidad del grano de cacao y dar lugar a una "sobre fermentación" en el licor. Por otro lado, temperaturas por debajo de 40°C no cumplirían con los requisitos necesarios para lograr una fermentación apropiada, lo que podría afectar negativamente los parámetros de calidad. En relevancia según Vásquez et al (39) en su investigación en cacao Nacional en cajas microfermentadoras Rohan que una temperatura inicial adecuada es 28°C por lo tanto no debe ser superior a 50°C, guardando relación con la presente investigación.

Menciona Intriago et al (40), que en la fase de postcosecha, se observa una disminución progresiva de los sólidos solubles (°Brix) con el tiempo. Esto se atribuye a la actividad de los microorganismos durante la fermentación, ya que consumen los azúcares, contribuyendo así a mantener un proceso de fermentación apropiado y preservar la calidad de la almendra de cacao. Los autores Alvarado et al (41) en su estudio indican que un pH adecuado debe estar en un rango inicia de 3.0 y llegar a 5,5 para que se desarrolle los precursores de sabores.

Referente Álvarez et al (42), se destaca que la evaluación de la calidad del grano y la adecuación de la fermentación se logran mediante la ejecución de la prueba de corte, que permite determinar la calidad de las almendras de cacao, la Norma 176-5 (14) menciona que es apropiado realizar esta prueba antes de realizar un licor de cacao, por lo cual si existen almendras violetas pueden afectar la calidad y sabores no deseados, una humedad adecuada debe estar en un rango entre 6 a 8% para que no exista presencia de mohos.

Según Alvarado et al (41), indica que las cajas micro fermentadores en cajas de maderas blancas tipo Rohan permite al desarrollo de precursores de aroma, lo que evita que se contamine los granos de cacao, Erazo et al (19) al realizar su investigación en la fermentación de cacao en cajas de madera blancas encontró que en la evaluación de las propiedades sensoriales del licor de cacao elaborado artesanalmente los cuales encontraron los valores a cacao los cuales son similares al presente estudio y a su vez a desarrollar notas sensoriales adecuadas, además el color marrón se debe al proceso oxidativo.

Según Vásquez et al (43) el tipo de fermentación aplicado en la postcosecha de las almendras de cacao determinará la calidad sensorial desarrollando aroma, sabor, color resultante del licor de cacao, empezando por una fermentación microbiológica donde tiene una actividad de transformación de procesos químicos para obtener un licor de cacao.

Con respecto a lo encontrado por Bravo et al (44), en los estudios elaborados asegura que los valores tienden a variar por las condiciones ambientales o la influencia del secado lo cual puede quedar atrapados una mayor cantidad de ácidos volátiles.

Con respecto en el estudio realizado por Vásquez (39) en la utilización de polifenol oxidasa de frutas (banano) ayudó a que exista un mejoramiento adecuado en la etapa fermentativa de las almendras de cacao, donde se evidencio la calidad en la prueba de corte a mayor aplicación mejor grado fermentativo, según de cata mencionaron que presentó un sabor característico a canela mejorando sus notas sensoriales “organolépticas”.

En el mismo contexto Vásquez et al (43) efectuaron un estudio utilizando extractos de banano y manzana para mejorar la calidad fermentativa de las almendras de cacao, dando resultados muy significativos tanto en los parámetros de las variables en el estadio fermentativo como a su vez en la prueba, teniendo mayor cantidad de almendras bien fermentadas de tal modo disminuyendo almendras violetas, lo cual tiene concordancia con los resultados de la presente investigación, el autor sugiere que la utilización de extractos de frutas es adecuado utilizar en la etapa fermentativa de los granos de cacao.

CONCLUSIONES

Al analizar la calidad fermentativa de las almendras de cacao según la Normativa INEN 176:2018, indica que la calidad de granos de cacao aplicados el extracto de Jackfruit se alcanzó una mejoría en la etapa de fermentación, lo cual se evidencia en la prueba de corte, la aplicación de mayor concentración del extracto mejora las propiedades fisicoquímicas (pH, temperatura, °Brix) además proporcionando notas sensoriales adecuadas según los panelista tuvieron preferencia a la barra de chocolate de mayor concentración de extracto Jackfruit, lo cual da oportunidad en el campo de investigación en la industria agroalimentaria, evitando perdidas por una fermentación no adecuada de las almendras de cacao.

CONTRIBUCIONES DE AUTOR

Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, supervisión, validación, redacción -borrador original, redacción -revisión y edición: Vásquez-Cortez, L. H*., Rivadeneira-Barcia, Intriago-Flor, F. G., C. S., Durazno Delgado, L. A., Vera-Chang, J. F., Arboleda-Álvarez Vaca-Orbea, L. F.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios Padre y al bello grupo de investigación, a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí y la Universidad Técnica de Manabí, un agradecimiento especial a Mariana de Jesús Cortez Freire, Marco Antonio Vásquez Orquera, Mathias Damián Alvarado Vásquez y Mateo Israel Alvarado Vásquez.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Souza P, Moreira L, Sarmiento D, Costa F. Cacao—Theobroma cacao. Exot Fruits [Internet]. 2018;9(2):69–76. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128031384000101>
2. Llerena W, Samaniego I, Vallejo C, Arreaga A, Zhunio B, Coronel Z, et al. Profile of Bioactive Components of Cocoa (Theobroma cacao L.) By-Products from Ecuador and Evaluation of Their Antioxidant Activity. Foods [Internet]. 2023;12(13):1–18. Available from: <https://www.mdpi.com/2304-8158/12/13/2583>
3. Abad A, Acuña C, Naranjo E. El cacao en la costa ecuatoriana: estudio de su dimensión cultural y económica. Estud la gestión Rev Int Adm [Internet]. 2020;7:59–83. Available from: <https://revistas.uasb.edu.ec/index.php/eg/article/view/1442>
4. Kuhn M, Tennhardt L, Lazzarini G. Gender inequality in the cocoa supply chain: Evidence from smallholder production in Ecuador and Uganda. World Dev Sustain [Internet]. 2023;2(10034):1–29. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772655X22000337?via%3Dihub>
5. Saravia S, Rodríguez A, Saravia J. Determinants of certified organic cocoa production: evidence from the province of Guayas, Ecuador. Org Agric [Internet]. 2019;10:23–34. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13165-019-00248-4>
6. Tennhardt L, Lazzarini G, Weissshaidinger R, Schader C. Do environmentally-friendly cocoa farms yield social and economic co-benefits? Ecol Econ [Internet]. 2022;197(107428):1–38. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800922000908>
7. Chávez Á, Cueva A, Muñoz V, Document K, Rojas V. Beneficio del cacao clones CCN-51, ICS-39 and Native cacao (Theobroma cacao L.). Rev Agrotecnología Amaz [Internet]. 2022;2(1):1–11. Available from: <https://revistas.unsm.edu.pe/index.php/raa/article/view/255>
8. Perea JA, Cadena-Cala T, Herrera-Ardila J. Artículos Originales El cacao y sus productos como fuente de antioxidantes: Efecto del procesamiento The cocoa and its products as antioxidant source: Processing effect. 2019;
9. Teneda W. Mejoramiento del Proceso de Fermentación del Cacao (Theobroma cacao L.) variedad Nacional y Variedad CCN51 [Internet]. 1st ed. Universidad Internacional de Andalucía. España; 2016. 1–140 p. Available from: <https://core.ac.uk/download/pdf/223061502.pdf>
10. Heredia J, Rueda J, Talero L, Ramírez J, Coronado R. Determinación de la madurez de mazorcas de Cacao, haciendo uso de redes neuronales convolucionales en un sistema embebido. Rev Colomb Comput [Internet]. 2020;21(2):42–55. Available from: <https://revistas.unab.edu.co/index.php/rcc/article/view/4030>

11. Zambrano A, Gómez Á, Ramos G, Romero C, Lacruz C, Rivas E. Caracterización de parámetros físicos de calidad en almendras de cacao criollo, trinitario y forastero durante el proceso de secado. *Agron Trop* [Internet]. 2010;60(4):389–96. Available from: <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v10n4/a08v10n4.pdf>
12. León F, Calderón J, Mayorga E. Estrategias para el cultivo, comercialización y exportación del cacao fino de aroma en Ecuador. *Rev Cienc Unemi* [Internet]. 2016;9(18):45–55. Available from: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=582663825007>
13. Vásquez L, Vera J, Erazo C, Intriago F. Induction of rhizobium japonicum in the fermentative mass of two varieties of cacao (*Theobroma Cacao* L .) as a strategy for the decrease of cadmium. *Int J od Heal Sci* [Internet]. 2022;6(3):11354–71. Available from: <https://sciencescholar.us/journal/index.php/ijhs/article/view/8672/5762>
14. INEN. Granos de cacao. Requisitos NTE INEN 176-5. Norma Técnica Ecuatoriana. 2018;5:8.
15. Vera J, Benavides J, Vásquez L, Alvarado K, Reyes J, Intriago F, et al. Effects of two fermentative methods on cacao (*Theobroma cacao* L.) Trinitario, induced with *Rhizobium japonicum* to reduce cadmium. *Rev Colomb Investig Agroindustriales* [Internet]. 2023;10(1):95–106. Available from: <https://revistas.sena.edu.co/index.php/recia/article/view/efectos-de-dos-metodos-fermentativos-en-cacao-theobroma-cacao-l>
16. Carrión A, Lazo M. Efecto de la adición de pulpa de maracuyá y banano como coadyuvantes en la fermentación de granos de cacao de la variedad CNN-51 [Internet]. Universidad del Azuay; 2019. Available from: <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/8684>
17. Intriago F, Macías M, Napa B, Vásquez L, Alvarado K, Revilla K, et al. Inclusion of cocoa (*Theobroma cacao*) mucilage as a stabilizer in jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) nectar. *Agroindustrial Sci* [Internet]. 2023;13(2):75–81. Available from: <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/view/5444>
18. Vera F, Vera J. Resumen de principios de diseños experimentales [Internet]. 1st ed. Compás G, editor. Guayaquil Ecuador; 2018. 102 p. Available from: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3764>
19. Erazo C, Bravo K, Tuárez D, Fernández Á, Torres Y, Vera J. Efecto de la fermentación de cacao (*theobroma cacao* L.), variedad nacional y trinitario, en cajas de maderas no convencionales sobre la calidad física y sensorial del licor de cacao. *Rev Investig Talent* [Internet]. 2021;8(2):42–55. Available from: <https://talentos.ueb.edu.ec/index.php/talentos/article/view/280/372>
20. Abreu G, Araujo Q, Valle R. Influencia de factores agroambientales sobre la calidad del clon de cacao (*Theobroma cacao* L.) PH-16 en la región cacaotera de Bahia, Brasil. *Ecosistemas y Recur Agropecu* [Internet]. 2017;4(12):1–18. Available from: <https://www.redalyc.org/journal/3586/358652577018/html/>
21. Morales W, Vallejo C, Sinche P, Torres Y, Vera J, Anzules E. Mejoramiento de las características físico-químicas y sensoriales del cacao CCN51 a través de la adición de una enzima y levadura durante el proceso de fermentación. *Rev Amaz Cienc y Tecnol* [Internet]. 2012;5(2):169–81. Available from: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/31173>
22. Bertorelli L, Camacho G, Fariñas L. Efecto del secado al sol sobre la calidad del grano fermentado de cacao. *Agron Trop* [Internet]. 2004;54(1):31–43. Available from:

- [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2004000100003#:~:text=Al finalizar la fermentación del,et al.%2C 1994\)%2C](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2004000100003#:~:text=Al+finalizar+la+fermentaci3n+del,+et+al.%2C+1994)%2C)
23. Vallejo C, Loayza G, Morales W, Vera J. Perfil sensorial de genotipos de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la parroquia Valle Hermoso- Ecuador. *Rev ESPAMCIENCIA* [Internet]. 2018;9(2):103–13. Available from: http://revistasespam.espam.edu.ec/index.php/Revista_ESPAMCIENCIA/article/view/160/168
 24. Ortíz K, Guilcapi M. Manual de procesos de centro de acopio de cacao. *Pro Amaz*. 2020;1(1):52.
 25. Saza J, Jiménez F. Determinación de condiciones ambientales para la conservación de granos de cacao (*Theobroma cacao* L) deshidratado durante el almacenamiento. *Sist Prod Agroecol* [Internet]. 2020;11(1):97–125. Available from: <https://revistas.unillanos.edu.co/index.php/sistemasagroecologicos/article/view/461/821>
 26. Vera J, Vallejo C, Párraga DE, Macías J, Ramos R, Morales W. ATRIBUTOS FÍSICOS-QUÍMICOS Y SENSORIALES DE LAS ALMENDRAS DE QUINCE CLONES DE CACAO NACIONAL (*Theobroma cacao* L.) EN EL ECUADOR. *Cienc y Tecnol* [Internet]. 2015;7(2):21–34. Available from: <https://revistas.uteq.edu.ec/index.php/cyt/article/view/139/153>
 27. Sánchez Mora F, Zambrano Montufar J, Vera Chang JF, Ramos Ramache R, Gárces Fiallos F, Vásconez Montúfar G. Productividad de clones de cacao tipo Nacional en una zona del bosque húmedo tropical de la Provincia de Los Ríos, Ecuador. *Rev Fitotec Mex*. 2014;38(3):265–74.
 28. Quintana L, Gómez S, García A, Martínez N. Caracterización de tres índices de cosecha de cacao de los clones CCN51, ICS60 e ICS 95, en la montaña de satandereana, Colombia. *Rev Investig Agrar y Ambient*. 2015;6(1):253–66.
 29. Vallejo C, Vera J, Párraga M, Morales W, Macias J, Ramos R. Atributos físicos-químicos y sensoriales de las almendras de quince clones de Cacao Nacional (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador. *Cienc y Tecnol* [Internet]. 2013;7(2):21–34. Available from: https://www.uteq.edu.ec/revistacyt/publico/archivos/C2_en+construccion.pdf
 30. Batallas M, Preciado M, Pesantez F. Evaluación de cadmio y plomo en almendras de cacao por espectroscopia de absorción atómica. *Cienc Unemi*. 2021;14(37):49–59.
 31. Batista L. Guía técnica el cultivo de cacao. St Domingo, Repub Dominic para el Desarro Agropecu y For CEDAF. 2018;2(1):1–232.
 32. INEN. Cacao en gramo, ensayos de corte NTE INEN 175. *Inst Ecuatoriano Norm* [Internet]. 1986;1–3. Available from: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/175.pdf>
 33. Contreras J, Pérez M. Instructivo para el control de calidad de granos de cacao. *Swisscontact Colomb* [Internet]. 2017;1–17. Available from: https://www.swisscontact.org/_Resources/Persistent/5/6/1/6/5616ce94e66df97f365ec26cdf9ad999fef0bc18/InstructivoControlCalidad.pdf
 34. Granda M, Leiva S, Olivia M, Milla M. Caracterización físico química y sensorial de chocolate para taza, elaborado con harinas de quinua, maca y plátano. *Rev Investig Agroproducción Sustentable* [Internet]. 2020;4(2):69–77. Available from: <https://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDESDOS/article/view/562>
 35. Sandoval A, López M, García J, Criollo J. Estudio morfoagronómico de materiales de cacao

- (Theobroma cacao L.) de diferentes zonas productoras en Colombia. Rev Cienc y Agric [Internet]. 2021;18(3):98–109. Available from: https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia_agricultura/article/view/12570/
36. Marca J, Maldonado C. Caracterización morfológica de cacao Nacional boliviano (Theobroma Cacao L.) en Sapecho, Alto Beni-Bolivia. Rev la Carrera Ing Agronomía [Internet]. 2018;4(2):1082–8. Available from: <https://apthapi.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/217/207>
37. Amador C, Alvarado A, Farah S, Martillo J. Caracterización morfológica del cacao nacional “Theobroma cacao L.” del cantón Naranjal, Ecuador. Rev Tecnológica - ESPOL [Internet]. 2022;34(4):80–97. Available from: <http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/978>
38. Montaleza J, Quevedo J, García R. Análisis de la diversidad morfológica de cacao (Theobroma cacao.L) del jardín clonal de la universidad técnica de Machala. Agroecosistemas [Internet]. 2020;8(2):49–57. Available from: <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/400>
39. Vásquez L, Vera J, Erazo C, Intriago F. Induction of rhizobium japonicum in the fermentative mass of two varieties of cacao (Theobroma Cacao L.) as a strategy for the decrease of cadmium. Int J Health Sci (Qassim) [Internet]. 2022;3(April):11354–71. Available from: <https://sciencescholar.us/journal/index.php/ijhs/article/view/8672/5762>
40. Intriago F, Vera J, Vásquez L, Alvarado K. Inducción anaérobica de Bradyrhizobium japonicum en la postcosecha de híbridos experimentales de cacao y su mejoramiento en la calidad fermentativa. J Sci Res UTB. 2022;7(2):19–23.
41. Alvarado K, Vera J, Tuárez D, Intriago F. Fermentación de cacao (Theobroma cacao L.) con adición de levadura (Saccharomyces cerevisiae) y enzima (PPO’s) en la disminución de metales pesados. Centrosur [Internet]. 2022;2014:1–24. Available from: <https://centrosuragraria.com/index.php/revista/article/view/191>
42. Álvarez C, Liconte N, Pérez E, Lares M, Perozo J. Revisión sobre los atributos físicos, químicos y sensoriales como indicadores de la calidad comercial del cacao. Petroglifos [Internet]. 2022;5(1):1–19. Available from: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/650/6503302002/html/>
43. Vásquez L, Intriago F, Alvarado K. Extracto de (banano y manzana) con microorganismos eficientes y su efecto en la disminución de cadmio en almendras de cacao (Theobroma cacao L.). CCIUTM [Internet]. 2023;6:1–941. Available from: https://www.utm.edu.ec/ediciones_utm/component/content/article/30-memorias-de-eventos-academicos/759-memorias-de-la-vi-convencion-cientifica-internacional-de-la-universidad-tecnica-de-manabi-2022?Itemid=101
44. Bravo K, Tuárez D. Micro fermentación de cacao (Theobroma cacao L.) en cajas de madera no convencionales: impacto en la calidad del licor [Internet]. 1st ed. Zambrano C, editor. Vol. 1. Quevedo-Ecuador: Universidad Técnica de Manabí; 2023. 95- p. Available from: <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/9cf94fe1-8159-49de-9ac3-3e98380c9d24/content>



 **Revista Científica Multidisciplinaria InvestiGo**

ISSN: 2953-6367

Enero- Junio | Julio - Diciembre 2023

© Riobamba-Ecuador

Código Postal 060102

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