

InvestiGO

Revista Científica Multidisciplinaria

ISSN: 2953-6367



InvestiGO
Revista Científica
Multidisciplinaria

Volumen 6

17

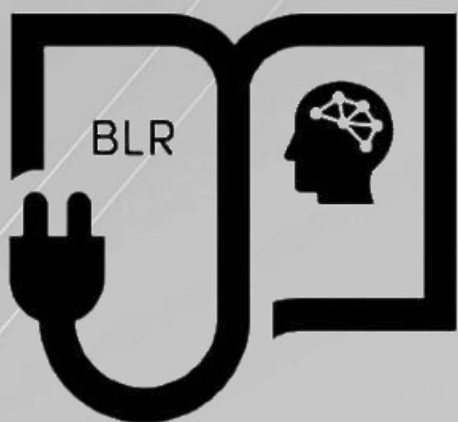
Edición especial

Octubre 2025

DOI:

<https://doi.org/10.56519/p0wch203>





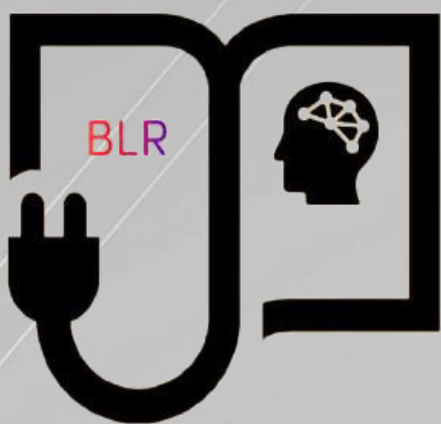
InvestiGO

Revista Científica
Multidisciplinaria

InvestiGO

Revista Científica Multidisciplinaria

Ecuador
Octubre 2025



InvestiGO

Revista Científica Multidisciplinaria

 **Revista Científica Multidisciplinaria Investigo**

ISSN: 2953-6367

Código Postal 060102

📍 Ecuador

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

Tipo de publicación: periódica

Frecuencia de publicación: bianual

Soporte: en línea

Temas: Multidisciplinarios

Subtemas: Multidisciplinarios

Editorial: ISTR

Revista: Arbitrada

Institución: Privada

Volumen 6 N°17

07 de octubre de 2025

Ecuador

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

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

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

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

EDITORA EN JEFE



Ing. Janneth Maribel Guamán Tenemaza

Revista Científica Multidisciplinaria InvestiGo

ISSN: 2953-6367

Enero – junio | julio - diciembre de 2025

Ediciones especiales



Ecuador

Código Postal 060102



Contacto +593 97 911 9620



revisinvestigo@gmail.com

Revista Científica Multidisciplinaria InvestiGo

Riobamba – Ecuador

Cel: +593 97 911 9620

revisinvestigo@gmail.com

CONTENIDO

**IMPACTO DE LA LITIGACIÓN EFICAZ EN LA ORALIDAD Y EL DERECHO A LA
DEFENSA EN PROCESOS NO
PENALES** 1-19

*Maritza Gabriela Andino Vásquez
Elvia Rocio Valverde Silva
Holger Geovanny García Segarra
Jeimmy Lissette Saavedra Ordoñez*

**ANÁLISIS DE LA EFECTIVIDAD DE LAS POLÍTICAS AMBIENTALES EN LA
REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN** 20-34

*Angie Belén Vélez Sánchez
José Jesús Pico Macías
Gabriela Stefania Mora Pin
José Damián Ponce López*

**DISEÑO DE UN FORO DE DISCUSIÓN QUE CONTRIBUYA CON LA MEJORA DE
HABILIDADES DE ESCRITURA EN ESTUDIANTES DE UNA INSTITUCIÓN BAJO LA
MODALIDAD EN LÍNEA** 35-55

*Stefanie Oviedo
Mery Zambrano
María Martínez
Virginia Sánchez*

**LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA ENSEÑANZA DE LA ASIGNATURA DE
BIOLOGÍA EN LA UNIDAD EDUCATIVA LUIS FERNANDO
RUIZ** 56-71

*Kerly Nicole Loja Veloz
Pablo Andres Pumarica Berrones
Angel León Coloma Carrasco
Vicente Vallardo Villegas Ricauter*

**INDICADORES SENSORIALES DE LA ALTERNATIVA ALIMENTICIA MUSA
PARADISIÁCA** 72-84

*Sara Pilar Aucancela Sánchez
Giuseppe Mariano Cornejo Mora*

INFLUENCIA DEL MARKETING EMOCIONAL EN EL COMPORTAMIENTO DEL CONSUMIDOR PARA INCREMENTAR LAS VENTAS DE LOS PEQUEÑOS EMPRENDEDORES **85-98**

Carolina Fernanda Cuadrado Saltos

Andrés Oswaldo Pozo Rodríguez

Iván Alejandro Pérez Avalos

Hasta aquí está enumerado el índice

EFFECTO DE LAS HARINAS DE ZANAHORIA (DAUCUS CAROTA) Y TRIGO (TRITICUM AESTIVUM) EN LAS PROPIEDADES DE GALLETAS ENDULZADAS CON PANELA **99-115**

Celia Genith Herrera Cedeño

Angela María Zambrano García

José Patricio Muñoz Murillo

LOGÍSTICA DEL TRANSPORTE PARA LA DISTRIBUCIÓN DE CHAMPIÑONES **116-140**

Eliana Fernanda Rosero Guiz

Daniel Mauricio Beltrán Del Hierro

ASLAMIENTO Y SELECCIÓN DE MICROORGANISMOS NATIVOS DE SUELOS CONTAMINADO CON HIDROCARBUROS Y METALES PESADOS CON POTENCIAL PARA FITORREMEDIACIÓN ASISTIDA POR BIOAUMENTO **141-152**

Magaly I. Aulestia Herrera

Gissela Ponce Q.

Genny Herrera

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA FERMENTACIÓN Y CONTENIDO ALCOHÓLICO DE LOS VINOS DE MORA DE CASTILLA (RUBUS GLAUCUS) Y UVA (VITIS VINÍFERA) **153-165**

Marco Pino-Vallejo

Arnulfo Tenesaca Ilbay

AGROINDUSTRIA Y TURISMO RURAL: UN ENFOQUE HACIA LA RESILIENCIA AMBIENTAL Y ECONÓMICA **166-182**

Elsa Flor Ordóñez Bravo

Daysi Lorena Caiza López

Edwin Guillermo Antamba Anrango

Álvaro Andrés Auquilla Ordóñez

**ECONOMÍA CIRCULAR: ESTRATEGIAS SOSTENIBLES PARA LA GESTIÓN DE
RESIDUOS Y LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN LA AMAZONÍA
ECUATORIANA**_____ **189-198**

*Daysi Lorena Caiza López
Mariano Fabrizio Jácome Viera
Edgar Fernando Macias Farias
Diego Andrés González Caiza*

**SABERES ANCESTRALES Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN EL TURISMO
COMUNITARIO AMAZÓNICO**_____ **199-210**

*Elsa Flor Ordóñez Bravo
Reydi Efren Ledesma Acosta
Shirley Maribelia Mendez Espinoza
Joseline Estefanía Merino Ponce*

IMPACTO DE LA LITIGACIÓN EFICAZ EN LA ORALIDAD Y EL DERECHO A LA DEFENSA EN PROCESOS NO PENALES

IMPACT OF EFFECTIVE LITIGATION ON ORALITY AND THE RIGHT TO DEFENSE IN NON-CRIMINAL PROCEEDINGS

Maritza Gabriela Andino Vásquez¹, Elvia Rocio Valverde Silva², Holger Geovanny García Segarra³, Jeimmy Lisette Saavedra Ordoñez⁴

{maritzagab19@hotmail.com¹, rocivalverd@hotmail.com², hgarcias@ube.edu.ec³, jlsaavedra@ube.edu.ec⁴}

Fecha de recepción: 07/04/2025 / Fecha de aceptación: 07/07/2025 / Fecha de publicación: 07/10/2025

RESUMEN: En Riobamba, la implementación del principio de oralidad en los procesos judiciales no penales ha representado un avance significativo en la administración de justicia. Sin embargo, su efectividad depende en gran medida de la capacidad de los abogados para desarrollar una litigación eficaz, la cual influye directamente en el ejercicio del derecho a la defensa. A pesar de los avances normativos, persisten deficiencias en la argumentación, presentación de pruebas y estrategias de contradicción, lo que puede afectar la calidad del debate procesal y la toma de decisiones judiciales. Este estudio analiza cómo la litigación eficaz impacta en la consolidación de la oralidad y en la garantía del derecho a la defensa dentro del sistema de justicia del cantón Riobamba. El objetivo principal de esta investigación es evaluar el impacto de la litigación eficaz en la aplicación del principio de oralidad y en la protección del derecho a la defensa en los procesos no penales en el cantón Riobamba. Se empleó un enfoque cualitativo con un diseño de investigación exploratorio-descriptivo. Se realizaron entrevistas a cuatro jueces especializados en derecho procesal que accedieron a la entrevista. Además, se llevó a cabo un análisis de cuatro procesos judiciales, mediante una guía estructurada para evaluar la calidad de la litigación y su impacto en las decisiones judiciales emitidas. El estudio confirma que la litigación eficaz es un factor determinante en la consolidación del principio de oralidad y en la garantía del derecho a la defensa en procesos no penales en Riobamba.

Palabras clave: *eficaz, derecho, litigio, oralidad, sentencia*

ABSTRACT: In Riobamba, the implementation of the principle of orality in non-criminal judicial proceedings has represented a significant advance in the administration of justice. However, its effectiveness depends largely on the ability of lawyers to develop effective litigation, which directly influences the exercise of the right to defense. Despite regulatory

¹Universidad Bolivariana del Ecuador, Instituto Superior Tecnológico Riobamba, <https://orcid.org/0000-0002-8237-8060>; +593958804716

²Universidad Bolivariana del Ecuador, <https://orcid.org/0009-0001-6845-9729>; +593982232017

³Universidad Bolivariana del Ecuador, <https://orcid.org/0009-0009-2499-762X>; +593978667175

⁴Universidad Bolivariana del Ecuador, <https://orcid.org/0000-0003-4422-5183>

advances, deficiencies persist in argumentation, presentation of evidence and contradiction strategies, which can affect the quality of the procedural debate and judicial decision making. This study analyzes how effective litigation impacts the consolidation of orality and the guarantee of the right to defense within the Riobamba justice system. The main objective of this research is to evaluate the impact of effective litigation on the application of the principle of orality and the protection of the right to defense in non-criminal proceedings in the canton of Riobamba. A qualitative approach with an exploratory-descriptive research design was used. Interviews were conducted with four judges specialized in procedural law who agreed to be interviewed. In addition, an analysis of four judicial processes was carried out, using a structured guide to evaluate the quality of the litigation and its impact on the judicial decisions issued. The study confirms that effective litigation is a determining factor in the consolidation of the principle of orality and in guaranteeing the right to defense in non-criminal proceedings in Riobamba, since 75% of the judges interviewed agreed that the quality of litigation has a direct impact on the clarity and depth of the legal debate within the hearing.

Keywords: effective, right, litigation, orality, judgment

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador, el sistema de justicia ha experimentado transformaciones significativas con la implementación del principio de oralidad en diversos ámbitos del derecho procesal, especialmente en el contexto no penal. La oralidad, como principio rector en el proceso judicial, busca garantizar la inmediación, la concentración de pruebas y la publicidad del debate. En este marco, la litigación eficaz se erige como un elemento determinante para garantizar el ejercicio efectivo del derecho a la defensa, ya que permite a las partes exponer sus argumentos de manera clara, estructurada y persuasiva ante los juzgadores (1).

El presente estudio aborda la relación entre la litigación eficaz, la oralidad y el derecho a la defensa en los procesos no penales en el cantón de Riobamba. A pesar de los avances normativos y jurisprudenciales, persisten desafíos en la formación y capacitación de abogados en técnicas de litigación oral, lo que puede afectar la calidad del debate procesal y, por ende, el acceso a una justicia efectiva (2). En este contexto, analizar el impacto de la litigación eficaz resulta crucial para comprender cómo se puede fortalecer la oralidad en el sistema judicial ecuatoriano y mejorar la protección de los derechos de las partes procesales.

Diversos estudios han abordado la importancia de la litigación eficaz en sistemas judiciales de tradición oral. Por ejemplo, investigaciones en América Latina han evidenciado que el éxito del modelo oral depende, en gran medida, de la capacidad argumentativa y técnica de los abogados litigantes. Estudios como el (3) se destacan que, aunque la oralidad se ha consolidado en el ámbito procesal, persisten deficiencias en la preparación de los abogados para desenvolverse en audiencias, lo que afecta la calidad del proceso judicial.

Una deficiente litigación oral puede generar vulneraciones al derecho a la defensa, dado que la falta de habilidades argumentativas y probatorias puede limitar la efectividad de la contradicción y la refutación de pruebas en audiencia (3). Este fenómeno es particularmente relevante en procesos no penales, donde la dinámica del juicio depende en gran medida de la habilidad de los litigantes para estructurar y presentar sus alegatos con claridad y precisión.

A pesar de la incorporación de la oralidad en el sistema de justicia ecuatoriano, se observa que la calidad de la litigación en los procesos no penales no siempre es óptima. Esta situación plantea la interrogante de hasta qué punto la litigación eficaz impacta en la correcta aplicación del principio de oralidad y en el derecho a la defensa de las partes procesales.

Por lo antes señalado, el objetivo principal de este estudio es analizar el impacto de las técnicas de litigación oral y argumentación jurídica en la eficacia del proceso judicial y en la garantía de un derecho a la defensa efectivo y real en los procedimientos orales del cantón Riobamba. De manera específica, se busca: evaluar cómo la litigación eficaz contribuye a la consolidación del principio de oralidad en los procesos judiciales no penales; identificar las deficiencias en la formación de litigantes y su impacto en la defensa efectiva de los derechos de las partes; y, proponer estrategias para mejorar la calidad de la litigación oral en el contexto ecuatoriano.

En este sentido, se plantean las siguientes preguntas de investigación: a) ¿Cómo influye la implementación de la oralidad en los procesos no penales en la efectividad de la litigación y en la protección del derecho a la defensa en el contexto jurídico actual del cantón Riobamba?; b) ¿Cómo perciben los abogados, jueces y litigantes la transición hacia un sistema de oralidad en los procesos no penales, y cómo estas percepciones afectan la práctica y la calidad de la justicia? Este estudio pretende contribuir a la discusión académica y práctica sobre la calidad de la litigación en el sistema judicial del cantón de Riobamba, aportando herramientas para fortalecer el ejercicio del derecho a la defensa y la consolidación de la oralidad en el ámbito procesal no penal.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, con el propósito de comprender y analizar en profundidad las percepciones, prácticas y significados asociados a la litigación oral eficaz en los procesos judiciales no penales en el Ecuador, específicamente en el cantón Riobamba. Este enfoque permitió captar no solo los elementos normativos y doctrinarios, sino también las experiencias concretas de los operadores de justicia jueces, abogados litigantes y defensores públicos en la aplicación del principio de oralidad y el derecho a la defensa.

Desde su naturaleza, se trató de una investigación jurídica aplicada, con un diseño descriptivo-analítico y exploratorio, que combinó elementos del análisis dogmático con el estudio sociojurídico. El objetivo fue identificar y examinar tanto las disposiciones normativas que regulan la oralidad en los procesos no penales, como su implementación efectiva en la práctica forense. El estudio fue no experimental y transversal, pues no se manipuló ninguna variable y el análisis

se realizó en un momento determinado, lo que permitió observar las dinámicas procesales tal como se desarrollan en la actualidad.

En el plano metodológico, se emplearon tres métodos principales de investigación. El método exegético fue utilizado para realizar un análisis detallado de las normas constitucionales, legales y reglamentarias relacionadas con la oralidad y el derecho a la defensa, con énfasis en la interpretación de disposiciones contenidas en la Constitución de la República del Ecuador, el Código Orgánico General de Procesos (COGEP) y otros cuerpos normativos aplicables.

Por su parte, el método analítico permitió descomponer e interpretar los elementos teóricos y prácticos que conforman la litigación eficaz, tales como la elaboración de la teoría del caso, la argumentación jurídica, las técnicas de interrogatorio y contrainterrogatorio, y la estructura propia de las audiencias orales. Finalmente, el método inductivo facilitó la formulación de conclusiones generales a partir de la observación directa de casos concretos, el análisis de procesos judiciales no penales y entrevistas a operadores jurídicos, lo cual permitió identificar patrones comunes en torno a las fortalezas y debilidades en la aplicación del derecho a la defensa en contextos orales.

En cuanto a las técnicas de recolección de información, se recurrió principalmente a entrevistas semiestructuradas y al análisis documental. Las entrevistas se dirigieron a jueces con competencia en materias civil, mercantil, inquilinato, familia, mujer, niñez y adolescencia, con el propósito de conocer sus percepciones sobre el impacto de la oralidad en el ejercicio del derecho a la defensa, así como evaluar el nivel de preparación técnica demostrado por los abogados durante las audiencias.

Complementariamente, se llevó a cabo un análisis documental de sentencias judiciales emitidas en procesos no penales tramitados en Riobamba, las cuales fueron seleccionadas con base en criterios de pertinencia y representatividad. Para esta revisión se aplicó una guía estructurada que permitió valorar la calidad de la litigación oral desplegada, la estrategia argumentativa utilizada, la forma en que se incorporaron y valoraron las pruebas, y la solidez de la motivación contenida en las resoluciones judiciales.

De tal manera que la metodología empleada integró la revisión doctrinaria y normativa con la evidencia empírica recogida en el ámbito judicial local, lo cual permitió realizar un diagnóstico riguroso sobre el impacto de la litigación eficaz en la garantía del derecho a la defensa en los procesos no penales del cantón Riobamba.

RESULTADOS

La oralidad en los procesos judiciales no es un fenómeno reciente, sino que sus raíces se extienden a las civilizaciones antiguas. En la antigua Grecia y Roma, por ejemplo, los litigios se resolvían predominantemente a través de la palabra hablada, donde la retórica y la elocuencia eran habilidades esenciales para persuadir a jueces y jurados. En Atenas, los oradores profesionales

desempeñaban un papel central en los tribunales, y el éxito en un caso a menudo dependía de la habilidad persuasiva del discurso. De igual manera, en la República Romana, las oraciones forenses eran fundamentales en los juicios, y figuras como Cicerón destacaron por su maestría en la oratoria judicial. "La elocuencia, en su sentido más puro, fue considerada en el mundo clásico como la herramienta más poderosa para alcanzar la justicia y la verdad en los foros" (4).

Sin embargo, con la caída del Imperio Romano y el advenimiento de la Edad Media, los sistemas judiciales en Europa occidental tendieron a volverse más formalistas y predominantemente escritos. La influencia del derecho canónico y la necesidad de registrar los procedimientos para asegurar la validez y la apelación, contribuyeron a esta transición. Durante siglos, la escritura prevaleció, y los juicios a menudo se desarrollaban a través de un intercambio de documentos y pruebas escritas, con poca o ninguna interacción oral directa entre las partes y el juzgador. Este modelo, conocido como "proceso inquisitivo" o "proceso escrito", se caracterizaba por su lentitud, su opacidad y su énfasis en la prueba documental.

La revitalización de la oralidad en los sistemas jurídicos occidentales comenzó a gestarse en los siglos XVIII y XIX, impulsada por los ideales de la Ilustración y la Revolución Francesa, que abogaban por la transparencia, la publicidad y la participación ciudadana en la justicia. Los primeros movimientos hacia la oralidad se observaron en el ámbito penal, donde la necesidad de garantizar la publicidad del juicio y la inmediación de la prueba se hizo más patente. Países como Francia y Alemania fueron pioneros en la reintroducción de la oralidad en sus códigos procesales.

En América Latina, la adopción de la oralidad fue un proceso más gradual y, en muchos casos, tardío. Durante gran parte del siglo XX, los sistemas judiciales latinoamericanos conservaron estructuras procesales marcadamente escritas, heredadas en gran medida del derecho continental europeo. No obstante, a partir de la última década del siglo XX y principios del XXI, una ola de reformas procesales impulsó la oralidad como un pilar fundamental de la modernización judicial. Esta tendencia fue influenciada por modelos anglosajones y por la necesidad de agilizar los procesos, combatir la corrupción y fortalecer el acceso a la justicia. "Las reformas procesales en América Latina han estado marcadas por un esfuerzo consciente de transitar de un modelo burocrático y escrito a uno oral, público y más participativo" (4).

En Ecuador, el sistema judicial ha experimentado cambios importantes debido a la adopción del principio de oralidad en diferentes áreas del derecho procesal, particularmente en el ámbito no penal. Este principio, que guía el proceso judicial, tiene como objetivo asegurar la inmediación, la concentración de pruebas y la transparencia en el debate (5). En este contexto, la litigación efectiva se convierte en un factor crucial para asegurar el ejercicio pleno del derecho a la defensa, ya que facilita a las partes presentar sus argumentos de forma clara, organizada y convincente ante los jueces. De este modo, se transforma la teoría del razonamiento del juez en una teoría argumentativa en los procedimientos judiciales (6).

A pesar de los avances normativos y jurisprudenciales, persisten desafíos en la formación y capacitación de abogados en técnicas de litigación oral, lo que afecta la calidad del debate procesal y el acceso a una justicia efectiva, derecho de protección garantizado en el Artículo 75

de la Constitución de la República del Ecuador, así también se afecta al derecho a la defensa reconocido en la Declaración Universal de Derechos Humanos; la Convención Americana sobre los Derechos Humanos; el Pacto Internacional de Derechos Civiles y Políticos, la Declaración Americana de los Derechos y Deberes del Hombre, y la Constitución ecuatoriana, que lo ha incorporado en su artículo 76 como una garantía del derecho al debido proceso.

Diferentes estudios han examinado la relevancia de una litigación efectiva en los sistemas judiciales de tradición oral. Por ejemplo, investigaciones realizadas en América Latina han demostrado que el éxito del modelo oral está, en gran medida, condicionado por la habilidad argumentativa y técnica de los abogados que participan en el litigio ecuatoriano, el estudio de Salinas y Redrobán destacan que, aunque la oralidad busca solventar las carencias escritas, existen desventajas a las personas de escasos recursos, personas que no pueden expresarse de forma correcta o en el idioma que es llevado el proceso judicial (7).

Otros estudios como el de Cárdenas y otros han señalado que una deficiente litigación oral puede generar vulneraciones al derecho a la defensa, dado que la falta de habilidades argumentativas y probatorias puede limitar la efectividad de la contradicción y la refutación de pruebas en audiencia (8). Este fenómeno es particularmente relevante en procesos no penales, donde la dinámica del juicio depende en gran medida de la habilidad de los litigantes para estructurar y presentar sus alegatos con claridad y precisión.

En el contexto ecuatoriano se evidencia la carencia de destrezas para que a través de la oralidad los profesionales del derecho puedan ejercer una defensa técnica eficiente y que le permita actuar de forma oportuna. No obstante, el Código Orgánico por Procesos del Ecuador reconoce dentro de uno de sus principios la oralidad como un medio efectivo para garantizar el debido proceso y la seguridad jurídica, evidenciándose en investigaciones que el principio de oralidad es eficiente en la resolución de conflictos en materia civil (9).

La incorporación de la oralidad en los procesos judiciales ecuatorianos representa un hito fundamental en la modernización de la administración de justicia. Este cambio se vio impulsado por la Constitución de la República del Ecuador de 2008, que en su artículo 76, numeral 7, literal a), establece que “nadie podrá ser privado de su derecho a la defensa en ningún estado o grado del procedimiento” (10). Si bien este precepto se refiere al debido proceso en general, la oralidad ha sido el vehículo para su materialización en la práctica judicial.

La Constitución ecuatoriana de 2008 en su artículo 168 sobre el principio de oralidad procesal establece que en todos los ámbitos “La sustanciación de los procesos en todas las materias se llevará a cabo mediante el sistema oral, de acuerdo con los principios de concentración, contradicción y dispositivo” (10). Este principio está estrechamente vinculado al derecho a la tutela judicial efectiva, que garantiza el debido proceso, la defensa técnica, la igualdad de condiciones y la posibilidad de presentar y contradecir pruebas oralmente.

En Ecuador, la oralidad ha sido paulatinamente implementada en diversas materias. El Código Orgánico General de Procesos (COGEP), vigente desde 2016, marca un antes y un después en esta

transición. Este cuerpo normativo establece la oralidad como principio fundamental en la mayoría de los procesos no penales, incluyendo materia civil, laboral, contencioso administrativo, familia, niñez y adolescencia, y agraria.

El Código Orgánico Procesal Penal (2015) en su Artículo 4 operacionaliza estos principios: “...la sustanciación de los procesos...se desarrollarán mediante el sistema oral, salvo los actos procesales que deben realizarse por escrito...” (11). Por otro lado, el principio de inmediación implica la presencia física del juez en audiencias y las garantías del “debate en vivo”. Este cambio manifiesta la transición de un sistema predominantemente escrito e inquisitivo a uno oral y acusatorio, que exige la participación de las partes y la presencia inmediata del órgano juzgador. Desde el 2016, la oralidad se aplicó en procesos civiles, laborales, contencioso-administrativos y tributarios.

Por otro lado, el COGEP en su artículo 19 establece que las audiencias deben desarrollarse de forma oral, con base en los principios de concentración, inmediación y contradicción (11). Esta normativa ha impulsado una transformación en la práctica forense, exigiendo a los abogados una preparación técnica más rigurosa y una actitud proactiva en la defensa de los intereses de sus clientes. La implementación del COGEP ha significado un desafío y una oportunidad para los operadores jurídicos, quienes han tenido que adaptarse a una nueva dinámica procesal que exige habilidades distintas a las requeridas en un sistema predominantemente escrito.

El COGEP estructura los procesos en audiencias orales (audiencia única, preliminar y audiencia de juicio), donde se desarrolla la fase probatoria y la argumentación final. Este diseño busca eliminar la dilación innecesaria, fomentar el debate directo y permitir al juzgador una percepción inmediata de la prueba y de los argumentos de las partes. La inmediatez, por ejemplo, permite al juez no solo escuchar los testimonios, sino también observar el lenguaje no verbal de los testigos y peritos, lo que contribuye a una mejor valoración de la credibilidad. Asimismo, el principio de contradicción se potencia al permitir que las partes refuten de viva voz y en tiempo real los argumentos y pruebas de la contraparte.

La oralidad, en este nuevo escenario, no se limita a la celebración de audiencias. Implica un cambio cultural y metodológico en la forma de concebir y practicar el derecho. Los argumentos deben ser claros, concisos y estructurados, la presentación de pruebas debe ser directa y persuasiva, y la interacción con el juzgador debe ser fluida y respetuosa. Este nuevo paradigma exige, por tanto, una litigación con un alto grado de preparación y pericia.

El advenimiento y consolidación de la oralidad en los sistemas procesales contemporáneos, especialmente visible en jurisdicciones como la ecuatoriana a partir de la promulgación del Código Orgánico General de Procesos (COGEP) en 2015, ha reconfigurado drásticamente la dinámica de los litigios. En este nuevo paradigma, la capacidad de expresión escrita, si bien sigue siendo relevante, ha cedido gran parte de su protagonismo a la destreza oral y argumentativa en el desarrollo de las audiencias. En este contexto transformador, la litigación eficaz emerge no solo como un conjunto de habilidades deseables, sino como una garantía intrínseca y fundamental del derecho a la defensa.

El derecho a la defensa es un pilar inmutable del debido proceso, reconocido universalmente en instrumentos internacionales y constituciones modernas. Su esencia radica en asegurar que toda persona tenga la oportunidad real y efectiva de ser oída, de presentar sus argumentos, de ofrecer y controvertir pruebas, y de impugnar decisiones que afecten sus intereses. Sin embargo, la materialización de este derecho en un entorno oralizado no es automática. Depende crucialmente de la competencia de los operadores jurídicos para manejar las herramientas y principios que la propia oralidad impone.

El derecho a la defensa es una de las garantías procesales más esenciales y su vigencia es condición indispensable para la validez de todo proceso jurisdiccional. En el ordenamiento jurídico ecuatoriano, su fundamento se encuentra en el Artículo 76, numeral 7, de la Constitución de la República (10), que lo consagra en su sentido más amplio, abarcando diversas prerrogativas, entre ellas: a) Ser oído en cualquier etapa del proceso; b) Contar con el tiempo y los medios adecuados para la preparación de su defensa, c) Ser asistido por una abogada o abogado de su elección o por uno público, d) Presentar pruebas y contradecir las que se presenten en su contra; y, e) Impugnar decisiones judiciales:

La litigación eficaz en el contexto de la oralidad no se limita a la mera capacidad de expresarse verbalmente en una audiencia. Trasciende la oratoria para convertirse en un conjunto de habilidades estratégicas, tácticas y argumentativas orientadas a la defensa óptima de los intereses del cliente. Es la conjunción de una sólida preparación académica, una profunda comprensión de los hechos y el derecho aplicable, y una habilidad demostrada para comunicar de manera persuasiva.

Para (12), la litigación eficaz se articula en torno a la teoría del caso, que es el eje central de toda estrategia procesal. La teoría del caso es la historia lógica y persuasiva que cada parte construye para explicar los hechos desde su perspectiva, apoyada en la prueba y en las normas jurídicas. Una litigación eficaz implica la capacidad de presentar esta teoría del caso de manera coherente y convincente, adaptándola a las particularidades del foro oral. Esto incluye la habilidad para realizar interrogatorios y contrainterrogatorios efectivos, la capacidad para objetar de manera oportuna y fundamentada, y la destreza para construir argumentos finales claros y persuasivos.

La litigación eficaz, en su sentido más amplio, se refiere al conjunto de habilidades, estrategias y técnicas que permiten a los operadores jurídicos (principalmente abogados) presentar de manera persuasiva y coherente los argumentos y pruebas en un proceso judicial, maximizando las probabilidades de éxito para los intereses de su representado. No obstante, su alcance trasciende la mera victoria procesal; implica también la capacidad de contribuir a la búsqueda de la verdad material y a la construcción de una decisión judicial justa y equitativa. En el ámbito no penal, esta eficacia adquiere matices particulares. A diferencia de los procesos penales donde la carga de la prueba recae predominantemente en la acusación, en los procesos no penales la distribución de roles y la dinámica probatoria pueden ser más complejas, exigiendo una mayor proactividad y adaptabilidad por parte de los litigantes.

A continuación, se presentan las entrevistas realizadas a jueces del cantón Riobamba.

Tabla 1. Entrevistas a los jueces.

Preguntas	Juez Competencia en materia mercantil e inquilinato	1.- en civil, e	Juez Competencia en materia mercantil e inquilinato	2.- en civil, e	Juez 3.- Competencia en materia de familia, mujer niñez y adolescencia	Juez Competencia en materia de familia, mujer niñez y adolescencia	4.- en civil, e
¿De qué manera la oralidad en los procesos no penales fortalece el derecho a la defensa?	La oralidad permite materializar el principio de concentración, y la presencia del juzgador permite que con sus sentidos perciba la realidad propuesta.		Antes en los procesos escritos, el juez no tenía contacto jamás ni con las partes ni con los testigos, y se volvía un revisor de juicios escritos voluminosos, lo cual no permitía percibir la realidad del caso.		Mirar de frente a los litigantes permite hacer una valoración más directa, por la intervención directa del juez, Permite promover el diálogo y la conciliación, logrando convenios que benefician a las dos partes.	Con la implementación de la oralidad en procesos no penales se ha permitido una justifica más ágil y eficiente, con ello se ha fortalecido el derecho a la defensa, pero siempre y cuando esté representada por buenos defensores, caso contrario, intervenciones inadecuadas de los defensores ha hecho que pierdan los litigantes.	
P2 En su experiencia, ¿En los procesos no penales están capacitados los profesionales del derecho en el uso de técnicas de litigación oral?	Algunos sí, pero la mayoría no.		No están preparados, hay una litigación deficiente.		En su gran mayoría no están preparados, por falta de capacitación; no tienen técnica para preguntar y se preparan en la institución jurídica	No, muy pocos abogados saben interrogar y contrainterrogar, así como objetar preguntas. Muchos preguntan por preguntar, cuando incluso esas respuestas le perjudican.	
P3.- En relación con la litigación eficaz, ¿cómo evalúa usted el efecto de la capacidad argumentativa de los abogados en preparación de la teoría del caso, interrogatorios y contrainterrogatorios estratégicos en audiencias orales no penales?	Argumentar en audiencia permite persuadir al juez y convencerlo de la teoría propuesta.		La capacidad argumentativa efectiva se logra con capacitación, porque no se pueden crear ideas en derecho y mucho menos expresarlas ni no hay preparación tanto en el caso como en la institución		Argumentar es importante desde la presentación a la demanda, porque hay que hacerle ver al juez la verdad de los hechos. En audiencia la capacidad de argumentar, no se transmite al juez y se queda en el papel.		

		jurídica que es materia de este.	Los abogados no saben preguntar, lo que dificulta los interrogatorios y contrainterrogatorios.	
P4.- Cuáles considera usted son los obstáculos que puede tener una defensa técnica para que sea eficaz	La principal es la falta de capacitación y actualización. En audiencia existe falta de concisión de las partes y la repetición de argumentos, esto puede generar fatiga y disminuir la atención de los intervinientes, afectando la calidad de las decisiones. Incluso se ve resistencia al cambio de parte de algunos profesionales, sobre todo de los antiguos que han llevado mucho tiempo haciendo práctica judicial por escrito.	Se pretende improvisar en audiencia y muchos profesionales, intentar llegar hasta el final a través de la fuerza, creyendo que se puede ganar el caso y evitan acuerdos que pueden beneficiar a las dos partes, solo por una actitud necia y arrogante	Hay falta de capacitación de los abogados y en su mayoría, no dedican el tiempo suficiente a la planificación estratégica de sus intervenciones, pues pretenden solo improvisar. Hay resistencia cultural al cambio, pues subsisten prácticas y mentalidades arraigadas del antiguo sistema escriturario. Algunos profesionales aún priorizan la presentación de extensos escritos sobre la capacidad de argumentación oral, o ven la audiencia como un mero formalismo en lugar de un espacio crucial para la construcción del caso	Debe existir cursos permanente y obligatorio no solo en materia sustantiva, sino también en derecho procesal y litigación oral, a fin de permitir que las partes procesales tengan una verdadera defensa técnica.
P5.- Dominar técnicas de litigación y la preparación de los casos como puede influir en los juicios	Una audiencia es un espacio de conciliación o juzgamiento, y para estos dos resultados, deben estar preparados los defensores en sus estrategias jurídicas para conocer hasta donde ceder, y cuanto hay por perder o ganar.	Existe falta de capacitación en las instituciones jurídicas, en la normativa procesal vigente y no hay preparación suficiente en litigación.	Saber litigar es una herramienta imprescindible en un proceso oral, debido a que, a través de los argumentos propuestos en los alegatos y las pruebas practicadas y contradichas, que puede obtenerse una sentencia favorable. Si un abogado no está preparado en la	Muchos abogados consideran que lo que saben es suficiente, y ven a la capacitación y estudio como un gasto, y por su falta de actualización y preparación pierden las causas.

Saber litigar no es gritar, sino usar técnicas de litigación adecuadas, que permitan al juzgador convencerse de las teorías de las partes y resolver en base a sus pruebas.	institución jurídica ni en el caso, puede terminar perjudicando a su cliente.
---	---

La Tabla 2 detalla los estudios implementados, especificando la tipología de los casos analizados, la síntesis de los hallazgos y las metodologías y técnicas empleadas en el proceso de litigación.

Tabla 2. Análisis de los casos judiciales no penales en el Cantón de Riobamba.

TIPOS DE CASOS	Síntesis del caso y de la técnica de litigación utilizada.
S1.- Proceso Ejecutivo por cobro de letra de cambio	A plantea demanda por cobro de dinero en juicio ejecutivo basado en una letra de cambio; el demandado B, contesta y plantea como excepción la falsedad de título. Al momento del interrogatorio al perito, B, carece de técnicas para interrogar y no acredita la fiabilidad del experto, pese a que concluye que la firma no le corresponde a la accionada. El perito al momento del contrainterrogatorio discute con A, en defensa de la demandada, mostrándose parcializado. Sin embargo, por la falta de un interrogatorio eficaz genera duda al juzgador de establecer si realmente existe o no falsedad en el documento. Juez hace prueba para mejor resolver, disponiendo la práctica de pericia, la cual, por conclusiones contrarias a la primera pericia, se dispone debate de peritos. Los abogados carecen de técnicas para interrogar y contrainterrogar.
S2.- Proceso Sumario por jubilación patronal	A propone demanda por pedido de recálculo de jubilación patronal en contra de una empresa pública. Su defensor propone prueba suficiente, pero carece de habilidades para argumentar en sus alegatos. Además, el tono de su voz es temeroso y bajo, resultando difícil incluso escucharlo. Desconoce del paralingüismo como técnica de litigación oral que incluye el tono, el ritmo, el volumen, las pausas, el acento, y otros sonidos que hacen que la intervención del profesional convenza al juzgador y lo beneficie en su teoría factual.

	La falta de habilidades en la transmisión de los argumentos en audiencia, restan credibilidad y atención.
S3.- Proceso Ordinario por cobro de dinero	A plantea demanda por cobro de dinero basado en una letra de cambio, cuya prueba única es el documento materia del juicio. La letra de cambio en vía ordinaria es solo principio de prueba escrita, que no constituye prueba plena como en el juicio ejecutivo, que en esta vía goza de presunción legal de autenticidad, licitud y provisión de fondos. El abogado es experto en trámite ejecutivos y cobro de cartera, pero su exceso de confianza en dicho conocimiento hace que no se prepare en las instituciones jurídicas y las pruebas necesarias para justificar la acción propuesta.
S4.- Proceso Ordinario por impugnación al acto de reconocimiento vía nulidad	A plantea juicio ordinario de impugnación acto de reconocimiento por vía de nulidad alegando solo que no es padre biológico del niño. No afirma en su demanda ningún vicio del consentimiento al momento de realizar el reconocimiento voluntario del hijo AC. No presenta acta de reconocimiento voluntario, careciendo de la prueba fundamental de la cual nace su requerimiento; ni presenta pruebas que demuestren el engaño. Se limita a pedir examen de ADN como única prueba, sin considerar la institución jurídica, en la cual el vínculo biológico carece de eficacia probatoria; siendo que sería útil en caso de aportarse medios probatorios que demuestren el engaño en el reconocimiento. Abogado no conoce ni se prepara en la figura jurídica alegada. Demanda carece de argumentos jurídicos en base a la normativa y la prueba es deficiente para justificar la procedencia de la acción.

DISCUSIÓN

El análisis de las entrevistas realizadas revela que el uso de argumentación clara, estructurada y fundamentada incrementa significativamente la comprensión del caso por parte de los jueces, favoreciendo decisiones más motivadas y ajustadas a derecho. Asimismo, el manejo adecuado de técnicas de oralidad, como la formulación de preguntas en contrainterrogatorios y la presentación de alegatos iniciales y finales, influye en el desarrollo eficiente de la audiencia. No obstante, el cien por ciento de jueces entrevistados reconoce deficiencias en la formación de los profesionales del derecho en litigación oral, lo que limita la efectividad de sus intervenciones.

No obstante, en las entrevistas se pudo identificar los siguientes obstáculos en la defensa técnica:

- Falta de capacitación continua y especializada: A pesar de los esfuerzos iniciales, existe una necesidad manifiesta de programas de formación más profundos y actualizados en técnicas de litigación oral, no solo para abogados, sino también para jueces, en aspectos como la dirección de audiencia, la valoración probatoria en tiempo real y el manejo de objeciones. Los jueces entrevistados expresaron sentirse aún en un proceso de aprendizaje, y que a los profesionales del derecho les falta de una pedagogía práctica y constante en técnicas de interrogatorio, contrainterrogatorio y argumentación final, lo cual fue una queja común.
- Insuficiencia en la preparación de las audiencias: Los abogados en su mayoría, no dedican el tiempo suficiente a la planificación estratégica de sus intervenciones orales. Esto se manifiesta en la improvisación, la falta de una estructura clara en sus alegatos, la deficiente preparación de testigos y peritos, y la incapacidad para anticipar y contrarrestar los argumentos de la contraparte. Esta deficiencia repercute directamente en la calidad del debate procesal y, por ende, en la eficacia de la defensa.
- Problemas con la gestión del tiempo en audiencias: La celeridad, uno de los pilares de la oralidad, a menudo se ve comprometida. En Riobamba, se reportan audiencias extensas y, en ocasiones, poco productivas, debido a la falta de concisión de las partes y la repetición de argumentos. Esto puede generar fatiga y disminuir la atención de los intervinientes, afectando la calidad de las decisiones.
- Resistencia cultural al cambio: A pesar de la obligatoriedad legal, subsisten prácticas y mentalidades arraigadas del antiguo sistema escriturario. Algunos profesionales aún priorizan la presentación de extensos escritos sobre la capacidad de argumentación oral, o ven la audiencia como un mero formalismo en lugar de un espacio crucial para la construcción del caso. Esta resistencia es un obstáculo significativo para la plena adopción de una cultura de litigación oral.

Estos hallazgos coinciden con las observaciones de autores como Vélez (2007), quien subraya que la oralidad no se reduce a una mera verbalización, sino que implica un cambio cultural y metodológico profundo en la forma de concebir y practicar el proceso judicial. La mera presencia de audiencias orales no garantiza por sí misma la eficacia si no se acompaña de las competencias necesarias.

Al analizar las resoluciones judiciales la investigación confirma una correlación directa y positiva entre una litigación eficaz y la plena garantía del derecho a la defensa en procesos no penales en Riobamba. El derecho a la defensa, consagrado en el Artículo 76 de la Constitución de la República del Ecuador (10), y desarrollado en el COGEP, comprende la posibilidad de las partes de ser escuchadas, presentar pruebas, controvertirlas, alegar y recurrir. Sin una litigación eficaz, estos derechos fundamentales pueden quedar disminuidos.

De las entrevistas y la observación de audiencias se ha podido establecer como hallazgos importantes:

Que los abogados con habilidades de litigación eficaz demuestran una mayor capacidad para construir y presentar una teoría del caso coherente, lógica y persuasiva desde las etapas iniciales del proceso. Esto implica no solo un relato de los hechos, sino la vinculación de estos con las pruebas y el marco jurídico aplicable. Una teoría del caso bien articulada facilita la comprensión del juez y direcciona la práctica probatoria, fortaleciendo la posición defensiva u ofensiva de la parte.

La litigación eficaz es crucial en la fase probatoria. Los abogados que dominan las técnicas de interrogatorio y contrainterrogatorio logran extraer información relevante de los testigos y peritos, así como desacreditar los de la contraparte. La capacidad de objetar correctamente preguntas sugestivas, capciosas o impertinentes, o de introducir adecuadamente la prueba documental y material, es fundamental para que la prueba se incorpore legal y eficazmente al proceso y sea valorada por el juez. La investigación mostró que la falta de estas habilidades resultaba en la pérdida de oportunidades para fortalecer la propia posición o debilitar la del adversario.

Los alegatos finales, el momento culminante de la audiencia, son donde se sintetiza la prueba practicada y se persuade al juez. Abogados con litigación eficaz son capaces de construir argumentaciones sólidas, concisas y persuasivas, conectando los hechos probados con las normas jurídicas y la jurisprudencia pertinente. Esta habilidad es esencial para influir en la decisión judicial y, por ende, para el ejercicio efectivo del derecho a la defensa.

En un sistema donde la oralidad exige competencias específicas, la calidad de la defensa puede variar significativamente entre los abogados. La investigación reveló que aquellos abogados que invierten en el desarrollo de sus habilidades de litigación oral tienden a ofrecer una defensa más robusta y completa, mientras que aquellos que no lo hacen pueden dejar a sus clientes en una situación de desventaja. Esto subraya la necesidad de elevar el nivel general de las competencias en litigación para garantizar la igualdad de armas procesales.

La observación de audiencias y el análisis de cuatro sentencias evidenció que, en un 75% de los casos con litigación eficaz, los jueces desarrollaron un razonamiento más detallado en sus fallos. En contraste, en procesos con litigación deficiente, el nivel de fundamentación de las resoluciones se reducía notablemente. Mientras que el 100% de los jueces considera que la oralidad ha mejorado la dinámica procesal y ha permitido una mayor interacción entre las partes y el juez.

Los hallazgos de este estudio confirman que la litigación eficaz desempeña un papel clave en el desarrollo del principio de oralidad y en la garantía del derecho a la defensa en procesos no penales en el Ecuador. La evidencia recopilada en Riobamba refleja tendencias similares a las encontradas en varias investigaciones previas sobre litigación oral en América Latina.

En estudios investigativos varios autores han señalado que el principio de oralidad junto con otros principios como la celeridad establecidos en el Código Orgánico General de Procesos del Ecuador

han permitido un sistema jurídico más eficaz y objetivo (13). Se identificó que los jueces entrevistados reconocen que la formación en litigación oral es insuficiente, lo que coincide con estudios previos que indican que la transición de sistemas escritos a orales ha generado desafíos en la capacitación de los abogados. La eficacia de la litigación oral no solo depende del marco normativo, sino también de la preparación de los profesionales del derecho y de la ingente necesidad de implementar un sistema oral en los diseños curriculares de las materias de derecho (14).

Los resultados de este estudio refuerzan la teoría de la litigación estratégica y la argumentación jurídica como factores determinantes en la calidad del proceso judicial. La eficacia en la oralidad no solo mejora la dinámica de los procedimientos, sino que también impacta en la motivación de las resoluciones judiciales, tal como se evidenció de las sentencias analizadas, en las que una defensa técnica adecuada resultó en fallos más fundamentados. Desde una perspectiva del derecho procesal, estos hallazgos reafirman la importancia de la inmediatez y la contradicción como principios esenciales de la litigación oral (1).

En la práctica judicial ecuatoriana, la litigación oral en los procesos no penales se ha convertido en una herramienta para garantizar el acceso a la justicia y la protección de los derechos humanos sobre todo aquellos sectores históricamente excluidos. La instrucción sobre un modelo de la oralidad en los procesos no penales debe incluir a jueces, abogados y personal administrativo del sistema de justicia (15). En el ámbito civil la litigación eficaz se convierte en una estrategia para crear un espacio para presentación de pruebas y argumentos jurídicos, pero el proceso de litigación oral en el proceso civil se debe fortalecer con técnicas eficaces de comunicación, lingüística, técnicas de negociación y técnicas de interrogatorio y contrainterrogatorio (16).

Por otro lado, la litigación oral en los procesos laborales con un sistema escrito implicaba un proceso lento y con incidentes injustificados que dilataban el proceso, mientras que la litigación oral en procesos en materia laboral permite tanto al trabajador como al empleador llegar acuerdos y a los jueces del ámbito laboral garantizar el cumplimiento de los derechos laborales establecidos en la normativa ecuatoriana (17). Además, el conocer las técnicas de una correcta litigación oral en procesos laborales puede ayudar obtener mejor resultados en la consecución de probar una falta disciplinaria dentro del ámbito laboral.

Mientras que en materia de procesos administrativos y tributarios la litigación se presenta en dos momentos: audiencia preliminar y juicio, momentos en los que le permite a los abogados litigantes exponer de forma clara y exacta los elementos que argumenten a la demanda presentada (18). Los procesos judiciales en el contencioso administrativo y administrativo en el Ecuador son lentos y de acuerdo en lo expuesto por Galán y Bermeo, la litigación en procesos administrativos ha burocratizado un sistema judicial que tiene evidencias de la aplicación de la oralidad antes de la aprobación del Código Orgánico General de Procesos (6).

Varios estudios han identificado una falta de capacitación especializada entre los operadores de justicia en áreas no penales, lo que afecta negativamente la calidad de las decisiones judiciales. A pesar de las reformas al Código Orgánico General de Procesos, que incorporaron principios de oralidad y concentración para acelerar los procedimientos, numerosos jueces y abogados

continúan utilizando prácticas escriturales y dilatorias que van en contra del propósito del nuevo marco procesal (5). Aunque se han logrado progresos en la digitalización de ciertos procedimientos, la ausencia de interoperabilidad entre las distintas instituciones y el limitado nivel de alfabetización digital de algunos actores procesales, particularmente en áreas rurales, intensifican la desigualdad en el sistema y fortalecer la litigación oral en procesos no penales (19).

Conforme los han indicado los jueces entrevistados, la doctrina analizada y en base a la observación de la actuación profesional en audiencias, se propone el diseño de programas obligatorios y permanentes de capacitación especializados y prácticos para los estudiantes de las carreras de derecho y abogados en ejercicio profesional. El Consejo de la Judicatura, en coordinación con las facultades de Jurisprudencia de las universidades del país, debe desarrollar un currículo modular que incluya módulos específicos sobre "Técnicas de Interrogatorio y Contrainterrogatorio", "Elaboración de Teoría del Caso en Procesos No Penales", "Manejo de Objeciones" y "Argumentación Persuasiva". Se recomienda la participación de litigantes experimentados y jueces como instructores (14).

Igualmente, el Consejo de la Judicatura en coordinación con los colegios de abogados, debe diseñar y ejecutar capacitaciones permanentes, periódicas y obligatorias para los profesionales del derecho sobre técnicas de litigación oral, a fin de que se comprenda que el éxito en la audiencia no es cuestión de improvisación, sino de una preparación meticulosa que incluye el diseño de una teoría del caso clara y concisa (16).

Además, se deben crear guías prácticas y manuales sobre la elaboración de la teoría del caso en diferentes tipos de procesos no penales (civil, laboral, mercantil, familia, etc.) para repartirlas a los profesionales del derecho, o deben hacérselas conocer por medio de sus correos electrónicos. El Consejo de la Judicatura, los colegios de abogados y las universidades deben organizar foros y mesas redondas donde se compartan buenas prácticas en la planificación pre-audiencia y en el uso de técnicas de litigación, en los alegatos y la práctica probatoria (20).

De igual manera, se debe implementar mecanismos de evaluación y retroalimentación, para lo cual el Consejo de la Judicatura podría desarrollar rúbricas de evaluación del desempeño en audiencia para jueces y abogados, aplicables en un contexto de supervisión formativa (no sancionatoria inicial). Considerar la figura de "observadores de audiencia" independientes, que puedan proporcionar retroalimentación anónima y constructiva.

CONCLUSIONES

La presente investigación permitió evidenciar que la implementación del principio de oralidad en los procesos no penales en Ecuador ha fortalecido sustancialmente el ejercicio del derecho a la defensa, conforme lo establece el artículo 76 de la Constitución. La oralidad ha favorecido una mayor inmediación entre el juez y las partes, promoviendo procesos más ágiles, participativos y transparentes. Esta dinámica procesal ha contribuido a decisiones más motivadas, especialmente cuando la defensa técnica ha sido ejercida con rigurosidad y conocimiento del caso.

Se comprobó que la litigación eficaz influye de forma directa en la calidad de la justicia. Los profesionales del derecho que dominan técnicas de interrogatorio, contrainterrogatorio, argumentación jurídica y elaboración de teoría del caso, logran generar un mayor convencimiento judicial. Por el contrario, la improvisación, la falta de preparación y el desconocimiento de las instituciones jurídicas afectan negativamente tanto a los derechos del patrocinado como al proceso mismo. Este hallazgo se refuerza con la evidencia empírica obtenida a partir de entrevistas a jueces y del análisis de casos reales en Riobamba, donde se constató que, en los procesos con litigación deficiente, las sentencias presentaron menor fundamentación.

Sin embargo, persisten desafíos relevantes. La formación profesional actual de muchos abogados no contempla una preparación suficiente en técnicas de oralidad, lo que genera intervenciones poco estructuradas y deficiente aprovechamiento del espacio de audiencia. A esto se suma una resistencia cultural al abandono del sistema escritural, especialmente entre ciertos actores del sistema judicial acostumbrados a prácticas formales y a la excesiva documentación. La persistencia de estas prácticas amenaza con reducir la oralidad a un formalismo vacío, alejándola de su función real de democratizar y humanizar la justicia.

Frente a ello, se recomienda establecer programas de formación obligatoria y continua en técnicas de litigación oral para abogados en ejercicio, jueces y estudiantes de Derecho. Estos programas deben incluir módulos específicos sobre teoría del caso, interrogatorio y contrainterrogatorio, formulación de objeciones, argumentación persuasiva y comunicación paralingüística.

Asimismo, es necesario crear guías y manuales prácticos sobre litigación eficaz en diferentes materias no penales, que puedan ser distribuidos a los profesionales del derecho como herramientas de apoyo. Además, se propone que el Consejo de la Judicatura, en coordinación con universidades y colegios de abogados, organice mesas redondas, simulacros y observatorios de audiencias que permitan socializar buenas prácticas y proporcionar retroalimentación formativa sobre el desempeño en sala.

Por tanto, es urgente promover un cambio metodológico en la formación jurídica, incorporando la litigación oral como eje transversal en los planes de estudio universitarios, y fomentar la cultura de la preparación estratégica previa a las audiencias. Solo a través de una litigación eficaz, técnica y profesional, será posible consolidar un modelo de justicia oral que garantice verdaderamente el acceso a derechos, el debido proceso y la equidad en los procesos no penales en el Ecuador.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cáceres Barreno LM, Andrade Ulloa DL. Uso de técnicas de litigación oral, su importancia para el proceso penal. *Imaginario Soc.* 2023;6(Extra 2):12.
2. Vélez DP. Nuevo proceso civil español: sobre algunas de las más positivas consecuencias de la apuesta por un modelo procesal oral, concentrado y sin intermediarios. *Rev Derecho Coquimbo.* 2007;14(1):131-70.

3. Lopez-Nuñez CL, Pérez-Curci JI, Zamora-Vázquez AF. Litigación oral y su importancia para el Componente de Asuntos Internos: Policía Nacional del Ecuador. *Rev Arbitr Interdiscip Koinonía*. 30 de junio de 2022;7(1):492-515.
4. Mac-Gregor EF. Aportaciones de Héctor Fix-Zamudio al Derecho procesal constitucional* [Internet]. 2004. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/1983645.pdf>
5. Redín LC. El reto para el proceso civil moderno: de la escritura a la oralidad. *Iuris Dictio* [Internet]. 1 de diciembre de 2003 [citado 26 de agosto de 2025];4(7). Disponible en: <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/iurisdiction/article/view/592>
6. Bermeo JE. Implementación del procedimiento oral para materias no penales en el sistema jurídico ecuatoriano y el tratamiento del mismo en el Proyecto de Código General del Proceso. *USFQ Law Rev*. 2013;1(1):3-11.
7. Delgado MFS, Barreto WER. El principio de oralidad y su repercusión en el sistema procesal ecuatoriano. *Rev Científica FIPCAEC Fom Investig Publ Científico-Téc Multidiscip ISSN 2588-090X Polo Capacit Investig Publ POCAIP*. 14 de septiembre de 2023;8(3):546-69.
8. Villacrés SEC, Moreira MMP, Villacrés IAC, Gonzabay OJQ, Vallejo RPC. La evolución de la oralidad en el sistema procesal ecuatoriano. *Cienc Educ*. 30 de junio de 2022;3(6):42-50.
9. Justicia más eficiente: Evaluación del impacto de la transición hacia los procesos orales en Ecuador | Publicaciones [Internet]. [citado 26 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://publications.iadb.org/es/publications/spanish/viewer/Justicia-m%C3%A1s-eficiente-Evaluaci%C3%B3n-del-impacto-de-la-transici%C3%B3n-hacia-los-procesos-orales-en-Ecuador.pdf>
10. Asamblea Nacional Ecuador. Constitución de la República del Ecuador [Internet]. 2008. Disponible en: https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf
11. Asamblea Nacional del Ecuador. Código Orgánico General de Procesos [Internet]. 2015. Disponible en: <https://www.secretariadelamazonia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/09/C%C3%93DIGO-ORG%C3%81NICO-GENERAL-DE-PROCESOS-COGEP.pdf>
12. BAYTELMAN A. A, DUCE J. M. Litigación Penal y Juicio Oral [Internet]. Vol. 2012. (Fundación Esquel, Ed.); Disponible en: https://intraweb.esquel.org.ec/images/libreria_Gestion_C/FINAL.pdf
13. Linzán-Saltos MF, Navarro-Cejas M, Párraga-Lino AB. Los principios procesales dentro del nuevo paradigma constitucional: breves comentarios al Código Orgánico General de Procesos del Ecuador. *NULLIUS Rev Pensam Crít En El Ámbito Derecho*. 6 de enero de 2023;4(1):40-56.
14. Palma M, Castañeda MT. Litigación oral: estrategia de enseñanza para el desarrollo de competencias argumentativas en la formación de profesores de educación secundaria. *Aula Abierta*. 1 de enero de 2015;43(1):39-46.
15. Mejía ML. Lic. Adriana Patricia Manosalvas.
16. Cabrera M de JB, Merino ENS. Estrategias de litigación oral en las audiencias en procesos reivindicatorios y la tutela judicial efectiva. *Opuntia Brava*. 15 de abril de 2024;16(2):87-100.
17. García-Díaz J, Latorre-Shuguli M. La prueba en procesos laborales: El deber de probar y la inversión probatoria. *593 Digit Publ CEIT*. 4 de julio de 2024;9(4):139-54.

18. Vista de El proceso contencioso administrativo en Ecuador: una aproximación didáctica | Revista Cálamo [Internet]. [citado 26 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://revistas.udlapublicaciones.com/index.php/RevistaCalamo/article/view/21/39>
19. Romo MCS, Moscoso JMC. E-justicia en Ecuador: inclusión de las TIC en la administración de justicia. Foro Rev Derecho. 1 de julio de 2021;(36):91-110.
20. Scaglia R, Nicora G, Kv SE. Mecanismos alternativos de resolución de conflictos.

ANÁLISIS DE LA EFECTIVIDAD DE LAS POLÍTICAS AMBIENTALES EN LA REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN

ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF ENVIRONMENTAL POLICIES IN POLLUTION REDUCTION

Angie Belén Vélez Sánchez¹, José Jesús Pico Macías², Gabriela Stefania Mora Pin³,

José Damián Ponce López⁴

{velez-angie5375@unesum.edu.ec¹, josejesuspicomacias@gmail.com², mora-gabriela4504@unesum.edu.ec³, damipl80@hotmail.com⁴}

Fecha de recepción: 14/07/2025 / Fecha de aceptación: 05/08/2025 / Fecha de publicación: 07/10/2025

RESUMEN: Este artículo analiza la efectividad de las políticas ambientales implementadas en América Latina para reducir la contaminación, enfocándose en la comparación entre países con distintos contextos sociales, económicos e institucionales, el objetivo es identificar las principales políticas adoptadas, evaluar su implementación y resultados, y proponer recomendaciones para mejorar su impacto en la protección ambiental y la calidad de vida. La metodología empleada se basa en un enfoque mixto que combina análisis cualitativo y cuantitativo, se realizó una revisión sistemática de literatura científica y normativa, estudios de caso y análisis de datos de organismos oficiales. El estudio se centró en cinco países representativos: Ecuador, Colombia, México, Chile y Costa Rica, para ello, se utilizaron indicadores como calidad del aire, cobertura forestal, manejo de residuos y emisiones de CO₂, comparando su evolución antes y después de la aplicación de políticas específicas. Los resultados muestran que las políticas más exitosas son las sostenidas en el tiempo, con regulación estricta, incentivos económicos, innovación tecnológica y participación ciudadana. Costa Rica y Chile destacan por su institucionalidad ambiental sólida, recursos adecuados y sistemas de monitoreo avanzados, logrando reducciones significativas en contaminación y aumentos en cobertura forestal, en contraste, Ecuador y México presentan avances normativos, pero enfrentan limitaciones en su aplicación, debido a debilidades institucionales y falta de recursos. Los estudios de caso evidencian que la adaptación al contexto local y la combinación de regulación, incentivos y tecnología incrementan la efectividad, se concluye que la efectividad de las políticas ambientales depende de la fortaleza institucional, la continuidad

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

²Instituto de posgrado, Programa de Maestría en Gestión Ambiental, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Manabí, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0005-9762-7380>

³Instituto de posgrado, Programa de Maestría en Gestión Ambiental, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Manabí, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0003-3601-4984>

⁴Instituto de posgrado, Programa de Maestría en Gestión Ambiental, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Manabí, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0003-9050-2871>

política y la participación social, se recomienda fortalecer la fiscalización, integrar políticas sectoriales, mejorar la educación ambiental y adaptar las estrategias a cada realidad local, destacando la importancia de la corresponsabilidad y la innovación para un desarrollo sostenible.

Palabras clave: políticas ambientales, contaminación, regulación, innovación, efectividad, desarrollo sostenible

ABSTRACT: This article analyzes the effectiveness of environmental policies implemented in Latin America to reduce pollution, focusing on comparisons between countries with different social, economic, and institutional contexts. The objective is to identify the main policies adopted, evaluate their implementation and results, and propose recommendations to improve their impact on environmental protection and quality of life. The methodology used is based on a mixed approach that combines qualitative and quantitative analysis. A systematic review of scientific and regulatory literature, case studies, and analysis of data from official agencies were conducted. The study focused on five representative countries: Ecuador, Colombia, Mexico, Chile, and Costa Rica. To do so, indicators such as air quality, forest cover, waste management, and CO₂ emissions were used, comparing their evolution before and after the implementation of specific policies. The results show that the most successful policies are those sustained over time, with strict regulation, economic incentives, technological innovation, and citizen participation. Costa Rica and Chile stand out for their solid environmental institutions, adequate resources, and advanced monitoring systems, achieving significant reductions in pollution and increases in forest cover. In contrast, Ecuador and Mexico have made regulatory progress but face limitations in their implementation due to institutional weaknesses and lack of resources. The case studies show that adaptation to the local context and the combination of regulation, incentives, and technology increase effectiveness. It is concluded that the effectiveness of environmental policies depends on institutional strength, political continuity, and social participation. It is recommended to strengthen oversight, integrate sectoral policies, improve environmental education, and adapt strategies to each local situation, highlighting the importance of co-responsibility and innovation for sustainable development.

Keywords: environmental policies, pollution, regulation, innovation, effectiveness, sustainable development

INTRODUCCIÓN

La problemática ambiental es uno de los grandes retos del siglo XXI, impulsada por el crecimiento industrial, la expansión urbana, la deforestación y el uso excesivo de combustibles fósiles, estos factores han generado altos niveles de contaminación del aire, agua y suelo, afectando la salud, la biodiversidad y los ecosistemas, frente a ello, los gobiernos han adoptado políticas para mitigar impactos, preservar recursos y promover un desarrollo sostenible (1).

Las políticas ambientales son herramientas legales, técnicas e institucionales que buscan reducir los efectos negativos de la actividad humana sobre el entorno, incluyen desde leyes e incentivos hasta tecnologías limpias y participación ciudadana, en América Latina, su institucionalización ha sido progresiva, influida por acuerdos internacionales como la Agenda 2030 y la presión social ante la degradación ambiental.

Pese a contar con marcos normativos ambiciosos, muchas políticas ambientales en la región muestran baja efectividad por su débil implementación, la falta de diagnósticos, recursos, coordinación institucional y voluntad política, junto con la corrupción y escasa participación ciudadana, limitan sus resultados, por ello, es necesario evaluar críticamente qué políticas han sido eficaces y por qué otras no han alcanzado sus objetivos (2).

En América Latina, la combinación de industrialización acelerada, expansión urbana, deforestación y sobreexplotación de recursos ha elevado la contaminación, afectando gravemente la salud, la biodiversidad y los ecosistemas (3).

Uno de los mayores desafíos es la brecha entre la normativa ambiental y su aplicación, aunque existen leyes que garantizan un ambiente sano, los países enfrentan limitaciones como escasez de recursos, debilidad institucional, falta de personal técnico y baja cultura ambiental, esto impide que las políticas se implementen eficazmente (4).

La problemática ambiental en Ecuador se caracteriza por la coexistencia de un marco normativo avanzado y una notoria brecha en su aplicación efectiva, si bien la Constitución de 2008 reconoce los derechos de la naturaleza (Art. 71-74) y el país ha desarrollado políticas como el Plan Nacional del Buen Vivir y la Estrategia Nacional de Biodiversidad, estas herramientas enfrentan serias dificultades durante su puesta en práctica, la falta de recursos, la inestabilidad institucional y la escasa actualización de datos ambientales dificultan la evaluación y sostenibilidad de las estrategias implementadas (5).

El propósito principal de este artículo es examinar cuán efectivas son las políticas ambientales en la lucha contra la contaminación, con un enfoque especial en los contextos de América Latina, siendo los objetivos específicos: identificar las políticas ambientales más relevantes adoptadas en ciertos países de la región; evaluar cómo se han implementado, monitoreado y qué resultados han obtenido; y ofrecer recomendaciones para potenciar su impacto en la protección del medio ambiente y en la calidad de vida de las personas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se basó en una metodología de enfoque mixto, que combina el análisis cualitativo y cuantitativo para evaluar cuán efectivas son las políticas ambientales en la reducción de la contaminación en contextos latinoamericanos, esta estrategia metodológica permite una comprensión más completa del problema planteado, ya que toma en cuenta tanto la dimensión normativa e institucional de las políticas como los resultados medibles en indicadores ambientales clave.

En primera instancia, se realizó una revisión sistemática documental exhaustiva de fuentes primarias y secundarias, las fuentes primarias incluyeron leyes, decretos, planes nacionales de desarrollo, políticas públicas ambientales, estrategias de cambio climático, informes de gestión gubernamental y reportes de organismos multilaterales como el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID); las fuentes secundarias contemplaron artículos científicos, libros especializados, tesis de investigación, y publicaciones académicas relevantes sobre políticas ambientales y contaminación en América Latina durante el período 2000-2024, las cuales fueron adquiridas de bases como Scopus, Bing, Science Direct, Redalyc y Scielo.

La selección de los países de estudio se basó en un enfoque mixto que integró análisis cualitativo y cuantitativo, en base a los criterios de representatividad regional, disponibilidad de información oficial y diversidad en el diseño e implementación de políticas ambientales, en este sentido, se analizaron los casos de Ecuador, Colombia, México, Chile y Costa Rica, debido a sus contrastes en el marco normativo, niveles de inversión pública, grado de institucionalización ambiental y resultados en indicadores de contaminación.

Posteriormente, se desarrolló un análisis comparativo de los marcos legales e institucionales de los países seleccionados, este análisis incluyó el examen de las estructuras organizativas de los ministerios de ambiente, los mecanismos de fiscalización y control, la existencia de políticas transversales y multisectoriales, y la articulación con actores subnacionales y sociedad civil, se establecieron categorías analíticas como: diseño normativo, implementación operativa, mecanismos de seguimiento y evaluación, participación ciudadana, y resultados medibles.

Tabla 1. Antes y después de la implementación de políticas específicas.

País	Indicador	Año base	Año reciente	Variación (%)	Observación sobre la efectividad
Costa Rica	Cobertura forestal (%)	2000	2022	+29%	Muy efectiva: fuerte aumento por políticas sostenidas de reforestación, incentivos económicos y educación ambiental.
Colombia	Emisiones CO ₂ transporte (Mt)	2010	2020	-35%	Efectiva: reducción significativa por políticas de movilidad sostenible, especialmente en Medellín.
Chile	PM2.5 Santiago (µg/m ³)	2010	2020	-45%	Muy efectiva: fuerte reducción por planes de descontaminación y control industrial.
Ecuador	Calidad aire (Quito, µg/m ³ PM10)	2012	2022	-4%	Poco efectiva: mejora marginal, limitada por debilidades institucionales y falta de mantenimiento.
México	Tasa reciclaje residuos (%)	2010	2020	+5%	Poco o moderadamente efectiva: avance modesto debido a implementación dispar y debilidad institucional.

Fuente: (6).

Para la dimensión cuantitativa, se recopiló información estadística de bases de datos oficiales como el Observatorio de Sostenibilidad Ambiental de la CEPAL, el Sistema de Información sobre

Indicadores de Desarrollo Sostenible (ODS) y los reportes del Banco Mundial, se trabajó con indicadores específicos como: concentración de material particulado (PM10 y PM2.5) en zonas urbanas, niveles de dióxido de carbono (CO₂), calidad del agua superficial, porcentaje de cobertura vegetal, tasa de generación de residuos sólidos urbanos y volumen de residuos tratados adecuadamente, estos indicadores se analizaron en series temporales de 10 a 20 años, a fin de observar tendencias antes y después de la implementación de políticas ambientales relevantes en cada país.

Con el fin de enriquecer el análisis y considerar la dimensión social, se incluyeron estudios de caso emblemáticos en cada país, por ejemplo, se revisaron los programas de reforestación urbana en Quito (Ecuador), las políticas de movilidad sostenible en Medellín (Colombia), la estrategia nacional de gestión de residuos en Costa Rica, el sistema de monitoreo de calidad del aire en Santiago de Chile y las iniciativas de justicia ambiental en comunidades indígenas de México, estos estudios de caso permitieron vincular la política pública con la experiencia concreta de los territorios, identificando barreras, facilitadores y resultados percibidos por la población.

Por último, se sistematizó la información obtenida mediante matrices comparativas y mapas conceptuales, esta sistematización permitió identificar patrones comunes y diferencias significativas entre los países analizados, la triangulación de datos cualitativos y cuantitativos fortaleció la validez de los resultados, al integrar diversas fuentes de información y contrastar evidencia empírica con el marco conceptual adoptado.

RESULTADOS

El análisis comparativo de las políticas ambientales llevadas a cabo en cinco países de América Latina, como Ecuador, Colombia, México, Chile y Costa Rica, ha puesto de manifiesto una serie de patrones comunes, diferencias notables y elementos clave que influyen en su efectividad para disminuir la contaminación ambiental. A continuación, se presentan los hallazgos más relevantes, organizados según los objetivos específicos establecidos en la investigación.

1. Políticas ambientales adoptadas en los países seleccionados

Todos los países analizados cuentan con marcos normativos que reconocen el derecho a un ambiente sano y establecen lineamientos para la protección ambiental, en Ecuador, por ejemplo, la Constitución de 2008 consagra los derechos de la naturaleza (Art. 71-74), lo que ha dado origen a políticas como el Plan Nacional del Buen Vivir y la Estrategia Nacional de Biodiversidad (7); Colombia ha desarrollado instrumentos como el Plan Nacional de Desarrollo Sostenible y el Sistema Nacional Ambiental (SINA), que integra múltiples instituciones y niveles de gobierno (8).

México cuenta con una Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, que establece la regulación de emisiones, residuos y recursos naturales; Chile, por su parte, ha implementado planes nacionales de descontaminación atmosférica en ciudades con niveles críticos de polución; mientras que Costa Rica se destaca por su Estrategia Nacional de

Descarbonización y por haber alcanzado una matriz energética compuesta en más del 90% por fuentes renovables (9).

Las políticas más comunes entre los países estudiados incluyen programas de reforestación, control de emisiones industriales, promoción de energías limpias, regulación del uso del suelo, gestión integral de residuos sólidos y campañas de educación ambiental, sin embargo, se observó una gran variabilidad en el grado de implementación, cobertura territorial, continuidad temporal y recursos asignados a estas políticas; mientras en Costa Rica se evidenció un modelo coherente y sostenido en el tiempo, con metas claras y participación interinstitucional, en otros países las políticas se ven afectadas por cambios de gobierno, falta de financiamiento o debilidades técnicas.

2. Evaluación de implementación y resultados

Se identificaron diferencias significativas en la capacidad de las instituciones para implementar políticas ambientales, por un lado, Costa Rica y Chile cuentan con organismos técnicos que gozan de gran autonomía y recursos propios, lo que les permite monitorear, evaluar y ajustar sus políticas en tiempo real, en cambio, Ecuador y México enfrentan restricciones presupuestarias y una alta rotación de personal, lo que impacta negativamente en la sostenibilidad de sus políticas a largo plazo y en Colombia, aunque se ha logrado avanzar en la coordinación interinstitucional, todavía existen desafíos en la colaboración entre los niveles nacional, departamental y municipal.

Uno de los hallazgos más relevantes del estudio fue la importancia de contar con indicadores claros y sistemas de monitoreo ambiental para evaluar el impacto de las políticas, en Chile, los planes de descontaminación atmosférica incluyen metas específicas de reducción de PM_{2.5} y PM₁₀, y los avances son publicados periódicamente por el Ministerio del Medio Ambiente, en Costa Rica, se evalúan de forma regular los niveles de emisiones de gases de efecto invernadero, y se ha logrado una reducción sostenida del 13% en los últimos diez años, en cambio, en Ecuador y México, la información estadística es dispersa, poco actualizada o limitada a ciertos sectores o regiones, lo que dificulta la evaluación rigurosa de las políticas (10).

No obstante, en Ecuador se ha contrastado la información del Ministerio del Ambiente con reportes de organizaciones como EcoCiencia y datos del Banco Mundial para evaluar la cobertura forestal y así mismo en México, entrevistas con líderes comunitarios en Oaxaca han revelado cómo las acciones locales logran frenar la contaminación incluso en ausencia de políticas estatales activas.

Tabla 2. Niveles de emisión de gas de efecto invernadero.

País	Emisiones de CO ₂ per cápita (t)	Tendencia reciente (2010-2023)
Ecuador	2,4	Estable, leve aumento desde 2015
Colombia	1,7	Lento aumento, alta variabilidad
México	3,7	Disminución leve tras 2019
Chile	4,6	Estable, ligera disminución reciente
Costa Rica	1,2	Descenso sostenido desde 2010

Fuente (5).

Desde una perspectiva de resultados ambientales, se identificaron impactos positivos en aquellos países donde las políticas fueron implementadas con planificación, seguimiento y participación ciudadana; en Costa Rica, por ejemplo, la combinación de incentivos fiscales, educación ambiental y mecanismos de pago por servicios ecosistémicos ha permitido aumentar la cobertura forestal de 21% en 1983 a más del 50% en la actualidad, en Colombia, la política de movilidad sostenible en Medellín redujo en un 35% las emisiones de CO₂ provenientes del transporte urbano entre 2010 y 2020, en Chile, las políticas de control industrial en Santiago han disminuido en más del 40% los niveles de material particulado fino en la última década (11).

En cambio, en Ecuador y México se evidencian políticas bien formuladas, pero con resultados ambientales limitados debido a problemas estructurales, en Ecuador, a pesar de las leyes ambientales y los programas nacionales, los niveles de contaminación del aire en ciudades como Quito o Guayaquil no han mejorado significativamente en los últimos años, en México, la descentralización de la gestión ambiental ha generado disparidades territoriales, y muchas regiones carecen de capacidades para aplicar la normativa ambiental, especialmente en zonas rurales e indígenas (11).

3. Estudios de caso representativos y su impacto ambiental

Se presentan cinco estudios de caso que analizan cómo la aplicación de políticas ambientales en cinco países latinoamericanos ha impactado en la reducción de la contaminación, especialmente de CO₂.

Tabla 3. Aplicación de políticas ambientales en países latinoamericanos.

País	Estudio de caso	Tipo de política	Resultados en reducción de CO ₂ o contaminación	Efectividad
Ecuador	Programa de reforestación urbana “Quito Verde” (12)	Educativa y ambiental	Mejora del 5% en calidad del aire en zonas intervenidas	Limitada: buena intención, pero baja sostenibilidad y falta de mantenimiento
Colombia	Estrategia de movilidad sostenible en Medellín (8)	Económica y regulatoria	Reducción del 35% en emisiones de CO ₂ del transporte urbano	Alta: coordinación interinstitucional y participación ciudadana
México	Iniciativas indígenas de justicia ambiental en Oaxaca (13)	Comunitaria/autogestión	Reducción localizada de contaminación de ríos y freno a la deforestación	Moderada: sin política estatal formal, pero con impacto real en territorios
Chile	Plan de descontaminación atmosférica en Santiago (PPDA) (14)	Regulatoria y tecnológica	Reducción de 45% en PM _{2.5} y 38% en PM ₁₀ entre 2010 y 2020	Muy alta: ejemplo de política estructurada y sostenida en el tiempo
Costa Rica	Gestión integral de residuos y Estrategia Nacional de Descarbonización (15)	Económica, educativa, regulatoria	Reducción sostenida del 13% en emisiones de CO ₂ desde 2010 y aumento de reciclaje (25%)	Alta: institucionalidad fuerte y apoyo multisectorial

Estos estudios permiten identificar que la reducción de CO₂ y otros contaminantes no depende únicamente de tener leyes, sino de su implementación efectiva, seguimiento técnico, participación social y adecuación al contexto local.

4. Factores que inciden en la efectividad de las políticas ambientales

A partir del análisis de los casos estudiados, se identificaron cinco factores clave que determinan la efectividad de las políticas ambientales en la reducción de la contaminación:

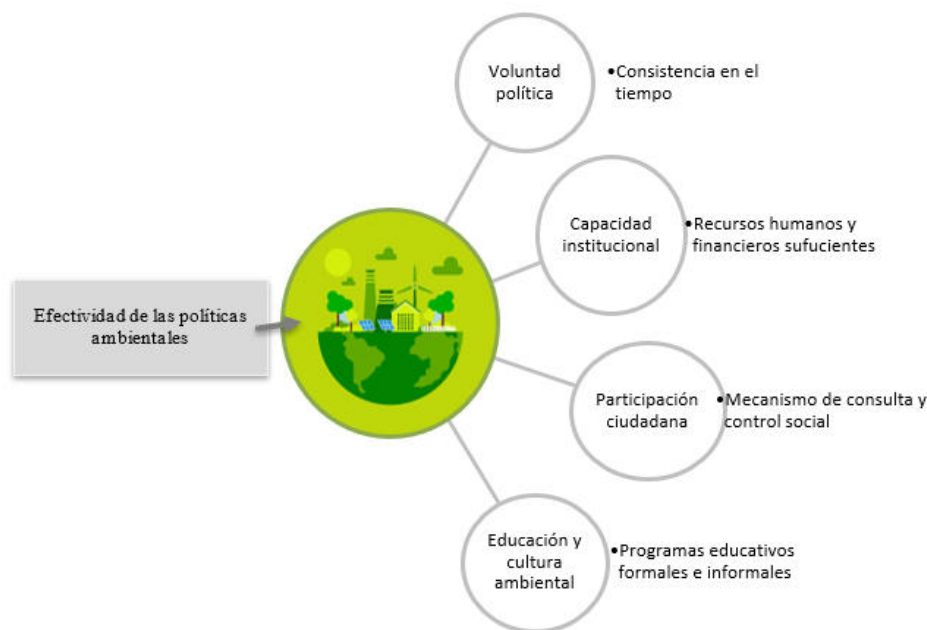


Figura 1. Efectividad de las políticas ambientales.

a) Voluntad política sostenida: Los países con mayor éxito en sus políticas ambientales comparten una visión de largo plazo, respaldada por decisiones políticas firmes y estables, independientemente de los cambios de gobierno, esto garantiza continuidad y coherencia en las acciones ambientales.

b) Capacidad institucional y técnica: Contar con organismos ambientales que tengan autonomía, un presupuesto adecuado, personal capacitado y herramientas tecnológicas es fundamental para lograr una implementación efectiva.

c) Participación ciudadana y control social: Las políticas que incluyen procesos participativos, acceso a la información y mecanismos de denuncia han demostrado tener mayor legitimidad y eficacia, la presión social ha sido crucial para señalar malas prácticas, exigir rendición de cuentas y fomentar mejoras en las políticas.

d) Educación y cultura ambiental: La conciencia de la ciudadanía sobre la importancia de cuidar el medio ambiente impulsa la adopción de comportamientos sostenibles y disminuye la resistencia a cambios en los patrones de consumo y producción.

e) Sistemas de monitoreo y evaluación: Las políticas que integran indicadores claros, líneas base, metas cuantificables y sistemas de seguimiento permiten ajustes oportunos y una mejor rendición de cuentas, aumentando su efectividad (16).

5. Limitaciones estructurales comunes: A pesar de los avances que hemos visto, el estudio reveló una serie de limitaciones estructurales que impactan de manera constante la efectividad de las políticas ambientales en los países que se analizaron.

En la Tabla 4 se presentan las limitaciones estructurales que afectan de manera recurrente la efectividad de las políticas ambientales.

Tabla 4. Limitaciones estructurales comunes.

Limitaciones	Desarrollo
Fragmentación institucional	Se manifiesta en la dispersión de competencias ambientales entre diversas entidades, sin una jerarquía clara ni una buena coordinación, esto provoca que haya funciones duplicadas o, por el contrario, vacíos en la responsabilidad.
Insuficiencia presupuestaria	Las agencias ambientales suelen recibir fondos muy por debajo de lo necesario, lo que limita su capacidad para ejecutar programas, contratar personal técnico y adquirir el equipo adecuado.
Débil fiscalización	La capacidad de controlar y sancionar a quienes incumplen la normativa ambiental es bastante limitada, especialmente en áreas rurales, fronterizas o de difícil acceso.
Dependencia del extractivismo	Los modelos económicos que se basan en la extracción de recursos naturales generan presiones políticas que debilitan las medidas de protección ambiental o permiten excepciones legales.
Baja cultura ambiental	La baja cultura ambiental en amplios sectores de la población dificulta una comprensión integral de los problemas ecológicos y frena una actitud proactiva frente a la contaminación.

(16) analiza las limitaciones estructurales que afectan la efectividad de las políticas ambientales, destacando que estas barreras van más allá del diseño normativo y se arraigan en la gobernanza y capacidad institucional, su aporte fundamental radica en identificar que la fragmentación institucional, la insuficiencia presupuestaria, la débil fiscalización, la dependencia del extractivismo y la baja cultura ambiental constituyen obstáculos recurrentes para la implementación eficaz de las políticas ambientales. Sostiene que solo a través de reformas estructurales que fortalezcan la coordinación, aseguren recursos adecuados y fomenten la participación social, es posible superar dichos desafíos y transformar realmente los modelos de desarrollo hacia la sostenibilidad, su enfoque promueve un análisis integral, subrayando que la

efectividad ambiental requiere una acción multisectorial, coherente y respaldada por una gobernanza sólida (16).

6. Comparación de indicadores ambientales

La recopilación y análisis de datos estadísticos permitió construir una tabla comparativa con algunos indicadores clave en los países estudiados, antes y después de la implementación de las principales políticas ambientales.

Tabla 5. Comparación de indicadores ambientales.

País	Indicador	Año base	Año reciente	Variación (%)
Costa Rica	Cobertura forestal (%)	2000	2022	+29%
Colombia	Emisiones CO ₂ transporte (Mt)	2010	2020	-35%
Chile	PM2.5 Santiago (µg/m ³)	2010	2020	-45%
Ecuador	Calidad aire (Quito, µg/m ³ PM10)	2012	2022	-4%
México	Tasa reciclaje residuos (%)	2010	2020	+5%

La comparación muestra que Costa Rica, Chile y Colombia son países con políticas más consistentes y mejor implementadas que han logrado reducciones significativas en contaminación o mejoras en cobertura forestal, en cambio, en Ecuador y México, los avances han sido más modestos, lo que confirma la correlación entre la calidad de la gestión ambiental y los resultados medibles (17).

(6) menciona que, el comparar indicadores ambientales, permiten identificar avances y retrocesos en aspectos como calidad del aire y emisiones, existen obstáculos comunes como la fragmentación institucional, falta de recursos y baja cultura ambiental que limitan el impacto real de las políticas, su enfoque destaca que estos datos deben interpretarse considerando capacidades estatales y participación social, y pide reformas estructurales para fortalecer la gestión ambiental en la región.

7. Síntesis general de hallazgos

El análisis realizado permite establecer una tipología general del desempeño de las políticas ambientales en los países estudiados, se identifican tres grupos:

- a) **Países con políticas ambientales altamente efectivas:** Costa Rica y Chile destacan por contar con una institucionalidad ambiental sólida, marcos normativos coherentes, alta inversión pública y sistemas de monitoreo avanzados, estos países muestran mejoras significativas en calidad del aire, cobertura forestal y manejo de residuos, además, promueven una ciudadanía ambientalmente activa, apoyada por programas de educación ambiental formal e informal (18).
- b) **País con política parcialmente efectiva:** Colombia se encuentra en una situación intermedia, posee buenas políticas en el papel, con algunas experiencias exitosas a nivel urbano o regional (como Medellín), pero aún enfrenta desafíos en la implementación nacional, especialmente en regiones periféricas, su principal reto es lograr la coordinación

entre los distintos niveles de gobierno y asegurar la continuidad de los programas ambientales (19).

- c) **Países con políticas ambientales limitadas en efectividad:** México y Ecuador presentan avances normativos importantes, pero con impactos ambientales relativamente bajos, en ambos casos, la debilidad institucional, la falta de recursos, la presión de intereses extractivos y la baja cultura ambiental dificultan la implementación de medidas efectivas, se evidencian políticas fragmentadas, discontinuas y poco evaluadas (20).

El análisis revela que la efectividad de las políticas ambientales no depende solo de la existencia de marcos normativos, sino de factores como la solidez institucional, el financiamiento adecuado, la participación ciudadana y el seguimiento técnico; Costa Rica y Chile logran mejores resultados gracias a su planificación sostenida, mientras que Colombia avanza a nivel local pero enfrenta retos de coordinación nacional, en cambio, Ecuador y México muestran debilidades estructurales que limitan el impacto de sus políticas, evidenciando que sin capacidad operativa y compromiso político real, las buenas intenciones no se traducen en mejoras ambientales efectivas.

Tabla 6. Matriz comparativa de las políticas ambientales en los países seleccionados.

País	Política Ambiental Principal	Tipo de Instrumento	Sector Prioritario	Institución Responsable	Nivel de Implementación	Resultado Clave Observado
Costa Rica	Estrategia Nacional de Descarbonización	Económico, Educativo	Energía, Transporte	MINAE	Nacional	Reducción de 13% de emisiones CO ₂
Chile	Plan de Descontaminación Atmosférica	Regulatorio, Tecnológico	Aire	Ministerio del Medio Ambiente	Nacional y regional	Reducción de PM2.5 en 45%
Colombia	Política de Movilidad Sostenible en Medellín	Económico, Regulatorio	Transporte	Alcaldía de Medellín	Local	Disminución de CO ₂ en 35%
Ecuador	Quito Verde y Reforestación Urbana	Educativo, Ambiental	Suelo, Aire	Municipio de Quito	Local	Mejora parcial de calidad del aire (5%)
México	Ley General de Equilibrio Ecológico	Regulatorio	Residuos, Agua	SEMARNAT	Nacional y estatal	Incremento modesto en reciclaje (5%)

8. Resultados respecto a la reducción de la contaminación

En relación con la contaminación atmosférica, se constató que las políticas más efectivas fueron aquellas que combinan restricciones legales con incentivos económicos y alternativas viables; por ejemplo, los subsidios para cambiar calefactores contaminantes por sistemas eléctricos en Chile fueron más exitosos que las prohibiciones sin acompañamiento, en transporte, el fortalecimiento

del sistema público y el uso de tecnologías limpias han demostrado ser más eficaces que las medidas punitivas aisladas.

Cuando hablamos de la contaminación del agua, los programas más efectivos han sido aquellos que combinan el tratamiento de aguas residuales, el control de vertidos industriales y campañas de concienciación para la ciudadanía, por ejemplo, en Costa Rica y en algunas ciudades de México se han logrado avances significativos, aunque todavía hay serios problemas en áreas rurales y ribereñas, en Ecuador, a pesar de las inversiones en infraestructura, la falta de mantenimiento de las plantas de tratamiento sigue afectando los resultados.

En cuanto al manejo de residuos sólidos, los enfoques de economía circular, cuando fueron apoyados por marcos legales coherentes y programas municipales integrales, mostraron buenos resultados, sin embargo, en muchos contextos persiste la informalidad, el vertido a cielo abierto y la baja separación en origen, lo que limita el impacto de las políticas implementadas. Finalmente, en lo que respecta a la contaminación del suelo por agroquímicos y residuos industriales, los resultados fueron menos alentadores, pocos países han desarrollado regulaciones efectivas para el uso de pesticidas o mecanismos de control de pasivos ambientales, la falta de fiscalización y el escaso acceso a tecnologías limpias para el sector agrícola constituyen barreras persistentes.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio corroboran lo señalado por diversos autores sobre la efectividad desigual de las políticas ambientales en América Latina, Martínez-Alier (2022) destaca que los países que integran la participación ciudadana en sus procesos de toma de decisiones ambientales y que disponen de marcos institucionales sólidos, tienden a lograr resultados más sostenibles, como es el caso de Costa Rica y Chile (1), (8), que en este análisis muestran mejoras notables en indicadores clave como la calidad del aire, cobertura forestal y reducción de emisiones de CO₂. Estos hallazgos también coinciden con lo planteado por Castro, Hogenboom y Baud (2019), quienes enfatizan que la gobernanza ambiental efectiva requiere no solo leyes ambiciosas, sino también coordinación intersectorial, voluntad política sostenida y asignación adecuada de recursos (2).

Por otro lado, los casos de Ecuador y México reflejan las advertencias hechas por Rodríguez Becerra y Espinoza (2022), quienes identifican la fragmentación institucional, la debilidad en los mecanismos de fiscalización y la insuficiencia presupuestaria como limitaciones estructurales comunes en la región. La falta de actualización de datos, la alta rotación de personal técnico y la escasa educación ambiental dificultan en estos países la implementación de políticas efectivas, aun cuando existan marcos legales avanzados (6).

Asimismo, Córdova (2018) argumenta que las reformas estructurales en la gobernanza son indispensables para lograr una transición ambiental sólida, lo cual se refleja en la necesidad de fortalecer las capacidades estatales, generar políticas con enfoque territorial y promover una cultura de corresponsabilidad (16). En este sentido, los hallazgos de esta investigación no solo

validan los enfoques teóricos previamente expuestos, sino que también aportan evidencia empírica que demuestra cómo la combinación de regulación, tecnología, incentivos económicos y participación social puede marcar una diferencia significativa en la reducción de la contaminación, por tanto, este estudio no se limita a describir resultados, sino que también pone en relieve la urgencia de diseñar políticas ambientales contextualizadas, evaluables y sostenibles en el tiempo, capaces de responder a las múltiples dimensiones del problema ambiental en América Latina.

CONCLUSIONES

La efectividad de las políticas ambientales está directamente relacionada con la fortaleza institucional, la continuidad política y la participación social, los países que han logrado avances sostenidos cuentan con organismos ambientales autónomos, recursos suficientes y sistemas de monitoreo avanzados, por eso, la reducción de la contaminación requiere un enfoque integral y adaptativo, que combine regulaciones estrictas, incentivos económicos, innovación tecnológica y educación ambiental, las políticas aisladas o fragmentadas tienden a tener impactos limitados.

Las reformas estructurales son indispensables para superar las barreras identificadas, especialmente en cuanto a financiamiento, coordinación interinstitucional y fortalecimiento de la cultura ambiental, la adaptación al contexto local y la inclusión de actores sociales son claves para maximizar los beneficios de las políticas y garantizar su legitimidad y sostenibilidad en el tiempo, no obstante, la transformación hacia sociedades sostenibles exige compromiso político, conocimiento técnico y corresponsabilidad social, así como mecanismos de evaluación y ajuste permanente para responder a los desafíos ambientales emergentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Martínez-Alier J. El ambientalismo de los pobres [Internet]. 2022 [cited 2025 Jul 11]. 328 p. Available from: https://www.e-elgar.com/shop/usd/the-environmentalism-of-the-poor-9781840649093.html?srsId=AfmBOoqRup36vCj-fxHDYcG7LizjL_LIMPpf4Or5dvxl4eJ7Svm8URBJ
2. Castro F de, Hogenboom B, Baud M. Gobernanza ambiental en América Latina [Internet]. 2019 [cited 2025 Jul 11]. 200 p. Available from: https://www.researchgate.net/publication/299587139_Environmental_governance_in_Latin_America
3. De la De la Mora-De la Mora G. Conceptual and Analytical Diversity of Environmental Governance in Latin America: A Systematic Review. *Environ Manage* [Internet]. 2023 Apr 1 [cited 2025 Jul 12];71(4):847–66. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00267-022-01739-z>
4. Alves EEC, Steiner AQ, Amaral AMF. Gobernanza ambiental y relaciones internacionales: una revisión sistemática de teorías, métodos y problemas en publicaciones latinoamericanas. *Rev Relac Int* [Internet]. 2023 [cited 2025 Jul 12];96(2):70–104. Available from: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-

45822023000200070

5. Maldonado FLM, Yáñez KAY. The environmental constitutionalism in ecuador. *Actual Juridica Ambient*. 2020;2020(97):4–31.
6. Rodriguez Becerra M, Espinoza G. Gestión ambiental en América Latina y el Caribe, Evolucion, tendencias y principales prácticas [Internet]. Banco Interamericano de Desarrollo Sostenible. 2022 [cited 2025 Jul 25]. 332 p. Available from: <http://www.iadb.org/sds/env>
7. Coloma JA, Cherrez WS, Pérez NI, Pérez Mayorga B. Los derechos de la naturaleza en el Ecuador. *Iustitia Soc*. 2022;7(2):887.
8. Molina D. Gobernanza ambiental en Colombia: la acción estatal y de los movimientos sociales. *Ambient y Desarro*. 2014;18(34).
9. Niño Villamizar YA, Nieves Plata ME, Cortés Jiménez CA. Desafíos de la transición energética sostenible. *Rev Fac Ciencias Económicas*. 2023 Dec 15;31(2):137–58.
10. Carrión A, Cisneros P. Vista de Cambio climático: políticas públicas y acción climática en América Latina. *Estado comunes, Rev políticas y Probl públicos* [Internet]. 2023 [cited 2025 Jul 12];16(1):15–8. Available from: https://revistas.iaen.edu.ec/index.php/estado_comunes/article/view/295/587
11. Panduro J, Ruiz J, Holgado AM, Fierro M, Martinez F, Velarde L, et al. La Educación Ambiental EnLatinoamérica: Logros YDesafíos [Internet]. Vol. 1, Eidec. 2023. 1–44 p. Available from: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8250884>
12. Quito Informa. Quito más verde que nunca: este 24 noviembre, juntamos nuestras manos para una gran jornada de reforestación – Quito Informa [Internet]. Quito informa. 2024 [cited 2025 Jul 13]. p. 1–2. Available from: <https://www.quitoinforma.gob.ec/2024/11/06/quito-mas-verde-que-nunca-este-24-noviembre-juntamos-nuestras-manos-para-una-gran-jornada-de-reforestacion/>
13. Garzón López P. Justice and indigenous governance. An experience as a community authority. *Eunomia. Revista en Cultura de la Legalidad*. 2022.
14. De la Cuadra FM. Conflicto ambiental y acción colectiva en Chile: el caso de la contaminación atmosférica de Santiago. *Ecol Política Nat Soc y utopía*. 2002;277–92.
15. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Plan Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos 2019-2025 Costa Rica [Internet]. 2021. 1–43 p. Available from: https://unipemy.sharepoint.com/:b:/g/personal/renzo_solano_r_uni_pe/EbWEeOIJk3VBgGo5sJsPCicB4J-wl8p7ln5wHhQUxJVtYQ?e=dBpoyY
16. Córdova M. Gobernanza y políticas públicas. 2018. 447 p.
17. Jorge Mario Rodriguez. La conservación de los bosques de Costa Rica genera beneficios [Internet]. Grupo Banco Mundial. 2022 [cited 2025 Jul 13]. p. 5–8. Available from: <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2022/11/16/costa-rica-s-forest-conservation-pays-off>
18. OECD. OECD Environmental Performance Reviews, Costa rica 2023. 2023. 151 p.
19. Alva IL, Cardenas M. Comprender y superar la (in)coherencia de las políticas para controlar la deforestación en Colombia [Internet]. 2024 [cited 2025 Jul 13]. Available from: <https://www.sei.org/publications/policy-incoherence-deforestation-colombia/>

20. Maldonado-Guzmán G, Molina-Morejón VM, del Toro RJ. Environmental Regulations in Eco-Innovation and Sustainable Performance in Mexican Automotive Industry. *Granja*. 2024;39(1):80–93.

DISEÑO DE UN FORO DE DISCUSIÓN QUE CONTRIBUYA CON LA MEJORA DE HABILIDADES DE ESCRITURA EN ESTUDIANTES DE UNA INSTITUCIÓN BAJO LA MODALIDAD EN LÍNEA

DESIGN OF A DISCUSSION FORUM THAT CONTRIBUTES TO THE IMPROVEMENT OF WRITING SKILLS IN STUDENTS OF AN INSTITUTION UNDER THE ONLINE MODALITY

Stefanie Oviedo¹, Mery Zambrano², María Martínez³, Virginia Sánchez⁴

{sjoviedoa@ube.edu.ec¹, mczambranos@ube.edu.ec², mgjuradom@ube.edu.ec³, vsanchez@ube.edu.ec⁴}

Fecha de recepción: 15/09/2025 / Fecha de aceptación: 28/09/2025 / Fecha de publicación: 07/10/2025

RESUMEN: La investigación se centró en el uso de foros de discusión como una estrategia didáctica para fortalecer las habilidades de escritura en estudiantes de octavo año de educación básica de la Unidad Educativa Municipal Quitumbe, entidad que cuenta con un sistema de educación virtual a distancia. Como problemática se detectó la existencia de varios desafíos en lo referente a la producción escrita de los estudiantes, con especial énfasis en la redacción, ortografía, estructuración de ideas y coherencia textual. En esa virtud, como objetivo general de la investigación, se planteó el diseño de una foto de discusión que aplique herramientas didácticas digitales con el fin de contribuir a la mejora de las habilidades de los estudiantes. Con ese propósito se implementó un estudio de enfoque mixto, longitudinal y correlacional, que incluyó un diagnóstico inicial, la intervención mediante cuatro foros de discusión y finalmente un post-test. Como resultados se pudo evidenciar una importante mejora en los estudiantes en relación al uso de conectores, puntuación, ortografía y argumentación. En lo referente a los indicadores se evidenciaron calificaciones en las actividades que ascendió de 8.61 en la primera a 9.86 en la cuarta. En cuanto al post-test se reflejó que el 72.7% de los estudiantes consideró que mejoraron sus actividades de redacción, el 83.3% consideró haber aprendido a organizar sus ideas, finalmente el 90.9% confirmó que el foro fue “muy útil”. Los hallazgos permitieron demostrar una percepción positiva por parte de los estudiantes, así como una alta aceptabilidad de los foros como una herramienta didáctica. En lo principal, se pudo concluir que un foro de discusión con un diseño adecuado

¹Estudiante en la Maestría de Pedagogía en Entornos Digitales de la Universidad Bolivariana el Ecuador, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0003-7984-589X>.

²Estudiante en la Maestría de Pedagogía en Entornos Digitales de la Universidad Bolivariana el Ecuador, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0007-5768-8589>.

³Profesor de planta de la UBE, Maestría de Pedagogía en Entornos Digitales de la Universidad Bolivariana el Ecuador, Ecuador, <https://orcid.org/0000-0001-9233-243X>.

⁴Profesor de planta de la UBE, Maestría de Pedagogía en Entornos Digitales de la Universidad Bolivariana el Ecuador, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0007-3383-772X>.

constituye una herramienta asertiva y efectiva para mejorar las competencias escritas en contextos virtuales, aportando de manera relevante a la pedagogía en este tipo de entornos.

Palabras clave: Foros de discusión, argumentación, escritura, virtualidad

ABSTRACT: The research focused on the use of discussion forums as a teaching strategy to strengthen writing skills in eighth-grade students at the Quitumbe Municipal Educational Unit, an institution that has a virtual distance learning system. Several challenges were identified in relation to students' written production, with particular emphasis on writing, spelling, structuring ideas, and textual coherence. Therefore, the overall objective of the research was to design a discussion forum that applies digital teaching tools in order to contribute to improving students' skills. To this end, a mixed, longitudinal, and correlational study was implemented, which included an initial diagnosis, intervention through four discussion forums, and finally a post-test. The results showed a significant improvement in students' use of connectors, punctuation, spelling, and argumentation. In terms of indicators, grades in the activities rose from 8.61 in the first to 9.86 in the fourth. The post-test showed that 72.7% of students considered that their writing skills had improved, 83.3% considered that they had learned to organize their ideas, and finally, 90.9% confirmed that the forum was "very useful." The findings demonstrated a positive perception on the part of the students, as well as a high level of acceptance of forums as a teaching tool. In essence, it was concluded that a discussion forum with an appropriate design is an assertive and effective tool for improving writing skills in virtual contexts, making a significant contribution to pedagogy in this type of environment.

Keywords: Discussion forums, argumentation, writing, virtuality

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, por efectos de la pandemia ocasionada por el virus COVID19, la educación en línea ha pasado a tener un rol protagónico, especialmente en lo que respecta a la educación básica, donde los estudiantes demandan un acompañamiento pedagógico innovador que refuerce sus habilidades fundamentales, con especial énfasis en la escritura. Aunque este nuevo servicio educativo es flexible, persisten desafíos estructurales en comprensión lectora, participación y producción escrita. A modo de ejemplo, en lo que respecta a la escritura académica, ésta no solamente se basa en el conocimiento gramatical sino en aquella habilidad que genera argumentos coherentes, creativos y estructurales, constituyendo una limitación que puede evidenciarse en la educación básica virtual (1).

Adscrita a la Coordinación Zonal 9 del Ministerio del ramo, en el Distrito Metropolitano de Quito, la Unidad Educativa Municipal Quitumbe imparte la modalidad de Educación a Distancia Virtual Intensiva. La entidad municipal donde se realizó el estudio posee como población 447 estudiantes, a su vez, un cuerpo docente de seis profesores, distribuidos uno por materia impartida. El análisis realizado específicamente en el octavo grado de educación básica reveló la existencia de desafíos significativos en lo que respecta a la producción escrita relacionada a la

coherencia, estructuración de ideas y correcta aplicación de los recursos del lenguaje por parte de los estudiantes.

Se puede determinar que las habilidades de escritura se constituyen como una competencia elemental en el proceso de formación de los estudiantes, debido a facilita la generación de ideas, conocimientos o emociones con un contenido coherente con estructura adecuada (2). En relación con los niveles de educación superior básica, desarrollar este tipo de habilidades implica una importancia relevante en el fortalecimiento del pensamiento crítico, autonomía del aprendizaje y argumentación lógica. Las mencionadas facultades resultan sumamente necesarias para el cumplimiento de la malla curricular y especialmente para contribuir la formación integral de las personas.

Por otro lado, en lo que respecta al componente de escritura colaborativa, la misma, se configura como una práctica frecuente en los entornos de aprendizaje en línea, ya que permite al estudiante tener un rol protagónico en la construcción conjunta de textos. El mencionado enfoque pedagógico sirve para potencializar la reflexión, el pensamiento crítico y el intercambio de ideas, elementos de suma relevancia para el desarrollo de nuevas competencias (3).

Con el propósito de solventar falencias de escritura, dentro de los entornos educativos se han desarrollado varias herramientas, entre ellas, el desarrollo de foros de discusión digitales. De acuerdo con Mercedes y Bennasar (4), este tipo de espacios resultan eficaces porque mantienen una calidad argumentativa importante, favoreciendo así la coherencia en la producción de textos. En ese mismo contexto, en investigaciones como la de Rodríguez y Cortés (5) , se respalda este enfoque cuando se concluye que la mediación tecnológica resulta indispensable en el fortalecimiento de la lectoescritura, cuando se encuentre basada en estrategias pedagógicas adecuadas.

La realización de foros implica contar un espacio en el cual los estudiantes tengan la capacidad de compartir opiniones con fines argumentativos, gramaticalmente adecuados y lógicos, elementos que coadyuvan el desarrollo de las habilidades escritas. Esta estrategia tiene una mayor efectividad en entrono de estudio virtual, puesto que los espacios de socialización académica son creados de manera intencional por medio de herramientas tecnológicas (6).

A pesar de la amplia literatura existente que relaciona las tecnologías en el contexto educativo y el fortalecimiento de las habilidades escritas, se ha evidenciado un vacío en el desarrollo de estudios que se enmarquen en la educación básica en la modalidad en línea en el Ecuador. En tal virtud, la presente investigación se enfocó en generar este aporte por medio de una propuesta que planteó el diseño de un foro de discusión con estrategias que incentiven la mejora en las habilidades de escritura en instituciones similares a la Unidad Educativa Municipal Quitumbe.

La investigación se desarrolló sobre la hipótesis de que las fotos de discusión contribuyen a la mejora de habilidades de escritura en los estudiantes de octavo año de Educación General Básica de la Unidad Educativa Municipal Quitumbe en la modalidad virtual. En consecuencia, con la finalidad de comprobar la hipótesis se realizó un foro de discusión aplicando

herramientas didácticas que contribuyeron las habilidades de escritura de los estudiantes de octavo año de educación básica de la modalidad virtual intensiva virtual el plantel educativo analizado. Por su parte, se establecieron varios objetivos específicos enfocados en el análisis de literatura científica que aborde sobre foros y escritura en nivel de secundaria, así como en el diagnóstico del nivel de habilidad en la escritura de los estudiantes, la investigación de las preferencias estudiantiles respecto a los foros, por último, en el diseño de una propuesta pedagógica que resulte pertinente a nivel de la entidad educativa estudiada.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se estableció desde un enfoque mixto, puesto que analizó datos numéricos como las percepciones de la población de estudio lo que permitió comprender de mejor forma el fenómeno de estudio. Este enfoque determinó la interpretación de datos a profundidad desde una visión holística acerca de la comprensión de aquellas deficiencias en la escritura que aquejan los estudiantes de octavo nivel de educación básica en la modalidad en línea.

La presente investigación aplicó un enfoque mixto con un diseño longitudinal, mismo que incluyó componentes cualitativos y cuantitativos para analizar el efecto de los foros de discusión en torno a las habilidades de escritura de los estudiantes. El desarrollo del estudio se efectuó en una población total de 55 estudiantes de octavo año de la Unidad Educativa Municipal Quitumbe, que opera en modalidad en línea.

Con el fin del desarrollo adecuado de las mediciones se aplicaron varias herramientas como un diagnóstico inicial con el fin de evaluar las competencias de escritura, por otro lado, la realización de cuatro foros de discusión, para finalmente desarrollar una encuesta con el propósito de conocer la percepción y las preferencias estudiantiles con respecto al uso de los foros como herramienta didáctica. Para garantizar la validez de los instrumentos de recolección de datos, se realizó la revisión de expertos en el campo de estudio.

Por su parte, en lo que respecta al análisis estadístico de los datos cuantitativos se aplicó la interpretación de resultados de las evaluaciones desarrolladas, mientras que, los datos cualitativos fueron analizados a partir de las respuestas obtenidas en la encuesta final. Los enfoques mencionados permitieron identificar el nivel de las competencias escritas, las preferencias de los estudiantes y el grado de aceptación de la estrategia didáctica, determinando así la efectividad de los foros de discusión.

Adicionalmente, la investigación fue descriptiva y correlacional al incluir la descripción de las características de las variables analizadas como la relación entre los foros de discusión y como estos aportan con la mejora en las habilidades de escritura en estudiantes de octavo grado de educación general básica en la modalidad en línea.

El estudio fue también de tipo longitudinal debido a que se aplicaron dos evaluaciones. La primera fase, constituyó un diagnóstico para determinar los gustos y preferencias de los estudiantes con respecto a los foros de discusión, así como el nivel de habilidad de escritura que

poseen. Con relación a estos resultados, se implementaron cuatro estrategias fundamentales, siendo estas, la estrategia 1, la cual, se enfocó en la expresión de ideas personales a través de la redacción de argumentos tangibles; la estrategia 2, que se centró en la comprensión de la estructura de un texto; la estrategia 3 que exigió el desarrollo de la capacidad argumentativa en un debate sobre el impacto de las redes sociales; y, finalmente la estrategia 4 que consistió en la redacción de una propuesta formal al docente, sintetizando las habilidades trabajadas. Cada una de las estrategias fue evaluada mediante una rúbrica que permitió determinar su aceptabilidad y su influencia en las habilidades escritas. Por último, se difundió una encuesta final con preguntas abiertas con el propósito de conocer el grado de aceptación de las estrategias y su aporte en la mejora de la escritura, la cual también incluyó un apartado cualitativo para recopilar comentarios y observaciones de los estudiantes. Cabe mencionar que todos los instrumentos de recopilación de información fueron validados por expertos previo a su aplicación.

Los métodos de investigación se delimitaron desde el análisis y la síntesis, puesto que se diagnosticó en primera instancia el nivel de habilidades los estudiantes de octavo grado para en base a dichos resultados determinar las estrategias sobre aquellas falencias encontradas. Posterior a las calificaciones obtenidas de las estrategias y el post test se estableció la relación de las variables conforme la información sistematizada y pormenorizada de los resultados.

Además, la investigación fue de campo puesto que se desarrolló en la Unidad Educativa Municipal Quitumbe, donde se aplicaron varios instrumentos de recopilación de información como ya se ha mencionado, específicamente dirigido para los estudiantes de octavo de educación básica de la modalidad en línea.

Para garantizar la fiabilidad y pertinencia de los datos, los instrumentos de recopilación, incluyendo las encuestas y la rúbrica de evaluación, fueron sometidos a un proceso de validación por expertos antes de su aplicación. En cuanto a la población de estudio, la investigación se aplicó a los 55 estudiantes que componen la totalidad del octavo año de Educación General Básica en la modalidad en línea de la Unidad Educativa Municipal Quitumbe. Los datos de las encuestas fueron tabulados y procesados en el software Microsoft Excel para el análisis cuantitativo y la generación de figuras.

RESULTADOS

Diagnóstico

La presentación de resultados comienza con el análisis del diagnóstico realizado a los estudiantes de octavo grado de Educación General Básica en la modalidad en línea. Los datos recopilados permitieron conocer el nivel de competencia de los alumnos en relación con las habilidades de escritura, así como su comprensión de los componentes funcionales y estructurales del texto narrativo.

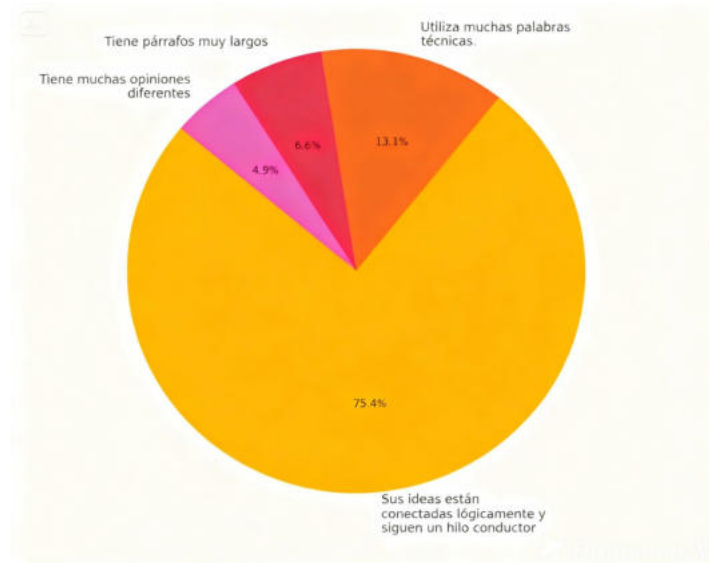


Figura 1. Texto con coherencia.

De la Figura 1 se desprende que el 75,4% de los estudiantes reconoce el significado de un texto coherente, situación que acredita una comprensión teórica básica. Sin embargo, de aquello, las respuestas marcadas como incorrectas por el grupo focal restante conducen a la determinación de varias fallas conceptuales que podrían obedecer a la ausencia de actividades prácticas en modalidad en línea. Lo desarrollado en el diagnóstico justifica que en la entidad educativa se implementen foros de discusión como una estrategia cuyo propósito se encamine a que los alumnos apliquen la teoría, por ejemplo, al redactar relatos breves o al comentar sobre la estructura de otras narraciones.

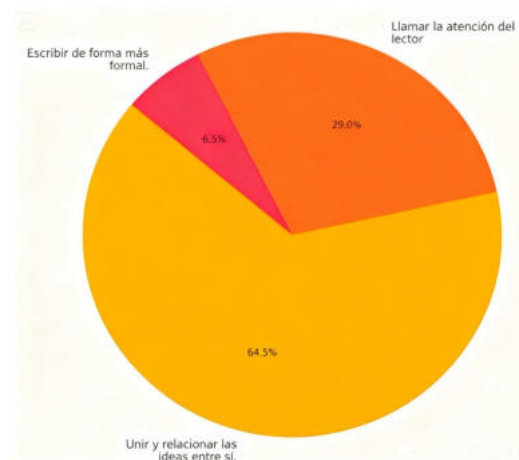


Figura 2. Función de los conectores.

En lo que respecta al análisis de la Figura 2, se puede determinar una comprensión parcial de los estudiantes en cuanto a la función de los conectores. Se evidenció que, aunque el 64,5 % de los alumnos identifica correctamente su propósito, el 35,5 % restante les atribuye funciones erróneas. Estos porcentajes evidenciaron una diferencia sustancial entre el conocimiento

teórico y la aplicación funcional. Situación que justifica el diseño e implementación de foros de discusión que permitan exigir a los estudiantes a conocer los conectores, especialmente a utilizarlos de manera efectiva para debatir y conectar ideas sobre temas específicos.

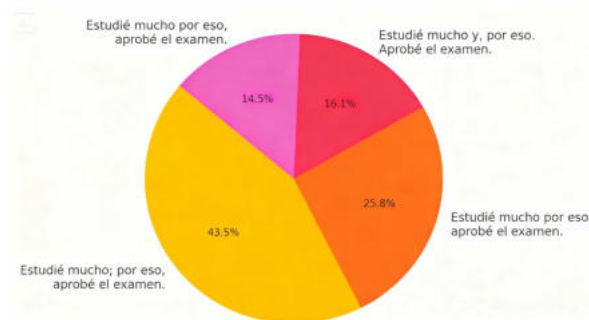


Figura 3. Oraciones con puntuación correcta.

En cuanto a la Figura 3, se pudo determinar una brecha entre el conocimiento teórico y la aplicación práctica en relación con la puntuación. En los datos se destaca que menos de la mitad de los alumnos, esto es, el 43.5 % acertó en la identificación de la oración correcta, situación que acredita que el dominio de la puntuación en oraciones con conectores es deficiente para gran parte del grupo. El resultado arrojado permitió inferir que el aprendizaje ha sido mayoritariamente teórico, en consecuencia, resulta indispensable diseñar actividades digitales dentro de los foros que promuevan el debate entre pares, obligándolos a aplicar las normas de puntuación de manera funcional con el fin de conseguir argumentos claros.

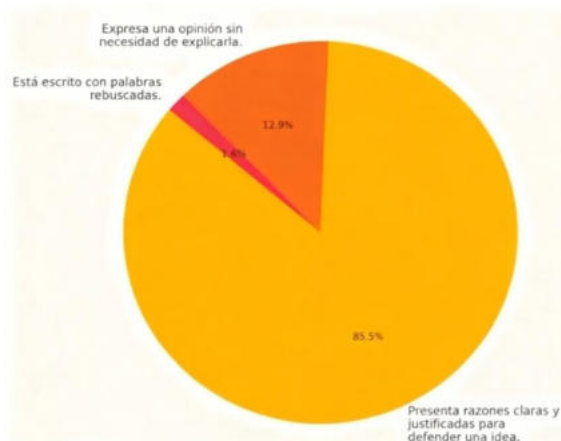


Figura 4. Característica de un buen argumento.

En lo concerniente a la Figura 4, se evidenció que los estudiantes cuentan con una base teórica sólida en lo que respecta al desarrollo de las competencias discursivas complejas. Los datos reflejaron que el 85.5% de los estudiantes reconocía la esencia de un texto argumentativo, lo dicho, representa una fortaleza notable en el grupo de estudio. A pesar de aquello, las respuestas del 14.5 % de los alumnos revelaron una confusión entre argumentar, opinar y el

estilo del texto. En esa virtud, para utilizar adecuadamente la fortaleza detectada y corregir la confusión detectada, las actividades del foro se enfocaron en estrategias de diálogo que implicaron la construcción de defensas sólidas para sus ideas, y no solo la exposición de opiniones.

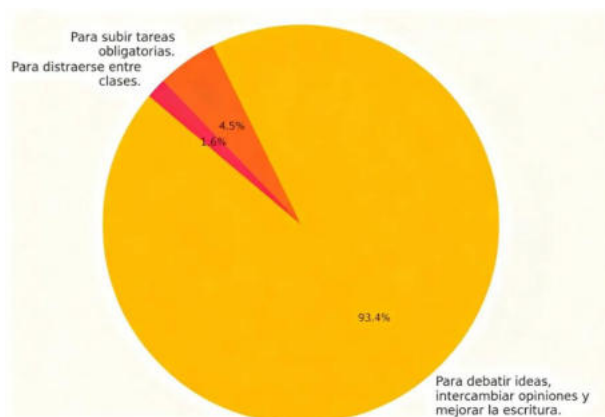


Figura 5. Foro de discusión en línea.

Al respecto de la Figura 5, los datos reflejados establecieron la validez de la aplicación de foros de discusión como una herramienta central de la investigación desarrollada. Al respecto, el 93.4 % de los estudiantes señaló que conocía sobre su utilidad para debatir y mejorar la escritura, por su parte, el mínimo porcentaje de los estudiantes restantes percibió de forma errónea el concepto, lo que acreditó que la herramienta goza con una alta legitimidad académica entre los alumnos. En consecuencia, tanto la familiarización como la percepción positiva implicaron herramientas elementales para el éxito de la propuesta, puesto que los estudiantes resultan mayormente receptivos en participar en una estrategia educativa que ya consideran valiosa para su aprendizaje.

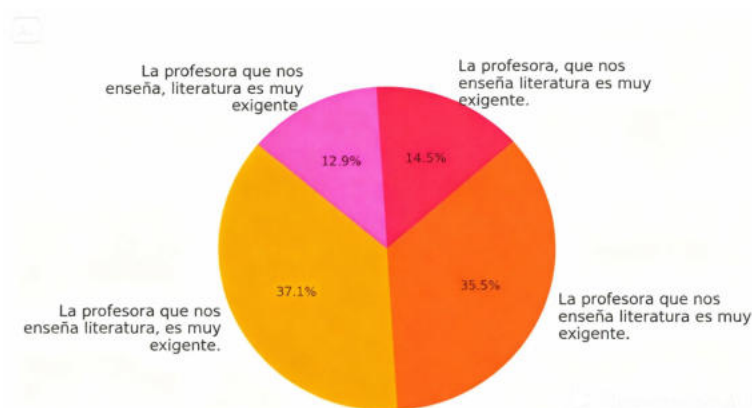


Figura 6. Oración correctamente redactada.

La Figura 6 expuso una de las falencias más relevantes detectadas, especialmente lo relacionado a una confusión generalizada con respecto al uso correcto de la coma en oraciones subordinadas. Con respecto a este factor, los resultados resultaron divididos, ya que, la

respuesta correcta fue del 37.1 %, mientras que la opción incorrecta arrojó el 35.5 % de los estudiantes. Los datos reflejaron que no existe un dominio claro de la regla, sino una duda extendida que afecta a la mayoría. En virtud de que la habilidad produce un impacto directo en la calidad y el sentido de los mensajes escritos, los foros de discusión se enfocarán en promover una intención comunicativa clara, donde la puntuación sea un elemento esencial del aprendizaje.

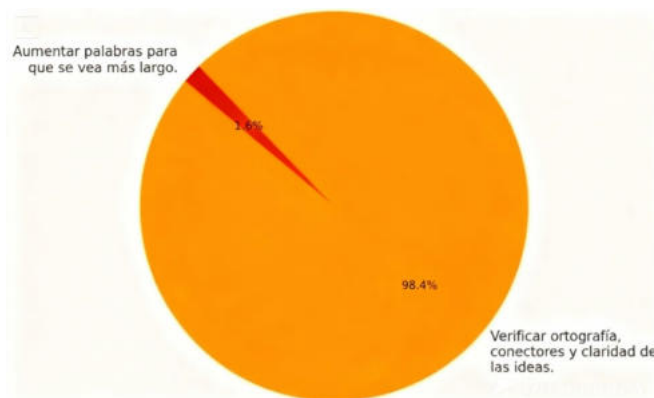


Figura 7. Revisión de un texto.

Finalmente, con relación a la Figura 7, el diagnóstico culminó con un hallazgo indispensable debido a que, la gran mayoría de estudiantes, esto es, el 98.4 % manifestó comprender teóricamente lo que significa una adecuada revisión textual. El dato arrojado, en contraste con las dificultades prácticas vistas en figuras anteriores, determina que el principal desafío reside en la aplicación de dicho conocimiento.

Conforme a los datos del diagnóstico, se pudieron diseñar y poner en práctica varias estrategias pedagógicas. Por tanto, en las siguientes secciones se procede a detallar las actividades realizadas, mismas que fueron aplicadas mediante foros de discusión en el entorno virtual, con el objetivo de mitigar la brecha entre el saber teórico práctico de los estudiantes objeto de la muestra.

Foros de discusión Estrategia 1

De la figura 8 se desprende la primera estrategia, la cual, se enfocó en el componente escritura, es decir, la expresión de ideas personales. La tarea consistió en que los estudiantes conecten su criterio con una experiencia que lo justifique. El mencionado enfoque resulta indispensable ya que busca transformar una opinión abstracta en un argumento tangible, al introducir la estructura básica de afirmación más evidencia, por lo que se pudo establecer una base sólida para el desarrollo de las actividades subsiguientes.



Observe el video las veces necesarias y responda las siguientes preguntas

¿Qué te motiva aprender en línea?

Instrucciones:

1. Escribe un texto de 100 palabras donde explique qué le motiva a estudiar en modalidad virtual.
2. Incluye al menos un argumento personal y una experiencia que la respalde
3. Lee y comenta la participación de dos compañeros.

Figura 8. Estrategia 1.

El desarrollo de esta estrategia fue sumamente importante para minimizar la confusión entre el argumento o considerar una simple opinión. Este ejercicio, a su vez, promovió tanto, interacción, réplica como el diálogo entre pares. Al haber aplicado este ejercicio como primera fase, se facilitó sentar las bases para fortalecer la estructuración lógica de ideas como la autonomía en la escritura.

Estrategia 2

La Figura 9 consiste en la aplicación de la segunda estrategia, misma que se centró en el desarrollo estructural de un texto. El desarrollo de la actividad sirvió como guía a los estudiantes para la comprensión de conceptos básicos, especialmente la distinción de la jerarquía de ideas principales y secundarias, así como la función de los nexos. La estrategia señalada tuvo un enfoque deconstructivo, debido a que, antes de construir textos complejos, se proporcionaron a los estudiantes varias herramientas teóricas para entender cómo se organiza un escrito de manera lógica, pasando de la expresión personal de la primera actividad hacia una conciencia estructural.



Figura 9. Estrategia 2.

La estrategia mencionada fue de especial relevancia debido a su capacidad para promover tanto el uso adecuado de conectores como la organización jerárquica de las ideas. Desde una óptima pedagógica, esta actividad fue sumamente metacognitiva, puesto que, al no implicar la redacción de un texto completo, permitió a los estudiantes reflexionar sobre el proceso de la escritura y sus componentes esenciales con la finalidad de construir mensajes coherentes.

Estrategia 3

Por otro lado, en la Figura 10 establece la Estrategia 3, misma que implicó elevar el nivel de exigencia, pues se enfocó en el pensamiento crítico y la capacidad argumentativa. Con ese fin, se propuso un tema de debate actual con cercanía a los estudiantes, es decir, las redes sociales. El propósito de este diseño es doble, ya que, en primer lugar, utiliza un tema familiar para motivar la participación y, en segundo lugar, al haber exigido ejemplos prácticos, se guía al estudiante a trascender la simple opinión para fundamentar su postura, desarrollando así las bases del pensamiento crítico.



El impacto de las redes sociales en la escritura de los adolescentes

Instrucciones:

1. Redacta un texto de 150 palabras analizando si las redes sociales ayudan o perjudican la forma en que escribimos.
2. Apoyo tu postura con ejemplos reales o datos si los conoces
3. Realiza una retroalimentación constructiva a la publicación de un compañero.

Figura 10. Estrategia 3.

El haber promovido la realización de ejercicios prácticos generó un espacio destinado para el razonamiento más allá de simples opiniones. Por otro lado, al existir una retroalimentación entre compañeros, se logra fomentar la capacidad analítica de cada estudiante, donde se incluyeron reflexiones propias y el desarrollo de su juicio argumentativo.

Estrategia 4

En relación con la Figura 11, la misma detalla el desarrollo de la estrategia 4, la cual, consistió en un ejercicio creativo que sintetizó las habilidades trabajadas, como la redacción de una propuesta formal en formato de carta al docente. El mencionado diseño fue de suma relevancia ya que implicó que los estudiantes apliquen de manera integrada las competencias previas

como la coherencia, uso de conectores y puntuación, en un contexto práctico con una intención persuasiva, posicionándolos como actores propios en su propia educación.



Observe el video las veces necesarias y responda la siguiente pregunta:
¿Qué propones para mejorar la forma en que escribimos en clase?

Instrucciones:

1. Escribe una propuesta en formato de carta breve de 100 palabras dirigida a tu docente.
2. Sugiere al menos una estrategia creativa para mejorar la escritura en línea.
3. Comenta la propuesta de un compañero valorando su idea.

Figura 11. Estrategia 4.

La implementación de la mencionada estrategia final buscó la consolidación tanto de la formalidad en la escritura como la capacidad de generar textos funcionales por parte de los estudiantes, promoviendo así la conciencia crítica y la autonomía. El ejercicio de redactar una propuesta de estas características permite al alumno a reforzar de manera integrada los componentes básicos de la escritura, pasando por la puntuación, el uso de conectores y la claridad expositiva. En resumen, el ejercicio aplicado materializó el objetivo final de la intervención, pues la idea central implica demostrar que el estudiante puede transferir el conocimiento teórico a una aplicación práctica y significativa dentro de un contexto auténtico.

Valoración de estrategias

En la Figura 12 se puede apreciar la evolución del desempeño académico en el desarrollo de las cuatro actividades aplicadas, evidenciando la existencia de una tendencia general al alza, en razón de que, el promedio de calificación inicial en la Actividad 1 fue de 8.61 sobre 10 y ascendió de manera significativa hasta alcanzar un 9.86 en la Actividad 4. A pesar de que se puede observar una leve disminución en el desarrollo de la Actividad 3, este indicador no afecta la trayectoria de la mejora general en los resultados obtenidos por los estudiantes, sino que sugiere que la dificultad de la tarea en específico pudo haber representado un desafío metodológico puntual mas no una regresión en el aprendizaje.

Debe señalarse que el indicador de disminución en el rendimiento de los estudiantes en el desarrollo de la Actividad 3 que se observa en la Figura 12, puede ser explicado por un aumento deliberado en la demanda cognitiva que conllevó la tarea. En esta fase se requirió a los alumnos que elaboren un ensayo que no solo implicaba expresar una opinión, sino que dicha opinión sea

debidamente fundamentada con argumentos sólidos y especialmente aplicando conectores complejos con el fin de estructurar un texto coherente.

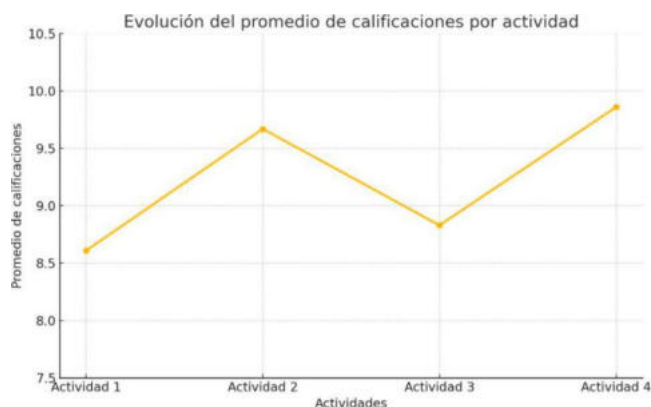


Figura 12. Evolución de calificaciones.

En consecuencia, el pico de dificultad reflejado en la figura analizada resulta importante para comprender la curva de aprendizaje, debido a que expuso a los estudiantes a un nivel de exigencia superior a modo de preparación para la consolidación final de sus habilidades.

Este componente de mayor exigencia aplicado en la Actividad 3, permitió relevar varias dificultades que persistían en los estudiantes, especialmente a nivel de la construcción de argumentos sólidos frente a opiniones infundadas. A pesar de aquello, fue notable el repunte en la calificación de la actividad final, la cual alcanzó promedio de 9.86, lo que permitió demostrar que los estudiantes lograron superar este desafío. La mejora final no solo corrobora un refuerzo en las habilidades de redacción de los alumnos, sino también en su capacidad de reflexión crítica que permitió consolidar el aprendizaje de una manera integral.

Test final

Luego de haber finalizado con la intervención, se procedió a aplicar un post-test con el propósito de evaluar la percepción de los estudiantes con respecto a la experiencia. De la Figura 13 se desprenden los resultados de la primera sección, los cuales revelan la creación de un entorno de aprendizaje seguro y favorable. Los datos indicados indican una alta frecuencia de participación, así como un nivel de comunidad casi total para expresar opiniones, y especialmente una percepción altamente positiva de respeto entre compañeros. El haber podido consolidar este ambiente resulta preponderante, puesto que propicia la confianza necesaria para que los estudiantes hayan podido desarrollar y exponer sus habilidades de comunicación, aspectos esenciales para la mejora de la escritura.



Figura 13. Participación y experiencia en el foro.

Adicionalmente, con respecto a la percepción del respeto mutuo entre estudiantes reflejada en los resultados de la tercera pregunta, evidencian una consolidación en lo referente a la valoración positiva de la experiencia en el foro. Un ambiente inclusivo que permita que las ideas sean valoradas sin temor a la descalificación permite transformar un simple espacio de intercambio hacia una verdadera comunidad de aprendizaje. En consecuencia, la presente sección del análisis permite demostrar que los foros de discusión, cuando son gestionados de manera adecuada, constituyen herramientas altamente eficaces no solo para fomentar el diálogo, sino también las condiciones de seguridad y el respeto necesarias para que los estudiantes puedan mejorar sus habilidades de escritura.

La segunda sección del post-test se centró en la autopercepción de los estudiantes sobre el aprendizaje y la mejora de sus habilidades de escritura. Se evaluaron tres áreas clave, como la mejora general en la redacción, la capacidad para organizar ideas y la aplicación de elementos como la coherencia y el uso de conectores en los debates. La Figura 14 resume las respuestas obtenidas para cada una de estas dimensiones.

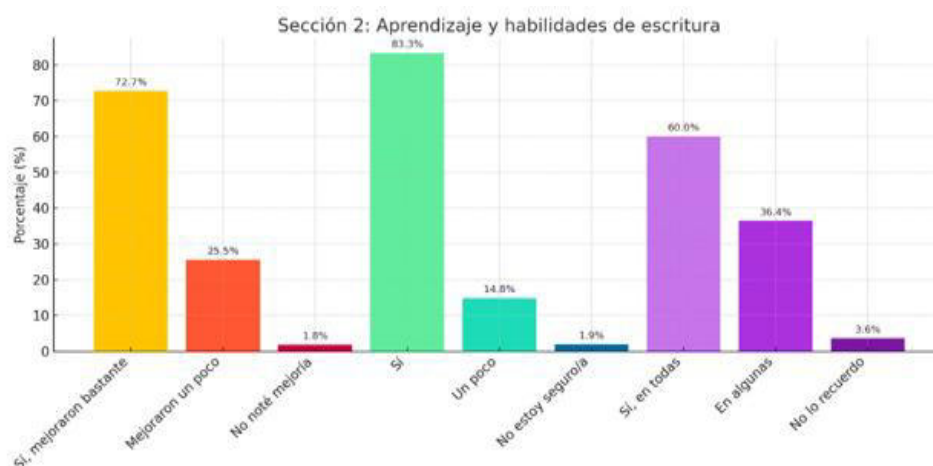


Figura 14. Aprendizaje y habilidades de escritura.

En un 72.7% los estudiantes consideran que mejoraron sus habilidades de redacción y un mínimo 1.8% no consideraron un aporte este tipo de estrategias en línea. Así también en su mayoría (83.3%) aseguran haber aprendido que la organización de sus ideas permite exponer adecuadamente sus ideas y que este tipo de ejercicios son de beneficio para la expresión como del pensamiento estructurado.

El análisis sobre la aplicación de habilidades específicas como la coherencia y el uso de conectores revela la eficacia general de las estrategias, así como áreas para su futuro refinamiento. El hecho de que un 60 % de los alumnos afirme haber aplicado estos elementos en todas las discusiones es un indicador de éxito. No obstante, el 36.4 % que lo hizo solo "en algunas" ocasiones señala que la consolidación de estas competencias no fue uniforme para todo el grupo. Este hallazgo es valioso, pues confirma que las estrategias generaron aprendizajes aplicables, al tiempo que identifica la necesidad de ajustar futuras intervenciones para garantizar una mayor consistencia en el desempeño de todos los participantes.

Además, se analizó la percepción general de los estudiantes con respecto al foro de discusión en línea aplicado y se evidenció que para ello fue de gran utilidad y que se consideraría recomendarlos para las otras materias que cursan en sus diferentes niveles académicos, como se muestra en la Figura 15.

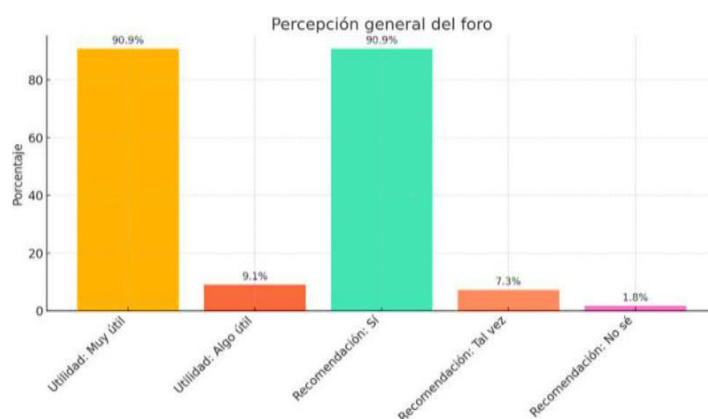


Figura 15. Valoración general del foro.

Con respecto a la percepción general del foro, la Figura 15 permite evidenciar cómo fue consolidada la validación de la estrategia desde la óptica de los estudiantes. Se presentó una importante respuesta positiva, puesto que el 90.9% de los alumnos consideró "muy útil" el ejercicio realizado, a su vez, recomendaron su realización en otros cursos, lo dicho, fortalece la alta tasa de aceptabilidad en la realización de este tipo de actividades en la modalidad en línea.

La disposición a extrapolar su uso es de vital relevancia, pues permite determinar que los foros fueron considerados por los participantes como un formato de aprendizaje valioso. En consecuencia, puede precisarse que la herramienta fue valorada satisfactoriamente tanto a nivel cognitivo como emocional.

Complementando el análisis, la Sección 4 de la herramienta aplicada permitió recopilar las perspectivas de los estudiantes mediante dos preguntas abiertas, dando a los participantes una voz activa en el desarrollo de su experiencia. Las respuestas cualitativas confirmaron los beneficios obtenidos de la estrategia aplicada, debido a que, los alumnos valoraron de manera positiva la capacidad de interactuar y aprender de sus pares, reconociendo de manera simultánea una mejora en su propia escritura. De manera especial, los alumnos resaltaron la práctica en lo referente a la argumentación, el uso de conectores, el entorno de respeto y la colaboración que se fomentó.

Finalmente, la retroalimentación realizada por los estudiantes fue sumamente valiosa para refinar la estrategia, lo que permitió incluir varias propuestas para optimizar aspectos como la duración de los foros y la implementación de actividades más dinámicas, enfatizando que las sugerencias de ajustes no disminuyeron la valoración general de la intervención. La conclusión de los alumnos luego de la intervención fue que, a pesar de existir aspectos sujetos a una posible mejora, los foros constituyeron una herramienta eficaz que fue bien recibida para fomentar y fortalecer sus competencias de escritura.

Demostración de la hipótesis

La investigación estableció como hipótesis, la siguiente: “los foros de discusión contribuyen a la mejora de habilidades de escritura en los estudiantes de octavo año de Educación General Básica de la Unidad Educativa Municipal Quitumbe en la modalidad virtual”. Para la comprobación se delimitó una investigación mixta con varios instrumentos de recopilación de información que se establecieron para el desarrollo de un diagnóstico hasta delimitar las observaciones y nivel de satisfacción de los estudiantes con respecto a las estrategias planteadas diseñadas desde los foros de discusión aplicados desde la virtualidad.

En la fase diagnóstica se denotó un dominio bajo de los aspectos relacionados al uso de signos de puntuación, confusión en los términos entre argumentación y opinión, también el inadecuado uso de signos de puntuación y cierta dificultad en la organización de ideas de manera precisa y coherente. En base a estas falencias se plantearon cuatro estrategias o foros de discusión, cada uno de ellos con sus respectivas rúbricas de evaluación, su estructura abordó varios temas como la estructura lógica de textos, la argumentación, el uso adecuado del lenguaje y la argumentación.

Los resultados mantenidos desde la rúbrica de evaluación fueron favorables obteniendo respuestas con una tendencia positiva y progresiva. Con esta mejora se sustenta la contribución en parte de los foros de discusión a las habilidades de escritura. Estableciendo una apropiación gradual de aquellas competencias comunicativas requeridas.

Adicionalmente se aplicó un post test que delimitó la percepción y aceptabilidad de estas estrategias. En este instrumento los estudiantes se sintieron motivados a participar en los foros, considerándolo como espacios donde se fomenta la libre expresión como el respeto por sus ideas. Así también coincidieron que los foros les permitió mejorar el pensamiento crítico, las habilidades escritas, la argumentación o el uso de conectores.

Contrastando todos los resultados expuestos, desde el diagnóstico inicial, las calificaciones obtenidas de las evaluaciones de las actividades o estrategias aplicas (foros de discusión en línea) y la perspectiva que emitieron los estudiantes en el post test, se afirma con la sustentación del caso que: “Los foros de discusión contribuyen a la mejora de habilidades de escritura en los estudiantes de octavo año de Educación General Básica de la Unidad Educativa Municipal Quitumbe en la modalidad virtual”.

DISCUSIÓN

La evidencia obtenida en esta investigación establece que los foros de discusión, diseñados como una estrategia pedagógica, son una herramienta efectiva para fomentar las competencias de escritura en estudiantes de educación básica en línea. El éxito de la intervención se manifestó no solo en la alta aceptabilidad de la herramienta por parte de los alumnos, sino también en el desarrollo tangible de destrezas como la argumentación, la puntuación y el uso correcto de conectores para lograr la coherencia textual.

En ese contexto, la aceptabilidad del 90.9% que se obtuvo por parte de los estudiantes que consideraron a los foros como herramientas "muy útiles", permite validar su uso como instrumentos que generan una progresiva afinidad por efectos de su adaptabilidad y soporte para mejorar las competencias de escritura. El hallazgo guarda coherencia con la afirmación de Gasmi Este hallazgo es coherente con la afirmación de Gasmi, quien determina que las intervenciones con foros virtuales generan una mejora sustancial en la redacción y en el aprendizaje del alumnado (7).

Adicionalmente, el 90.9% de percepción positiva de los estudiantes se reflejó en la recomendación para utilizar foros en otros cursos, situación que demuestra un amplio respaldo que tienen estos espacios por parte de los alumnos de los programas en línea. Los mencionados resultados están directamente relacionados con el estudio de Torres y Satti (8) , quienes también encontraron una fuerte aceptación de los foros de discusión, atribuyéndola a su simplicidad y a su contribución directa en el logro de objetivos académicos como el fortalecimiento de la escritura.

Otro de los beneficios que presentan los foros de discusión es el fomento de la reflexión, la retroalimentación que se mantiene entre pares como el desarrollo de procesos metacognitivos que fortalecen la escritura y el desarrollo de textos con fundamento. Hallazgos que concuerda con los expuestos por Maranna y otros, puesto que en su investigación las habilidades cognitivas son aquellas que conllevan a la reflexión previo la generación de una respuesta que fundamente adecuadamente el contexto en el que se encuentra (9).

Así también las estrategias fortalecieron aspectos como la argumentación mediante una estructura textual mejorada que les permitió sustentar y conectar ideas, desvinculando opiniones sin ningún tipo de sentido. Esta afirmación es similar a la expuesta por Lovón, quien determinó que los foros de discusión impactan directamente en el desarrollo del pensamiento

argumentativo, promoviendo ideas dentro de un contexto social y en la elaboración de textos con sentido (10).

Otra de las características encontradas dentro de la investigación y que supone un gran interés en los estudiantes, fue el entorno respetuoso y colaborativo adquirido en el foro de discusión, haciendo que la comunicación o la escritura alcancen un nivel reflexivo. Particulares que se asemejan a la finalidad de los entornos virtuales en promover habilidades interpersonales y desarrollar una comunicación constructiva (11).

También se enmarca en la investigación de García y otros, puesto que delimita que los foros no solo representan simples herramientas de intercambio, sino que son plenos reforzadores de competencias sociales como el acercamiento entre compañeros incluso desde los más sigilosos (12).

Con respecto a aquellas dificultades generadas en el diagnóstico sobre todo en la diferenciación entre la opinión y la argumentación, las estrategias mejoraron el dominio de la habilidad argumentativa por medio de evidencias, situación que resulta equivalente a lo planteado por Niño y Castellanos, quienes demostraron que el otorgar tareas escritas promueven solidez y coherencia discursiva en los textos de respuesta (13). De igual manera coinciden con Boada y Mayorga que las evidencias concretas determinan una escritura estructurada como crítica (14).

Continuando con los beneficios determinados por los foros de discusión se pudo establecer que el desempeño estudiantil se acrecentó con respecto a la revisión crítica de sus propios textos como de sus pares. Resultados que además promovieron el uso adecuado de normas ortográficas, de puntuación y de cohesión textual.

Evidencia que se ajusta a lo expuesto por Ramírez y Fernández, quienes delimitaron que el establecer una retroalimentación entre compañeros fomenta la calidad de escritura incluyendo la metacognición (15). Dentro de esta misma perspectiva, sostienen que la evaluación entre pares e incluso la autoevaluación aportan con la escritura reflexiva sobre todo si se establecen en entornos virtuales donde el texto generado se presenta a sus propios compañeros (16).

En lo referente al post test evidenció la efectividad de las actividades desarrolladas, donde se presentó una mejora en el uso de conectores, dominio ortográfico y la lógica en las ideas, progreso tangible a lo establecido en el diagnóstico. Afirmación que comparten Hernández y Molina, quienes aseguran que los foros de discusión son herramientas que construyen una competencia lingüística asertiva como discursiva, potenciando mediante el texto el uso adecuado de normas ortográficas para la transmisión de mensajes e ideas (17).

De la misma manera, Moreno y otros, determinan que este tipo de estrategias promueven la reflexión escrita continúa provistas de una estructura textual adecuada, demostrando el valor pedagógico de este tipo de actividades (18).

Así también en la encuesta final se pudo apreciar una percepción de gran utilidad de las estrategias planteadas por parte de los estudiantes y que son recomendables. Situación que se

alineada con lo que expone Ezeiza, que sugiere que los foros virtuales promueven la generación de un aprendizaje comparativo entre el estudiantado como un contexto discursivo genuino (19).

También mantienen similitud por lo expuesto por en su análisis de estrategias tecnológicas aplicadas en el Ecuador, donde los foros de discusión son reconocidos como herramientas que estimulan la reflexión colaborativa, la participación y el compromiso educativo (20).

CONCLUSIONES

La investigación estableció el diseño y la implementación de los foros de discusión como una estrategia didáctica digital que influyó positivamente en el mejoramiento de las habilidades escritas en los estudiantes de octavo año de educación básica de la Unidad Educativa Municipal de Quitumbe, de la modalidad en línea. Por medio de un diagnóstico inicial se pudieron identificar varias falencias de la escritura entre las que destaca el uso de conectores, escasa argumentación, la ortografía y la puntuación en oraciones subordinadas o a su vez la capacidad de mantener o describir ideas coherentes textuales.

Con las falencias detectadas se delimitaron cuatro actividades diseñadas a partir de foros de discusión, las cuales mantenían rúbricas específicas. En base a lo valorado se evidenció una tendencia a la mejora en cada una de ellas desde la primera a la cuarta. Resultados que además se fundamentaron en la elevada aceptabilidad de las estrategias en la encuesta final, lo que permitió demostrar la hipótesis para determinar que los foros de discusión sí contribuyen con la mejora de las habilidades escritas en los estudiantes de octavo año.

Así también se evidenció con algunas respuestas abiertas la percepción de los estudiantes, al considerar a los foros como herramientas académicas viables para compartir experiencias, fortalecer la argumentación y sobre todo reforzar la expresión escrita. Determinar una posición doble entre el nivel cognitivo como el afectivo, demuestran que los foros de discusión en un ambiente virtual para estudiantes de Básica Superior es una de las estrategias más adecuadas para el desarrollo de habilidades escritas desde la participación con pertinencia.

Un diseño de foros de discusión debidamente mediado y desarrollado proporciona al profesor una herramienta útil para la generación de técnicas en la escritura que incluyen pensamientos críticos y solventa la autonomía de los estudiantes. Por tanto, esta evidencia empírica determina un aporte para la innovación metodológica dentro de un contexto virtual sugiriendo la integridad, la equidad y la participación estudiantil.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguirre R, Saltos J. Beneficios, limitaciones y competencias de la lecto escritura en entornos virtuales de aprendizaje. LATAM. 2025; 6(2): p. 538-548.
2. Romano M, Lopez E. Lectura y escritura en entornos virtuales: diagnóstico y proyecciones desde la mirada de estudiantes universitarios de primer año. Cuaderno de Pedagogía Universitaria. 2023; 20(39): p. 37-46.
3. Bonilla P, Castro D. La escritura colaborativa en ambientes educativos presenciales, virtuales y con diferentes mediaciones de la tecnología digital. Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía. 2021; 14(2): p. 195-223.
4. Mercedes J, Bennasar M. Formación educativa en y desde las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en educación secundaria: el reto de hoy. Revista Educación. 2021; 45(2): p. 1-14.
5. Rodríguez G, Cortés J. Mediación tecnológica en el fomento de la lectura y la escritura en adolescentes. Sinéctica. 2021;(56): p. 1-19.
6. Buil I, Hernández B, Sesé J, Urquizu P. Los foros de discusión y sus beneficios en la docencia virtual: recomendaciones para un uso eficiente. INNOVAR. 2012; 22(43): p. 131-143.
7. Gasmi A. Through the Lens of Students: How Online Discussion Forums Affect Students' Learning. International Journal of Technology in Education. 2022; 5(4): p. 669-684.
8. Torres K, Satti A. Exploring the Impact of Online Discussion Forums in an EdD Program. Midwest Journal of Education 1. 2024; 1(1): p. 39-51.
9. Maranna S, Willison J, Joksimovic S, Parange N, Costabile M. Factors that influence cognitive presence: A scoping review. Australasian Journal of Educational Technology. 2022; 38(4): p. 95-111.
10. Lovón M. La netnografía en la investigación lingüística. Texto Livre. 2025; 18: p. 1-15.
11. Martínez M, Rojas O, Vivas A, Velarde A. Foro de discusión para el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de educación primaria. Areté, Revista Digital del Doctorado en Educación. 2024; 10(20): p. 163–178.
12. García S, Porta M, Oriol S, Biurrun A. Los foros de debate asíncronos: herramienta reflexiva en las prácticas formativas. Revista Practicum. 2022; 7(2): p. 26-44.
13. Niño S, Castellanos J. Estrategias de regulación y procesos de escritura colaborativa en línea para el aprendizaje en estudiantes universitarios. Nova scientia. 2021; 12(25): p. 1-32.
14. Boada A, Mayorca R. Importancia de la participación activa de estudiantes virtuales a través de los foros-debates en plataformas digitales. In Memorias VI Simposio Nacional de Formación con Calidad y Pertinencia.: Servicio Nacional de Aprendizaje SENA; 2019.
15. Ramírez L, Fernández J. Los foros de discusión virtuales como herramienta para la formación de competencias profesionales en los estudiantes de educación. In Experiencias sobre la formación de profesionales de la educación.: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco p. 73-84.
16. Salazar C. Escritura colaborativa: una práctica social mediada por las tecnologías. RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo. 2024; 15(29): p. 1-27.

16. Hernández M, Molina A. Prototipo de Curso Virtual Diseñado según Propuesta de Modelo Pedagógico para el Desarrollo del Pensamiento Computacional y Habilidades Básicas de Programación en niños y niñas de 9 a 12 años. Tesis de maestría. Universidad Sergio Arboleda; 2022.
17. Moreno Z, Viveros R, Medina V. Los foros virtuales: análisis y propuestas para su mejora. LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades. 2023; 4(1): p. 1736.
18. Ezeiza A. Retomar el foro virtual como contexto sociodiscursivo para el desarrollo de la escritura académica universitaria. Perspectiva Educacional. 2023; 62(2): p. 140-164.
19. Rodríguez Y. El impacto de los entornos virtuales en el aprendizaje colaborativo Quito: Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador; 2022.

LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA ENSEÑANZA DE LA ASIGNATURA DE BIOLOGÍA EN LA UNIDAD EDUCATIVA LUIS FERNANDO RUIZ

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE TEACHING OF BIOLOGY AT THE LUIS FERNANDO RUIZ EDUCATIONAL UNIT

Kerly Nicole Loja Veloz¹, Pablo Andres Pumarica Berrones², Angel León Coloma Carrasco³,
Vicente Vallardo Villegas Ricauter⁴

{knlojav@ube.edu.ec¹, ppumaricab@ube.edu.ec², alcolomac@ube.edu.ec³, vvvillegasr@ube.edu.ec⁴}

Fecha de recepción: 11/08/2025 / Fecha de aceptación: 01/09/2025 / Fecha de publicación: 07/10/2025

RESUMEN: El objetivo del presente estudio fue realizar un análisis sobre el uso de la Inteligencia Artificial para la enseñanza de la asignatura de Biología en la Unidad Educativa Luis Fernando Ruiz. Para lo cual se realizó una fundamentación teórica de las variables de la investigación, se utilizó el método cuasi experimental, cuantitativo, bibliográfico, transversal y no experimental con el fin de observar, describir y argumentar los resultados obtenidos de la aplicación de la técnica de las encuestas y de un cuestionario estructurado con escala de Linkert que fue dirigido a 11 docentes con experticia en la enseñanza de la Biología. Los datos obtenidos fueron filtrados, tabulados, representados gráficamente, analizados e interpretados mediante el método de análisis de contenido temático. La información analizada fue comparada con otros estudios similares al contexto de la investigación, de lo cual se pudo concluir que los docentes de Biología tienen una actitud positiva y un alto grado de conciencia sobre el potencial de la Inteligencia Artificial para transformar la enseñanza de la asignatura de Biología; sin embargo, existe una familiaridad básica y un uso exploratorio de las herramientas de IA, por lo que su implementación no es sistemática, ni frecuente, que en parte se debe a la falta de infraestructura en la institución.

Palabras clave: *Inteligencia artificial, enseñanza, análisis, biología, nivel secundario*

¹Licenciada en pedagogía de la Química y Biología, Docente de la Unidad Educativa Luis Fernando Ruiz, Latacunga, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0008-7858-900X>

²Licenciado en pedagogía de la Química y Biología, Investigador Independiente, Quito, Ecuador, ppumaricab@ube.edu.ec, <https://orcid.org/0009-0001-2070-0544>

³Docente en la Maestría en Educación en Entornos Digitales, Universidad Bolivariana del Ecuador, Durán, Ecuador, alcolomac@ube.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0002-9625-5950>

⁴Docente en la Maestría en Educación en Entornos Digitales, Universidad Bolivariana del Ecuador, Durán, Ecuador, vvvillegasr@ube.edu.ec, <https://orcid.org/0009-0001-4569-5913>

ABSTRACT: The objective of this study was to analyze the use of Artificial Intelligence for teaching Biology at the Luis Fernando Ruiz Educational Unit. To this end, a theoretical foundation for the research variables was established, and a quasi-experimental, quantitative, bibliographic, cross-sectional, and non-experimental method was used to observe, describe, and argue the results obtained from the application of the survey technique and a structured questionnaire with a Likert scale, which was administered to 11 teachers with expertise in teaching biology. The data obtained were filtered, tabulated, graphically represented, analyzed, and interpreted using the thematic content analysis method. The information analyzed was compared with other studies similar to the research context, from which it was concluded that biology teachers have a positive attitude and a high degree of awareness of the potential of artificial intelligence to transform the teaching of biology. However, there is only a basic familiarity with and exploratory use of AI tools, so their implementation is neither systematic nor frequent, which is partly due to the lack of infrastructure in the institution.

Keywords: *Artificial intelligence, teaching, analysis, biology, secondary level*

INTRODUCCIÓN

Actualmente la educación virtual aprovecha las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para crear entornos de aprendizaje dinámicos que combinan diversas formas multimedia para mejorar las experiencias de aprendizaje en los distintos niveles de educación (1). La educación virtual ha ganado un impulso significativo a raíz de la pandemia de la COVID-19, lo cual obligó a pasar de las aulas tradicionales a las plataformas virtuales que proporcionan flexibilidad y accesibilidad a los estudiantes desde diversas ubicaciones geográficas a una educación de calidad sin las limitaciones de la presencia física (2).

Se ha demostrado que la integración de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la educación biológica mejora la experiencia de aprendizaje al hacerla más interactiva, atractiva y eficaz. Las herramientas TIC, los contenidos interactivos, la virtualidad en laboratorios y los recursos en línea, ayudan en la comprensión de los conceptos biológicos complejos, motivando el aprendizaje en los estudiantes; como es el caso de un estudio donde se evidenció que los estudiantes de secundaria que utilizan las TIC, lograron un rendimiento superior que los estudiantes que no utilizaban dichas tecnologías (3).

La educación virtual ha tomado un rol de aprendizaje frecuente, por lo que es necesario abordar sus limitaciones y explorar estas soluciones innovadoras de aprendizaje con el fin de maximizar su potencial en pos de lograr un modelo educativo transformador (4), es decir que la integración de la AI en el ámbito de la educación virtual, ofrece la personalización de experiencias de aprendizaje mediante un enfoque que aborda diversos ritmos y estilos de aprendizaje (5), lo que genera beneficios significativo que representan mejor rendimiento académico y mayor satisfacción en los estudiantes (6). Sin embargo, presentan desafíos, que incluyen problemas de privacidad, situaciones éticas que se enmarquen en normas adecuadas.

La inteligencia artificial (IA) ha tenido una evolución tecnológica, la cual inicia con sistemas simples basados en reglas, para luego convertirse en redes neuronales complejas, las cuales tienen la capacidad de aprendizaje autónomo y con supervisión. La AI nace de modelos semi-supervisados que se basan en datos etiquetados y no etiquetados. Posteriormente evolucionan a un aprendizaje autónomo o no supervisado, el cual es capaz de descubrir patrones de datos, es decir una IA adaptable y creativa, que logró un impacto significativo de mejora de las capacidades de análisis de datos y toma de decisiones (7).

Con las redes neuronales y el aprendizaje profundo, se logró crear los algoritmos de reconocimiento de imágenes y juegos estratégicos (AlexNet y AlphaGo), los cuales innovaron el alcance de la IA para el procesamiento del lenguaje natural y la visión artificial; sin embargo, los desafíos en materia de razonamiento y empatía siguen persistiendo (8).

Los algoritmos que se basaron en la evolución natural utilizan técnicas biológicas de mutación y selección, para resolver problemas complejos, los cuales han demostrado su eficacia a la hora de optimizar soluciones en varios ámbitos, lo que implica imitar los procesos naturales de resolución de problemas (9) (10).

La IA mediante su tecnología ha logrado realizar tareas que requieren de la inteligencia humana, convirtiéndose en una herramienta alternativa para el ámbito educativo, ya que ofrece soluciones alternativas e innovadoras que permite transformar la experiencia de aprendizaje (11), ya que desde el lanzamiento de ChatGPT en 2022, se impulsó exponencialmente sobre su uso y el interés en la IA, iniciando la carrera global en la industria de la IA (12).

El uso de IA en el ámbito educativo ha permitido la personalización del proceso de enseñanza aprendizaje, mediante la adaptación de contenidos y estilos de aprendizaje, mediante la detección de dificultades específicas y la propuesta de rutas alternativas de enseñanza, para mejorar el rendimiento académico y fomentar experiencia de aprendizaje más inclusiva (13).

Por lo que, la inteligencia artificial al ser una tecnología transformadora con incidencia significativa en varias campos y áreas ha permitido la automatización de tareas que han mejorado la toma de decisiones y ha impulsado la innovación que son cruciales para mantener la competitividad en un escenario tecnológico en rápida evolución.

Los estudiantes de secundaria y su creciente interés por la AI, ha generado la necesidad de implementar dentro del meso y micro currículo directrices como el AI4K12 (14) y el Teachable Machine™ (15) las cuales se han convertido en referentes tecnológicos dentro de la educación con IA dirigida a jóvenes, mediante métodos de enseñanza y aprendizaje que abarcan la simulación para facilitar la visualización de conceptos biológicos complejos; como la simulación de estructuras proteicas y redes metabólicas, que son importantes para el entendimiento de la biología sintética (18).

Dentro de las áreas de las Ciencias Naturales y la biología, la IA se enmarca como una línea transversal que comprende la tecnología y las ciencias de la vida, a través del análisis a gran escala de datos, perfiles proteómicos y secuencias genómicas, que son importantes para entender los

sistemas biológicos complejos (16); mientras que, con los laboratorios virtuales basados en AI, los estudiantes experimentan sin limitaciones de recursos físicos; es decir amplían el acceso a una educación práctica en Biología (5).

El modelaje de datos computacional y la simulación impulsada con IA, representa una herramienta innovadora de la biología evolutiva, ya que proporcionan datos relevantes de la especiación y las fuerzas que configuran el cambio evolutivo (17), experimentando y generando la necesidad de nuevos marcos teóricos y modelos predictivos para unir subdisciplinas y mejorar la comprensión de los fenómenos biológicos (18).

La AI ofrece beneficios significativos en el proceso de educación de la biología, ya que contribuye en la transformación de la biología del siglo XX, mediante el desarrollo de la estadística, y sin duda el impacto será transformador en la biología del siglo XXI (19). Lo cual implica que la IA establece un nuevo impulso en la biología, pues se logrará resolver paradigmas profundos que hoy son imposibles de entender.

Según Usak destaca que la IA mejora los métodos de investigación gracias a la eficaz exploración de conceptos biológicos y una profunda comprensión del conocimiento (20). La fusión entre las ciencias biológicas tradicionales y la biología computacional permite la producción de nuevas predicciones y marcos teóricos que son esenciales para la evolución de la educación. Además, que se contempla una renovación de la educación para los futuros desafíos de la investigación; así como el surgimiento de nuevos marcos teóricos cruciales para entender los sistemas biológicos complejos y el enriquecimiento del panorama educativo.

Aripin en su revisión sobre la Inteligencia artificial en biología y biología del aprendizaje, identificó 24 tipos distintos de aplicaciones de la IA en la educación biológica, que lo clasificó en seis grupos principales: Aprendizaje personalizado y con tutoría, evaluación y valoración para evaluar el rendimiento y la comprensión de los estudiantes, medios didácticos interactivos y atractivos, enriquecimiento de la experiencia de aprendizaje a través de varios métodos innovadores, clases virtuales y ayudas para el aprendizaje (21) proporcionando herramientas de apoyo adicionales; concluyendo que a través de estos avances tecnológicos que ofrece la IA se puede mejorar significativamente la experiencia de aprendizaje de la biotecnología.

La enseñanza mediante IA en la Biología permite contribuir con la facilitación de simulaciones, evaluaciones formativas y acceso a recursos didácticos adaptativos, con el fin de favorecer la comprensión de conceptos abstractos y complejos Zawacki et al. (22). Según Luckin el uso de la inteligencia Artificial en el aula, contribuye a la mejora de toma de decisiones pedagógicas, a la retroalimentación inmediata y datos sobre el progreso del estudiante. Dichas ventajas son útiles para la enseñanza de Biología donde los docentes deben abordar contenidos que requieren visualización, análisis de datos y experimentación (11).

Por otra parte, la alfabetización digital docente y su disposición a integrar tecnologías emergentes como la IA son determinantes para una implementación efectiva en el aula (24), por lo que es importante entender cómo los docentes de Biología emplean la IA a nivel de secundaria con el fin de identificar oportunidades, barreras y estrategias de mejora.

Con el fin de comprender el uso de La inteligencia artificial en la enseñanza de la asignatura de Biología en la Unidad Educativa Luis Fernando Ruiz, y el aporte teórico que se menciona con anterioridad se plantea la siguiente pregunta científica, ¿Cómo se puede utilizar la inteligencia artificial en la enseñanza de la asignatura de Biología en la Unidad Educativa Luis Fernando Ruiz?

Para dar respuesta a la pregunta planteada el objetivo de la investigación es analizar el impacto de IA en la enseñanza de la asignatura de Biología en la Unidad Educativa Luis Fernando Ruiz, además de la fundamentación teórica para dar sustento veraz y actualizado de este aporte tecnológico, así mismo se identificará la influencia de la IA en la asignatura de Biología U.E.L.F.R., una vez realizada la contribución científica se determinará el uso de la IA en la asignatura de Biología.

Para dar solución a lo expuesto se aplicará el enfoque cuantitativo y cualitativo, utilizando los métodos teóricos, así como también los métodos empíricos y los métodos matemáticos estadísticos en base aquello se determinará el impacto de la IA en la asignatura de Biología en la U.E.L.F.R.

El presente estudio pretende contribuir con el entendimiento del papel de la Inteligencia Artificial en la enseñanza de Biología a nivel de la educación secundaria, ya que, dentro de la investigación educativa, es un campo que aún se encuentra en desarrollo.

Identificar como los docentes utilizan la Inteligencia Artificial, permitirá proponer orientaciones metodológicas, capacitaciones y políticas institucionales que favorezcan la innovación pedagógica, mejoramiento del aprendizaje de los estudiantes, fomentar el pensamiento crítico, la alfabetización científica y el uso ético de la tecnología.

Este análisis también responde a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en particular al ODS 4: Educación de calidad, promoviendo prácticas educativas inclusivas, equitativas e innovadoras mediante la integración significativa de tecnologías emergentes en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio tiene un enfoque mixto, el cual integra técnicas cuantitativas y cualitativas con el fin de obtener una visión del fenómeno investigado. El enfoque cuantitativo permitió recolectar datos numéricos que representa la frecuencia, tipos y finalidades del uso de herramientas de inteligencia artificial (IA) por parte de los docentes en la asignatura de Biología. Por su parte, el enfoque cualitativo posibilitará comprender en profundidad las percepciones, experiencias, beneficios y barreras que enfrentan los docentes al incorporar estas tecnologías en su práctica educativa.

La investigación fue de tipo no experimental, ya que no se manipularon deliberadamente las variables, no se intentó cambiar la perspectiva de los docentes, sino que se limitó a observar el fenómeno tal como ocurre en el entorno natural de los docentes. El diseño es transversal, puesto que la recolección de datos se realizará en un solo momento temporal, lo cual permitirá describir el estado actual del uso de la inteligencia artificial en la enseñanza de Biología.

En la investigación se aplicó el método descriptivo el cual permitió caracterizar el uso de herramientas de Inteligencia Artificial por parte de los docentes, identificando patrones, frecuencia, niveles de uso, tipo de herramientas utilizadas y propósito pedagógico (29). Además, se utilizó el método bibliográfico con el fin de sustentar el marco teórico, mediante la revisión de literatura científica actualizada con rigor científico sobre el uso de la inteligencia artificial en la educación, especialmente en la enseñanza de la asignatura de la Biología, la misma que será procesada con el gestor bibliográfico Mendeley.

Se escogió una muestra intencional constituida por once docentes que imparten la asignatura de Biología a nivel de educación secundaria de la Unidad Educativa Luis Fernando Ruiz. El tamaño de la muestra se determinará en función de la disponibilidad y acceso.

Para la recolección de la información se utilizó la técnica de la encuesta y como instrumento se ha eligió un cuestionario estructurado con preguntas cerradas aplicando la escala Likert con opciones múltiple, el cual fue validado por expertos del área mediante el alfa de Cronbach y fue diseñado para recopilar datos sobre el uso, frecuencia, percepción y conocimiento de herramientas de Inteligencia Artificial en la enseñanza de Biología.

Los datos cualitativos fueron analizados mediante el método de análisis de contenido temático, identificando categorías emergentes relacionadas con el uso pedagógico de la Inteligencia Artificial, mediante una ponderación de resultados; mientras que los datos cuantitativos se analizaron mediante estadística descriptiva, utilizando frecuencias, porcentajes y gráficos mediante una hoja de cálculo de Microsoft Excel para representar los resultados.

La investigación inició con la sustentación fundamentada de las variables que intervienen en el contexto del estudio y posterior se intervino mediante un instrumento de recolección de datos, con el diagnóstico dirigida a docentes sobre el uso de la Inteligencia Artificial en la enseñanza de la asignatura de Biología. La información recolectada fue filtrada, tabulada y representada con tablas y gráficos, para luego ser analizada e interpretada con el fin de contrastar dicha información con otros estudios similares y establecer las respectivas conclusiones, que se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Investigaciones a contrastar.

Estudio	Contexto	Hallazgos principales	Coincidencias con el artículo
Loja, K. & Pumarica, P.	Ecuador (Unidad Educativa Luis Fernando Ruiz).	Actitud positiva de docentes, uso exploratorio de IA, limitaciones por falta de infraestructura.	• Actitud positiva • Uso limitado • Necesidad de formación
Aripin et al.	Indonesia	Identificación de 24 tipos de uso de IA en biología; bajo nivel de implementación.	• Diversidad de aplicaciones • Poca implementación práctica
Usak	Turquía	IA mejora la comprensión biológica; necesidad de formación docente.	• Valor pedagógico de IA • Barreras institucionales
Telaumbanua	Indonesia	La IA ayuda en simulaciones y prácticas virtuales; su uso no es sistemático.	• Uso didáctico puntual • Baja frecuencia
Cherrez Escobar et al.	Ecuador	Mejora del aprendizaje en entornos virtuales con IA; desafíos de infraestructura.	• Impacto positivo • Obstáculos tecnológicos

RESULTADOS

El análisis presenta los resultados preliminares de una encuesta aplicada a 11 docentes de Biología a fin de diagnosticar sus percepciones, niveles de formación y experiencias en el uso de herramientas basadas en IA.

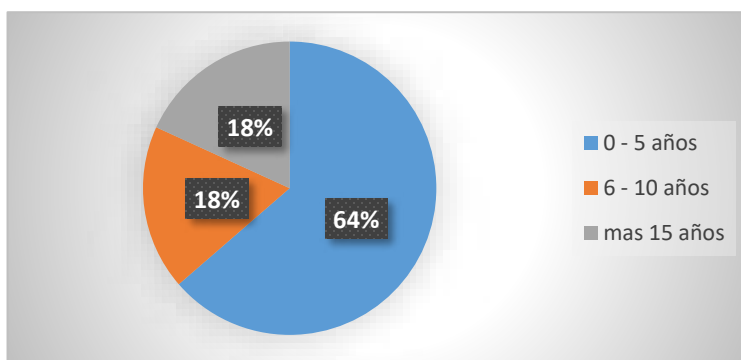


Figura 1. Experiencia profesional de docencia.

Análisis e interpretación: Del 100% de docentes encuestados, el 64% tienen experiencia profesional de entre 0 y 5 años; el 18% entre 6 y 10 años, mientras que el 18% tienen más de 15 años. De los cuales el 64% posee título de postgrado (maestría) y restante tienen licenciatura, lo cual refleja un buen nivel de formación y académico.

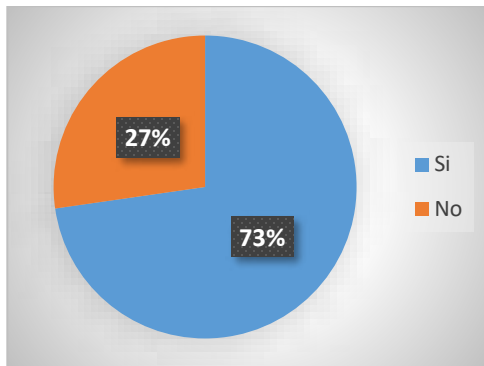


Figura 2. Formación en AI.

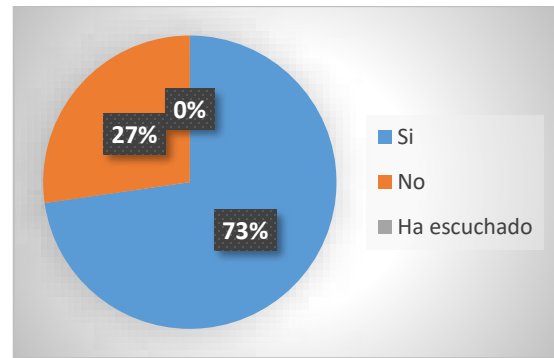


Figura 3. Conocimiento de AI.

Análisis e interpretación: El 73% de los docentes indican que han recibido formación en tecnologías educativas o IA y el 73% manifiesta conocer la aplicación de la IA en la educación; por lo que existe un escenario de conocimiento superficial, donde el tema de la Inteligencia Artificial no es completamente ajeno y ha existido esfuerzos iniciales introductorio, teórica con limitada práctica. Sin embargo, un 27% no ha tenido ningún tipo de formación, lo que representa una brecha importante que debe cerrarse para lograr una adopción más homogénea de la tecnología. Por lo que es necesario que los programas de capacitación futuros se consoliden lo teórico y práctico relevante para el aula de Biología, a fin de construir una verdadera competencia y no solo una conciencia pasiva del tema.

Con base al presente contexto, a continuación, se analiza a la inteligencia Artificial aplicada a los procesos académicos para la enseñanza de la asignatura de Biología a nivel secundario, de lo cual se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 2. Nivel de manejo de herramientas de IA aplicadas a Biología.

Nivel de manejo de IA	Total
Intermedio	6
Básico	4
Avanzado	1

A continuación, se presentan los niveles de manejo de herramientas de IA que fueron aplicadas a la Biología.

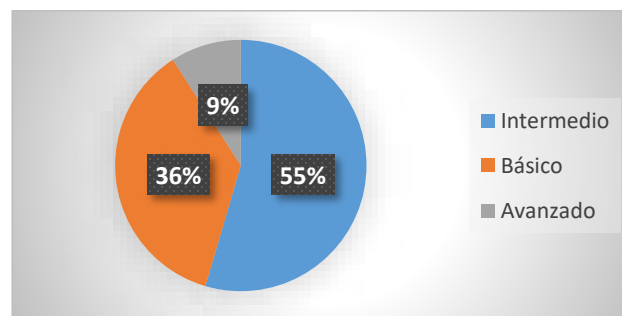


Figura 4. Nivel de manejo de herramientas de IA aplicadas a Biología.

Análisis e interpretación: Del 100% de los docentes encuestados, el 55% indican que tienen un nivel “Intermedio” del manejo de herramientas de IA para ser aplicadas a la asignatura de Biología, el 36% indican que tienen un nivel “Básico”, mientras que el 9% tienen un nivel “Avanzado”; por lo que, la mayoría de los docentes se ubica entre un manejo básico e intermedio. Esto representa una oportunidad de mejorar sus competencias digitales con programas específicos.

Tabla 3. Uso de la IA en clases de Biología.

Opción	Total
Si	8
No	3
Total	11

La Figura 5 detalla el uso de la IA en las clases correspondientes a la biología.

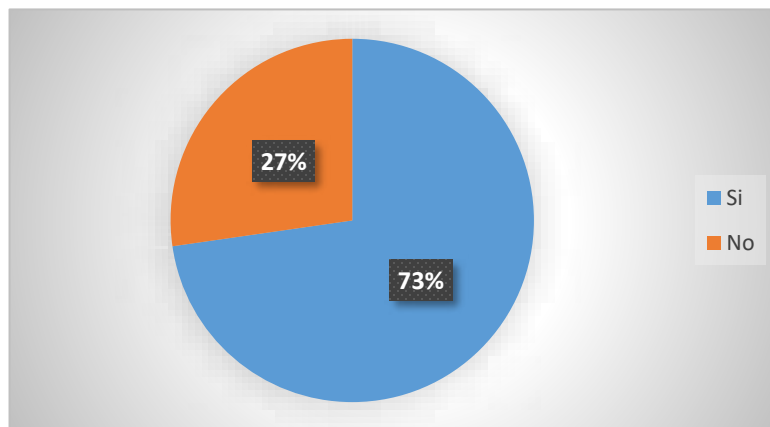


Figura 5. Uso de la IA en clases de Biología.

Análisis e interpretación: Del 100% de los docentes encuestados, el 73% indican que “Si” han usado a IA en sus clases de Biología; mientras que el 27% indica que “No”. Por lo que la gran mayoría representa a los docentes "adoptadores tempranos" que, independientemente de su nivel de pericia que varía desde básico hasta avanzado en la encuesta, están dado el primer paso tecnológico, ya que su experiencia contribuye positivamente en su disposición futura para una adopción más amplia.

Tabla 4. Frecuencia de uso de la AI en clases de Biología.

Opción	Total
Rara vez	5
Ocasionalmente	4
Siempre	1
Nunca	1
Total	11

En la Figura 6 se determina la frecuencia del uso de la IA en las clases de la materia de Biología.

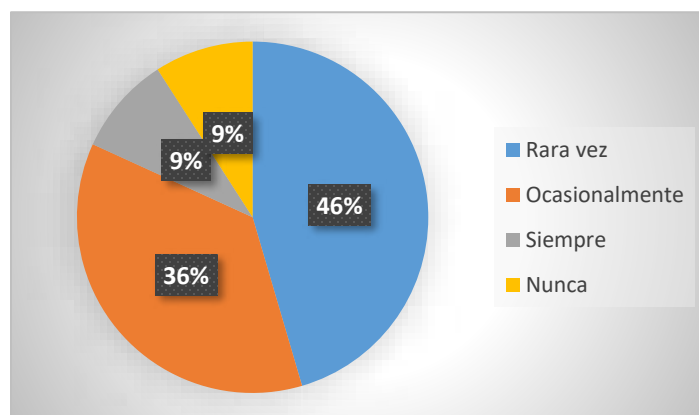


Figura 6. Frecuencia de uso de la IA en clases de Biología.

Análisis e interpretación: Del 100% de docentes encuestados, el 46% indica que “Rara vez” uso la IA en las clases de Biología, el 36% responde “Ocasionalmente”, el 9% “Siempre”; mientras que el 9% “Nunca”. En este apartado se debe considerar que a pesar de que el 73% de docentes que respondieron que “Si” utilizan la IA también respondieron que la utilizan “Rara vez” en sus clases. Esto implica que no existe una integración profunda y sistemática de la IA en la pedagogía, sino que se presenta un escenario de exploración y experimentación.

Los docentes están probando las herramientas, posiblemente por curiosidad o para tareas puntuales, pero aún no las han incorporado como un pilar fundamental de su enseñanza diaria.

Por otro lado, el grupo con nivel avanzado que no ha utilizado la IA en el aula puede deberse a la fobia tecnológica o desinterés, por las barreras prácticas como la falta de tiempo para planificar, la ausencia de recursos institucionales o la falta de un caso de uso claro que justifique la inversión de esfuerzo.

Tabla 5. Propósitos de uso de la IA en la Biología.

Propósito	Total
Generación de materiales educativos personalizados	4
Simulaciones de procesos biológicos	5
No he utilizado IA	1
Evaluación automatizada	6
Análisis de datos científicos	1

En la Figura 7 se presentan los datos correspondientes al propósito del uso de la IA.

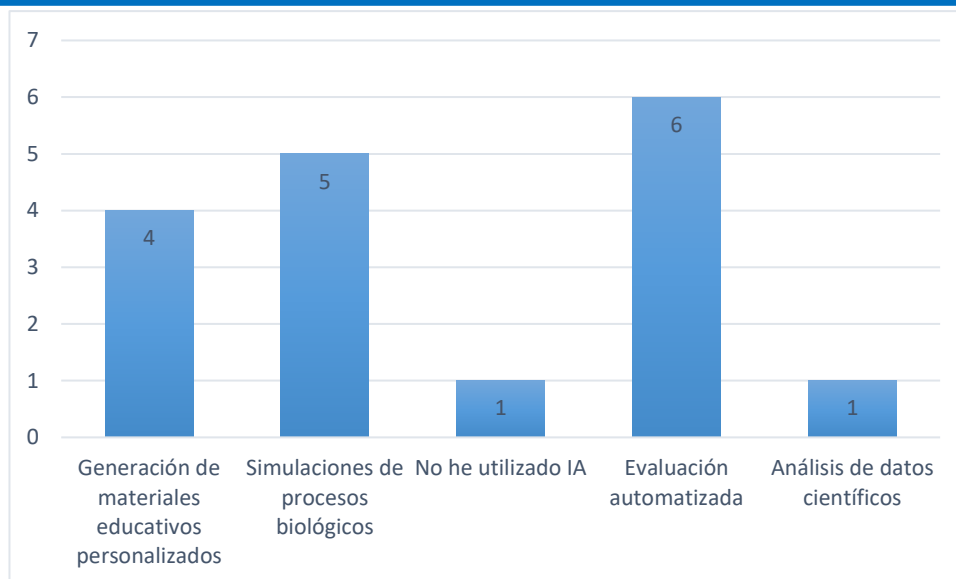


Figura 7. Propósitos de uso de la IA en la Biología.

Análisis e interpretación: Existen dos motivaciones principales que son la eficiencia y la profundización pedagógica; ya que la mayoría de los docentes se inclinan por la “Evaluación automatizada” con AI con el fin de alcanzar la eficiencia en los procesos de calificación de pruebas y tareas, que son actividades que absorbe mucho tiempo que puede ser utilizado en la interacción directa con los estudiantes. Por otra parte, la “Simulaciones de procesos biológicos” es particularmente revelador para la asignatura de Biología, ya que temas como la replicación del ADN, la fotosíntesis o la dinámica de ecosistemas son abstractos y difíciles de visualizar, sin embargo a través de simulaciones con IA, los docentes pretenden ser más didácticos y mejorar la calidad de la enseñanza a través de interacciones y experimentación de los conceptos complejos, que los métodos tradicionales no pueden ofrecer. Por lo que, la IA es una herramienta cognitiva poderosa para el aprendizaje.

Finalmente, la “Generación de materiales educativos personalizados” representa el propósito más popular y una necesidad urgente entre los docentes. La IA puede ayudar a crear rápidamente ejercicios, resúmenes, casos de estudio y ejemplos adaptados a diferentes niveles de comprensión en el aula; es decir los docentes ven a la IA como un asistente inteligente que alivia la carga de la preparación de clases.

Tabla 6. Opinión de los Docentes sobre la IA en Biología.

	Muy de acuerdo	De acuerdo
¿Enriquece la enseñanza?	7	4
¿Mejora el aprendizaje individualizado?	10	1
¿Aumenta el interés de los estudiantes?	4	7

La IA se asocia principalmente con tareas prácticas y de apoyo didáctico, lo que muestra una comprensión de su valor pedagógico.

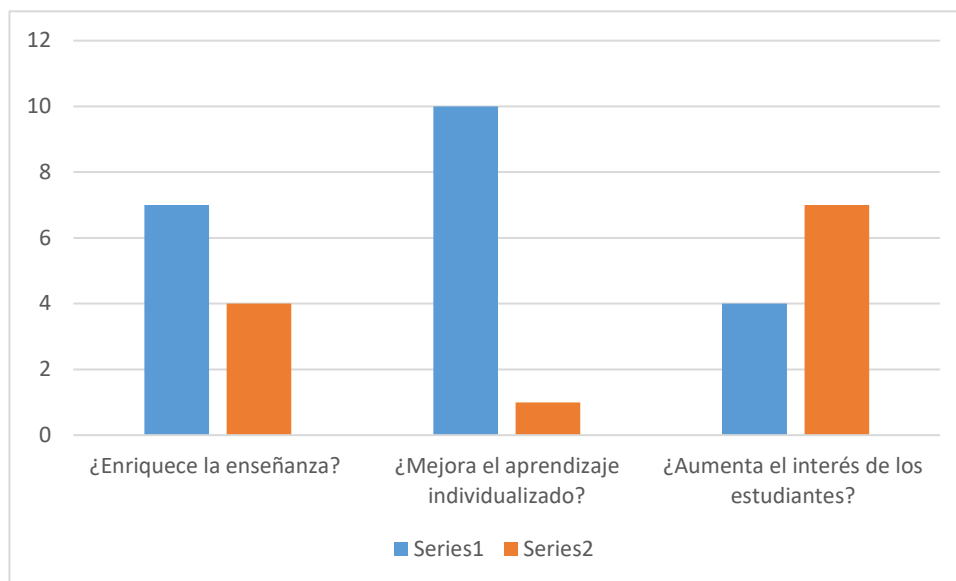


Figura 8. Propósitos de uso de la IA en la Biología.

Análisis e interpretación: Existe un consenso mayoritario sobre el potencial positivo de la IA, pues el 100% de los encuestados están "Muy de acuerdo" o "De acuerdo" que la IA puede enriquecer la enseñanza de temas complejos. Asimismo, el 100% considera que la IA puede mejorar el aprendizaje individualizado de los estudiantes; mientras que, el 83.3% considera que los estudiantes muestran mayor interés cuando se usan herramientas tecnológicas.

Además, se determinó que la principal barrera para la implementación de la AI en la asignatura de Biología es la falta de infraestructura tecnológica adecuada, pues el 83.3% de docentes reportan que su institución no la tiene los recursos o solo cuenta parcialmente con ella: por lo que es importante considerar una inversión en infraestructura tecnológica y licencias de uso de Inteligencia artificial.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran una actitud positiva de los docentes hacia la IA, y al mismo tiempo su uso limitado y exploratorio, debido en parte a la falta de infraestructura, escenario que se refleja también en otras investigaciones; como por ejemplo: Aripin, en su investigación denominada "Inteligencia artificial en biología y biología del aprendizaje" identificaron que, aunque la IA tiene múltiples aplicaciones en la educación biológica, su uso aún es incipiente en contextos escolares por las limitaciones institucionales y falta de formación docente (21). Usak en su investigación "Inteligencia Artificial en la educación en biología" destaca que, los docentes comprenden el valor de la IA para facilitar la comprensión de conceptos biológicos complejos, y

que su implementación depende del nivel de alfabetización tecnológica del docente y del apoyo institucional (20).

Telaumbanua en su investigación denominada “el papel de la Inteligencia Artificial en la mejora de la calidad del aprendizaje de la biología” encontró resultados similares de escuelas indonesias, donde los docentes de Biología valoran la IA como herramienta didáctica para simulaciones, pero su uso real en el aula es bajo y se restringe por falta de recursos y capacitación (5).

Finalmente, Cherrez en su investigación “Análisis del Aprendizaje en Estudiantes en Entornos Educativos Virtuales con el Uso de Inteligencia Artificial” observaron que los entornos virtuales con IA mejoran la motivación y rendimiento estudiantil, pero requieren capacitación intensiva y ajustes curriculares para consolidarse como estrategias permanentes (6).

La actitud positiva hacia la IA es un factor común en todos los estudios comparados, así como el uso superficial o esporádico, lo que refleja una etapa temprana de adopción tecnológica. Por otra parte, se identifican barreras estructurales y formativas como los principales obstáculos, falta de capacitación docente, escaso acceso a tecnología, y ausencia de estrategias pedagógicas sistematizadas para la integración de IA. Por lo que es clara la necesidad de políticas educativas que promuevan la integración efectiva y sistemática de la IA en el currículo de Biología.

CONCLUSIONES

Se ha realizado la fundamentación teórica que sustenta el contexto de la investigación, permitiendo establecer una línea base a fin plantear las dimensiones que representan al presente estudio, el cual fue desarrollado con una metodología orientada a realizar un análisis descriptivo cuasi experimental que se contrapongan con otros estudios y se determinen las respectivas conclusiones.

Los docentes de Biología encuestados muestran una actitud muy positiva y un alto grado de conciencia sobre el potencial de la Inteligencia Artificial para transformar la enseñanza de su asignatura; sin embargo, existe una familiaridad básica y un uso exploratorio de las herramientas de IA, por lo que su implementación no es sistemática ni frecuente, principalmente debido a la barrera significativa de la falta de infraestructura en las instituciones. Así mismo, la exploración de los docentes con respecto a la AI, se encuentran en una fase de transición, ya que han comenzado a experimentarla, es decir su conocimiento se encuentra en su fase inicial, el cual debe ser consolidado mediante una comprensión profunda y práctica; por lo que existe una clara oportunidad y necesidad de ofrecer una formación más robusta y aplicada que transforme esa conciencia inicial en una capacidad real para integrar la IA de manera efectiva en sus estrategias pedagógicas.

El principal desafío no es convencer a los docentes de que prueben la IA, sino ayudarlos a pasar de un uso ocasional a una integración significativa y regular. Para lograrlo, las recomendaciones deben centrarse en superar las barreras prácticas (tiempo, recursos, infraestructura) y en ofrecer

una formación que demuestre el valor pedagógico concreto de la IA para facilitar el aprendizaje de la Biología de manera recurrente, mediante la actualización del micro Currículo de Biología.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Zhu H. Exploring Innovative Educational Concepts within Virtual Education Systems. Eur Union Digit Libr [Internet]. 2023 Jan 1 [cited 2025 May 13]; Available from: <https://scispace.com/papers/exploring-innovative-educational-concepts-within-virtual-4qu5vfchie>
2. Castillo Moza J. Gestión de educación virtual. Gestión en el Terc Milen [Internet]. 2007 Jul 16 [cited 2025 May 13];10(19):85–92. Available from: <https://scispace.com/papers/gestion-de-educacion-virtual-5sqn62gkfu>
3. Adolfo M da S, Machado D, Warpechowski M. Ensino e Aprendizagem de Biologia no Ensino Médio através da Informática Educativa. An do XXIII Work Informática na Esc (WIE 2017) [Internet]. 2017 Oct 27 [cited 2025 Jun 16];608–17. Available from: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/16296>
4. Mota K, Concha C, Muñoz N. A educação virtual como agente transformador dos processos de aprendizagem. Rev line Política e Gestão Educ [Internet]. 2020 Sep 1 [cited 2025 May 13];1216–25. Available from: <https://scispace.com/papers/a-educacao-virtual-como-agente-transformador-dos-processos-2iyptwkx12>
5. Telaumbanua D. The role of artificial intelligence in improving the quality of biology learning. Cogniz J [Internet]. 2025 Jan 12 [cited 2025 May 14];5(1):78–84. Available from: <https://scispace.com/papers/the-role-of-artificial-intelligence-in-improving-the-quality-18mb1sp5oy8y>
6. Cherrez Escobar GD, Escobar Arcos PG, Grijalva Ramos SL, Tisalema Mayorga V del P, León Delgado JA. Análisis del Aprendizaje en Estudiantes en Entornos Educativos Virtuales con el Uso de Inteligencia Artificial. Cienc Lat [Internet]. 2024 Dec 26 [cited 2025 May 13];8(6):3908–21. Available from: <https://scispace.com/papers/analisis-del-aprendizaje-en-estudiantes-en-entornos-63d9pir1bwcj>
7. Zohuri B. The Evolution of Artificial Intelligence: From Supervised to Semi-Supervised and Ultimately Unsupervised Technology Trends. Curr Trends Eng Sci [Internet]. 2023 Aug 22 [cited 2025 Jun 16];3(5):1–4. Available from: <https://scispace.com/papers/the-evolution-of-artificial-intelligence-from-supervised-to-22if9n2y9r>
8. Radanliev P. Artificial intelligence: reflecting on the past and looking towards the next paradigm shift. J Exp Theor Artif Intell [Internet]. 2024 Feb 28 [cited 2025 Jun 16];1–18. Available from: <https://scispace.com/papers/artificial-intelligence-reflecting-on-the-past-and-looking-2i6k0eee72>
9. Tripathi A, Singh R, Singh AK, Gupta P, Vats S, Singhal M. Significance of Evolutionary Artificial Intelligence: A Detailed Overview of the Concepts, Techniques, and Applications. Artif Intell Mach Learn User Interface Des [Internet]. 2024 May 8 [cited 2025 Jun 16];27–53. Available from: <https://scispace.com/papers/significance-of-evolutionary-artificial-intelligence-a-dbq2tpc8by>
10. Maknickiene N. Application of Evolutionary Artificial Intelligence. An Exploratory Literature Review. Appl Bus Issues Solut [Internet]. 2022 Aug 31 [cited 2025 Jun 16];1:22–31. Available

- from: <https://scispace.com/papers/application-of-evolutionary-artificial-intelligence-an-2i94n6bv>
11. Luckin R, Holmes W, Griffiths M, Forcier LB. Intelligence-Unleashed-Publication [Internet]. 2016 [cited 2025 May 13]. 60 p. Available from: https://www.researchgate.net/publication/299561597_Intelligence_Unleashed_An_argument_for_AI_in_Education
 12. Hao K. What Is ChatGPT? What to Know About the AI Chatbot - WSJ. The wall street journal [Internet]. 2023 [cited 2025 May 13]; Available from: <https://www.wsj.com/tech/chatgpt-ai-chatbot-app-explained-11675865177>
 13. Fadel C, Holmes W, Bialik M. Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning. The Center for Curriculum Redesign, Boston, MA. J Comput Assist Learn [Internet]. 2019 [cited 2025 Jun 16];14(4):228. Available from: https://www.researchgate.net/publication/332180327_Artificial_Intelligence_in_Education_Promise_and_Implications_for_Teaching_and_Learning
 14. Touretzky D, Gardner-McCune C, Martin F, Seehorn D. Envisioning AI for K-12: What Should Every Child Know about AI? Proc AAAI Conf Artif Intell [Internet]. 2019 Jul 17 [cited 2025 May 13];33(01):9795–9. Available from: <https://ojs.aaai.org/index.php/AAAI/article/view/5053>
 15. Carney M, Webster B, Alvarado I, Phillips K, Howell N, Griffith J, et al. Teachable machine: Approachable web-based tool for exploring machine learning classification. Conf Hum Factors Comput Syst - Proc [Internet]. 2020 Apr 25 [cited 2025 May 13]; Available from: [/doi/pdf/10.1145/3334480.3382839?download=true](https://doi/pdf/10.1145/3334480.3382839?download=true)
 16. Zahoor A, Hauq S, Bashir U, Hamadani A, Shabir S. A meshwork of artificial intelligence and biology. A Biol Guid to Artif Intell Build Found Artif Intell Mach Learn Achiev Adv Life Sci [Internet]. 2024 Jan 1 [cited 2025 May 13];315–33. Available from: <https://scispace.com/papers/a-meshwork-of-artificial-intelligence-and-biology-3q1lydva2b>
 17. Wani T, Banday N. Understanding life and evolution using AI. A Biol Guid to Artif Intell Build Found Artif Intell Mach Learn Achiev Adv Life Sci [Internet]. 2024 Jan 1 [cited 2025 May 13];35–45. Available from: <https://scispace.com/papers/understanding-life-and-evolution-using-ai-3v5plf9rtt>
 18. Hassoun S, Jefferson F, Shi X, Stucky B, Wang J, Rosa E. Artificial Intelligence for Biology. Integr Comp Biol [Internet]. 2021 Aug 27 [cited 2025 May 13];61(6):2267–75. Available from: <https://scispace.com/papers/artificial-intelligence-for-biology-wlvakx9kf>
 19. Yu B, Kumbier K. Artificial intelligence and statistics. Front Inf Technol Electron Eng [Internet]. 2018 Jan 1 [cited 2025 May 13];19(1):6–9. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1631/FITEE.1700813>
 20. Usak M. Artificial intelligence in biology education. J Balt Sci Educ [Internet]. 2024 Oct 20 [cited 2025 May 14];23(5):806–8. Available from: <https://scispace.com/papers/artificial-intelligence-in-biology-education-4guk360g9fin>
 21. Aripin I, Gaffar AA, Jabar MBA, Yulianti D. Artificial intelligence in biology and learning biology: A literature review. J Mangifera Edu [Internet]. 2024 Jan 31 [cited 2025 May 14];8(2):41–8. Available from: <https://scispace.com/papers/artificial-intelligence-in-biology-and-learning-biology-a-3y2u3ueu3g>

22. Zawacki-Richter O, Marín VI, Bond M, Gouverneur F. Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? *Int J Educ Technol High Educ* 2019 161 [Internet]. 2019 Oct 28 [cited 2025 Jun 30];16(1):1–27. Available from: <https://educationaltechnologyjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s41239-019-0171-0>
23. Luckin R, Holmes W, Griffiths M, Forcier LB. *Intelligence Unleashed: An argument for AI in Education* [Internet]. London: Pearson; 2016 [cited 2025 Jun 30]. 61 p. Available from: https://www.researchgate.net/publication/299561597_Intelligence_Unleashed_An_argument_for_AI_in_Education
24. Ertmer PA, Ottenbreit-Leftwich AT. Teacher technology change: How knowledge, confidence, beliefs, and culture intersect. *J Res Technol Educ*. 2010;42(3):255–84.
25. Leavy P. *Research Design, Second Edition: Quantitative, Qualitative, Mixed Meth* [Internet]. Second. New York: Guilford Press eBook Purchasing; 2022 [cited 2025 Jul 24]. 323 p. Available from: https://www.routledge.com/Research-Design-Second-Edition-Quantitative-Qualitative-Mixed-Methods-Arts-Based-and-Community-Based-Participatory-Research-Approaches/Leavy/p/book/9781462548972?srsId=AfmBOor7oX5gXTgQ_AC3Y6qKo6QXSDAmcAT-oXBu3QSEQc5zHbKobcQV
26. Creswell JW, Creswell JD. *Mixed Methods Procedures. Research Defign: Qualitative, Quantitative, and Mixed M ethods Approaches*. 2018. pg 418.
27. Hernandez Sampieri R, Fernandez Collado C, Baptisa Lucio M del P. *Metodología de la Investigación*. Sexta. McGRAW-HILL, editor. INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.; 2014. 632 p.
28. Lauren T. *Cross-Sectional Study | Definition, Uses & Examples*. 2023 [cited 2025 Jul 24]; Available from: <https://www.scribbr.com/methodology/cross-sectional-study/>
29. Salkind NJJ., Frey BBB. *Statistics for People Who (Think They) Hate Statistics*. 2019. 512 p.

INDICADORES SENSORIALES DE LA ALTERNATIVA ALIMENTICIA MUSA PARADISIACA

SENSORY INDICATORS OF THE FOOD ALTERNATIVE MUSA PARADISIACA

Sara Pilar Aucancela Sánchez¹, Giuseppe Mariano Cornejo Mora²

{saucancelas@unemi.edu.ec¹, gcornejom2@unemi.edu.ec²}

Fecha de recepción: 13/09/2025 / Fecha de aceptación: 22/09/2025 / Fecha de publicación: 07/10/2025

RESUMEN: El aprovechamiento de subproductos agroindustriales constituye una estrategia esencial para reducir el desperdicio de alimentos y generar alternativas funcionales sostenibles. En este contexto, la cáscara de plátano verde (*Musa paradisiaca*), rica en fibra, minerales y compuestos antioxidantes, se presenta como un ingrediente con potencial de incorporación en productos de consumo masivo como las empanadas. El objetivo general de esta investigación fue evaluar la aceptación sensorial y caracterizar las propiedades de empanadas elaboradas con harina de trigo, cáscara y té de *Musa paradisiaca*, promoviendo así la innovación alimentaria y el aprovechamiento de subproductos agrícolas. Se aplicó una metodología con enfoque cuantitativo, diseño no experimental de tipo descriptivo, mediante encuestas estructuradas a cien estudiantes universitarios de Milagro, quienes calificaron atributos sensoriales (color, olor, sabor y textura) en una escala hedónica de cinco puntos. Los análisis estadísticos realizados con ANOVA mostraron diferencias significativas entre los tratamientos, identificando que la formulación con 50% de inclusión (T3) obtuvo las mejores valoraciones en sabor y textura, atributos determinantes en la aceptación global. Estos hallazgos confirman la viabilidad de integrar subproductos en productos tradicionales sin afectar la aceptación del consumidor. En conclusión, la empanada elaborada con cáscara de plátano verde se consolida como una alternativa alimentaria innovadora, sostenible y sensorialmente aceptada.

Palabras clave: *Musa paradisiaca*, empanadas funcionales, aceptación sensorial, subproductos agroindustriales

ABSTRACT: The utilization of agro-industrial byproducts is an essential strategy for reducing food waste and generating sustainable functional alternatives. In this context, the green plantain peel (*Musa paradisiaca*), rich in fiber, minerals, and antioxidant compounds, is presented as an ingredient with potential for incorporation into mass-market products such as empanadas. The overall objective of this research was to evaluate the sensory acceptance

¹Universidad Estatal de Milagro, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0000-8817-0423>.

²Universidad Estatal de Milagro, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0008-8142-8362>.

and characterize the properties of empanadas made with wheat flour, *Musa paradisiaca* peel, and tea, thereby promoting food innovation and the utilization of agricultural byproducts. A quantitative methodology was applied, with a descriptive, non-experimental design, through structured surveys with one hundred university students from Milagro, who rated sensory attributes (color, smell, taste, and texture) on a five-point hedonic scale. Statistical analyses performed using ANOVA showed significant differences between treatments, identifying that the formulation with 50% inclusion (T3) obtained the highest ratings for flavor and texture, attributes that determine overall acceptance. These findings confirm the feasibility of integrating by-products into traditional products without affecting consumer acceptance. In conclusion, the empanada made with green plantain peel is consolidated as an innovative, sustainable, and sensorially accepted food alternative.

Keywords: *Musa paradisiaca*, functional empanadas, sensory acceptance, agro-industrial by-products

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la sostenibilidad alimentaria se ha convertido en una prioridad global debido al incremento del desperdicio de recursos agroindustriales y la necesidad urgente de transitar hacia sistemas de producción más sostenibles y eficientes. En este sentido, en América Latina, donde la agricultura constituye un pilar económico y social, la generación de residuos orgánicos derivados de la agroindustria representa un desafío considerable para la sostenibilidad ambiental y alimentaria. Por lo tanto, la reutilización de subproductos de cultivos de alta producción como el plátano verde (*Musa paradisiaca*) se perfila como una alternativa viable para la creación de alimentos funcionales, nutritivos y sostenibles (1,2).

Asimismo, en Ecuador, uno de los mayores productores de plátano en la región, gran parte de la actividad agroindustrial se concentra en este cultivo, cuyo aprovechamiento se limita principalmente a la pulpa. Sin embargo, la cáscara que constituye aproximadamente el 40% del peso total del fruto suele desecharse, a pesar de su elevado contenido en fibra, minerales y compuestos antioxidantes de alto valor nutricional (3,4). En consecuencia, este desaprovechamiento refleja una problemática estructural en los sistemas agroalimentarios nacionales, donde la falta de estrategias de valorización de residuos restringe la innovación tecnológica y la diversificación de productos alimentarios.

Por otra parte, diversos estudios han demostrado que la incorporación de subproductos vegetales, como la cáscara de plátano, en productos de panificación y pastelería puede mejorar de forma significativa su perfil nutricional sin afectar su aceptabilidad sensorial, siempre que se mantengan proporciones equilibradas y se apliquen procesos tecnológicos adecuados (5,6). De esta manera, este enfoque se alinea con los principios de la economía circular y de la seguridad alimentaria promovidos por la (1), al convertir un residuo orgánico en un ingrediente funcional de alto valor añadido.

En el contexto local, la ciudad de Riobamba y sus alrededores presentan un consumo tradicional y masivo de alimentos como las empanadas, lo que constituye una oportunidad estratégica para integrar innovaciones sostenibles en la dieta cotidiana. Por consiguiente, la formulación de empanadas elaboradas con harina de trigo, cáscara y té de *Musa paradisiaca* representa un aporte significativo al desarrollo de alternativas alimentarias que combinan aspectos nutricionales, tecnológicos y sensoriales. Además, este tipo de propuestas permite reducir la dependencia de materias primas refinadas y promover un consumo más consciente y saludable dentro del contexto urbano ecuatoriano.

En este marco, el problema central radica en el desaprovechamiento sistemático de la cáscara de plátano verde como materia prima potencial en la industria alimentaria. Esta situación no solo implica una pérdida de nutrientes aprovechables, sino también un incremento en la carga ambiental asociada a los residuos agroindustriales. Asimismo, la limitada aplicación de estrategias de valorización alimentaria y la escasa adaptación de los sistemas productivos locales a los principios de sostenibilidad han impedido que ingredientes como la cáscara de *Musa paradisiaca* sean incorporados de forma efectiva en productos tradicionales.

Por todo lo expuesto, resulta necesario analizar de manera técnica los indicadores sensoriales color, olor, sabor y textura asociados a la incorporación de harina y té de cáscara de plátano verde en la elaboración de empanadas, con el fin de determinar su aceptación y viabilidad como alternativa alimentaria funcional.

En correspondencia, el objetivo general de esta investigación es evaluar la aceptación sensorial y caracterizar las propiedades de empanadas elaboradas con harina de trigo, cáscara y té de *Musa paradisiaca*, promoviendo el aprovechamiento de subproductos agroindustriales y la innovación alimentaria sostenible.

MATERIALES Y MÉTODOS

El enfoque metodológico adoptado para esta investigación se fundamenta en la necesidad de obtener datos cuantificables y objetivamente comparables sobre la aceptación sensorial de empanadas funcionales elaboradas a partir de harina de trigo, cáscara de plátano verde (*Musa paradisiaca*) y su té. En consonancia con el objetivo general y los específicos planteados, se optó por una metodología con enfoque cuantitativo, dado que permite establecer relaciones entre variables, medir el grado de aceptación de productos alimentarios mediante escalas numéricas y realizar inferencias estadísticas sobre los resultados obtenidos. Este tipo de enfoque ha sido ampliamente validado en estudios similares donde se evalúan atributos sensoriales a través de escalas hedónicas, como lo han demostrado investigaciones previas de corte experimental y descriptivo desarrolladas en el ámbito de la tecnología de alimentos (7).

En lo referente al diseño de investigación, el estudio se estructuró como un diseño no experimental de tipo transversal, ya que no se manipularon variables independientes en condiciones controladas ni se asignaron aleatoriamente tratamientos a los sujetos, sino que se

observaron las respuestas de los participantes ante diferentes formulaciones de empanadas previamente preparadas. Esta elección metodológica responde a la naturaleza del fenómeno estudiado, en la cual se busca medir las percepciones sensoriales de los consumidores en un contexto natural y no intervenido. Como el propósito era recopilar información en un momento determinado del tiempo sin alterar el entorno del sujeto evaluador, el diseño se ajusta también a los principios de un estudio descriptivo de campo, cuya finalidad es caracterizar el comportamiento de una variable específica (en este caso, la aceptación sensorial) en función de un estímulo concreto (las empanadas funcionales). Tal como lo indica (8), este tipo de diseño permite obtener información útil para la toma de decisiones en desarrollo de productos alimentarios.

La técnica empleada para la recolección de datos fue la encuesta estructurada, aplicada directamente a los participantes después del proceso de degustación. Se diseñó un instrumento tipo cuestionario, el cual incluyó cinco ítems cerrados con escala de tipo Likert de cinco puntos, orientados a valorar los atributos sensoriales color, olor, sabor, textura y aceptación global del producto. La escala hedónica utilizada para cada ítem fue la misma en todas las formulaciones: 1 (me disgusta), 2 (no me gusta), 3 (me gusta poco), 4 (me gusta) y 5 (me gusta mucho). Esta escala ha sido validada en múltiples estudios sensoriales debido a su sencillez de aplicación y claridad en la interpretación por parte de los evaluadores no entrenados (9). Para fortalecer la validez del instrumento, se realizó una prueba piloto con un pequeño grupo de participantes que permitió ajustar el lenguaje de los ítems y verificar la claridad de las instrucciones. Posteriormente, la confiabilidad del cuestionario fue determinada mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, cuyo valor alcanzado fue de 0.90, lo cual se interpreta como un nivel de confiabilidad excelente, confirmando así la consistencia interna del instrumento.

La población objeto de estudio estuvo conformada por personas residentes en el sector suburbano de la ciudad de Milagro, específicamente estudiantes universitarios de entre 18 y 50 años de edad, todos ecuatorianos, de origen latino y pertenecientes al nivel socioeconómico medio (estrato B). Esta población fue seleccionada por su familiaridad con productos tradicionales como las empanadas y su disposición a participar en evaluaciones sensoriales dentro de contextos académicos. La muestra se conformó por 100 personas, balanceadas equitativamente por género, bajo un muestreo no probabilístico por conveniencia, dado que los participantes fueron seleccionados con base en su accesibilidad y voluntad para participar, en concordancia con lo planteado por (7) y respaldado metodológicamente por (10).

El procedimiento metodológico se desarrolló en varias fases claramente definidas. En la primera etapa se realizó la formulación de tres tipos de empanadas con diferentes proporciones de inclusión de harina de cáscara de plátano y té: T1 (30%), T2 (10%) y T3 (50%). La masa se preparó siguiendo un protocolo estandarizado que permitió mantener la consistencia del producto entre lotes, controlando variables como tiempo de amasado, temperatura de fritura y tipo de aceite. Una vez elaboradas las muestras, se llevó a cabo el proceso de degustación en condiciones controladas dentro de las instalaciones de la escuela seleccionada, asegurando que cada participante recibiera los tres tratamientos de forma aleatoria, sin identificar su

composición, para evitar sesgos de expectativa. A cada persona se le entregó un cuestionario estructurado que debía completar después de probar cada muestra.

Los datos recolectados fueron ingresados y procesados en el programa estadístico JAMOV, una herramienta de análisis estadístico moderno que permite realizar evaluaciones robustas en estudios sensoriales. Se aplicó análisis de varianza (ANOVA) para identificar diferencias significativas entre las puntuaciones otorgadas a cada tratamiento. El uso del ANOVA resulta adecuado cuando se desea comparar las medias de varios grupos independientes, como lo es el caso de las diferentes formulaciones de empanadas. Los resultados fueron evaluados bajo un nivel de significancia del 5% ($p < 0.05$), lo cual permitió determinar si existían diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos sensoriales evaluados. Además del ANOVA, se generaron medidas de tendencia central (media y desviación estándar) para cada atributo sensorial, facilitando una descripción más detallada de las percepciones de los participantes.

A lo largo de todo el recorrido metodológico se garantizó el cumplimiento de principios éticos fundamentales en investigación con personas. Los participantes fueron informados del propósito del estudio, del carácter voluntario de su participación y de la confidencialidad de sus respuestas, en concordancia con los lineamientos éticos establecidos por la normativa ecuatoriana en investigación científica. No se recolectó información sensible y se aseguró el anonimato de los datos, los cuales fueron utilizados exclusivamente con fines académicos y científicos.

En síntesis, la metodología implementada en esta investigación se alinea con los estándares aceptados en estudios de desarrollo de productos alimentarios funcionales. El enfoque cuantitativo, el uso de escalas hedónicas validadas, el análisis estadístico riguroso mediante JAMOV y el proceso estructurado de recolección de datos permiten afirmar que los resultados obtenidos son válidos, confiables y aplicables al contexto ecuatoriano. Esta base metodológica sólida refuerza la pertinencia del estudio y aporta evidencia empírica relevante para futuras investigaciones relacionadas con el aprovechamiento de subproductos agroindustriales en la elaboración de alimentos innovadores.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos mediante el análisis estadístico de los atributos sensoriales permiten identificar diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en cuanto a color, olor, sabor y textura, atributos fundamentales para determinar la aceptación de productos alimentarios innovadores como las empanadas formuladas con harina de trigo, cáscara de plátano verde y té de *Musa paradisiaca*. Estas evaluaciones se realizaron con base en las valoraciones de un panel no entrenado conformado por cien personas, quienes utilizaron una escala hedónica de cinco puntos para calificar cada atributo de los tres tratamientos propuestos (T1, T2 y T3).

En lo que respecta al atributo color, los datos estadísticos obtenidos mediante análisis de varianza (ANOVA) revelaron una diferencia significativa en las percepciones de los evaluadores, con un valor $p = 0.0104$. El estadístico $F = 4.815$ superó el valor crítico de 3.101, lo que permite rechazar la hipótesis nula y confirmar que al menos un tratamiento presentó una diferencia estadísticamente significativa respecto de los otros dos. Al examinar las medias hedónicas, se observó que el tratamiento T2 fue el mejor valorado en términos de color con una puntuación promedio de 4.20 sobre 5, seguido por T1 con 3.83 y T3 con 3.53. Este resultado sugiere que T2 fue percibido como el más atractivo visualmente, mientras que T3 fue el menos favorecido en este aspecto. No obstante, es importante señalar que todas las muestras se mantuvieron dentro del rango superior de la escala hedónica, lo que indica una aceptabilidad general positiva del atributo color en los tres tratamientos.

Tabla 1. Atributo color.

Fuente de variación	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Estadístico F	p-valor
Entre tratamientos	2	6.688889	3.444444	4.814672	0.010395
Dentro de tratamientos	87	60.433333	0.694636		
Total	89	67.122222			

En relación con el atributo olor, también se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, como lo evidencia el valor $p = 0.003$ y un estadístico $F = 6.189$, nuevamente superior al valor crítico de referencia. Los resultados muestran que T1 obtuvo una puntuación media de 3.97, seguido muy de cerca por T3 con 3.93, mientras que T2 alcanzó apenas 3.23, revelando una menor aceptación en cuanto al aroma.

Esta diferencia en la percepción olfativa podría atribuirse a la interacción de la cáscara de plátano verde con los demás ingredientes, especialmente en el caso del tratamiento T2. La consistencia de las preferencias por T1 y T3 sugiere que los evaluadores valoraron positivamente los perfiles aromáticos de estos dos tratamientos, posiblemente por ser más familiares o agradables en comparación con T2. Por su parte, la baja puntuación obtenida por T2 pone en evidencia una necesidad de reformulación en este aspecto sensorial, en caso de que se busque maximizar su aceptación comercial.

Tabla 2. Atributo olor.

Fuente de variación	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Estadístico F	p-valor
Entre tratamientos	2	10.288889	5.144444	6.189864	0.003042
Dentro de tratamientos	87	72.2	0.829885		
Total	89	82.488888			

El atributo olor, uno de los más determinantes en la evaluación de alimentos, presentó las diferencias más marcadas entre tratamientos, respaldadas por un valor $p < 0.00001$ y un estadístico F de 20.68, muy por encima del umbral teórico. En este caso, el tratamiento T3 se consolidó como el preferido por los consumidores con una media de 4.2, superando ampliamente a T1 (2.9) y a T2 (2.87). Esta diferencia sustancial refleja una clara preferencia por el perfil gustativo del tratamiento que incorporó el mayor porcentaje de cáscara de plátano y té, lo que podría deberse a un mejor equilibrio entre los sabores tradicionales y los aportados por los nuevos ingredientes funcionales. A pesar de que T1 y T2 mostraron calificaciones similares, varios participantes asignaron puntajes bajos (1-2) a estos dos tratamientos, lo cual evidencia una menor satisfacción general con sus sabores. Este hallazgo refuerza la hipótesis de que el tratamiento T3 logró un perfil gustativo más armónico y atractivo para el paladar de los evaluadores.

Tabla 3. Atributo textura.

Fuente de variación	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Estadístico F	p-valor
Entre tratamientos	2	37.344444	18.672222	20.68022	4.95E-08
Dentro de tratamientos	87	72.986667	0.839506		
Total	89	107.6556			

En cuanto al atributo textura, los resultados confirmaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados, con un valor $p = 1.83 \times 10^{-7}$ y un estadístico F = 18.64, que superó ampliamente el valor crítico de 3.10. El tratamiento T3, nuevamente, obtuvo la calificación más alta en esta categoría con una puntuación de 4.23 sobre 5, mientras que T1 y T2 obtuvieron puntuaciones cercanas al punto medio de la escala, con 2.83 y 2.93 respectivamente. Esta diferencia implica que la textura de T3 fue percibida como más agradable, posiblemente por su crocancia, cohesión o sensación en boca, características que inciden de forma directa en la percepción general de calidad de productos fritos como las empanadas. Por el contrario, T1 y T2 fueron evaluados como texturas aceptables, pero no destacadas, lo que sugiere que aún hay oportunidades para mejorar la formulación o el proceso de cocción de estos tratamientos.

Tabla 4. Atributos globales.

Fuente de variación	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Estadístico F	p-valor
Entre tratamientos	2	36.6	18.64286	18.64286	1.83×10^{-7}
Dentro de tratamientos	87	85.4	0.981609		
Total	89	122.0			

Los datos globales obtenidos en la evaluación sensorial permiten afirmar que el tratamiento T3 fue consistentemente mejor valorado en casi todos los atributos sensoriales evaluados, con excepción del olor, donde se posicionó ligeramente por debajo de T1. El desempeño destacado de T3 en sabor y textura, atributos críticos en la determinación de la aceptabilidad de alimentos, constituye un hallazgo importante que avala su potencial como alternativa alimentaria viable, saludable y aceptada por el consumidor promedio ecuatoriano. Este resultado es especialmente relevante si se considera que dicho tratamiento integró un porcentaje elevado de subproductos agroindustriales como la cáscara de plátano verde y su infusión, lo que aporta no solo a la sostenibilidad de la propuesta, sino también al aprovechamiento funcional de desechos orgánicos.

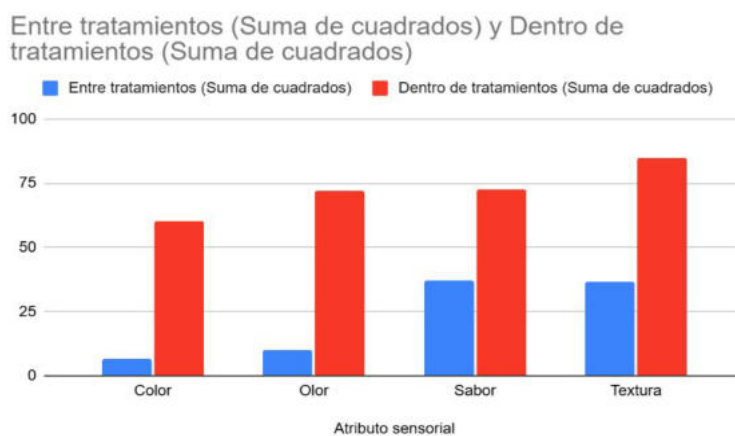


Figura 1. Comparación de variabilidad sensorial.

En términos generales, los análisis estadísticos realizados mediante ANOVA en cada uno de los atributos permiten afirmar que existieron diferencias significativas entre los tratamientos, con el tratamiento T3 posicionándose como el más aceptado de forma integral por el panel evaluador. Esta preferencia constante sugiere que la incorporación innovadora de ingredientes no tradicionales como la cáscara de plátano puede tener efectos positivos tanto en las características organolépticas como en la percepción del consumidor, siempre y cuando se logre una formulación equilibrada que no afecte negativamente atributos sensibles como el aroma. De este modo, los hallazgos del presente estudio abren la posibilidad de continuar investigando formulaciones alimentarias funcionales que integren subproductos naturales, en concordancia con las tendencias actuales en desarrollo sostenible y nutrición basada en ingredientes autóctonos.

En conjunto, los datos demuestran que el tratamiento T3 (50% de inclusión de cáscara y té de plátano verde) fue el más adecuado para los consumidores, ya que obtuvo las mejores calificaciones en los atributos más determinantes para la aceptación de un alimento: sabor y textura. Aunque T2 destacó en color, y T1 tuvo un desempeño moderado en olor, la formulación con mayor inclusión logró un balance sensorial más atractivo y consistente para los evaluadores. En otras palabras, sí se encontró una empanada preferida entre los tres intentos, y fue la

formulación T3, lo que respalda la viabilidad de esta alternativa como propuesta alimentaria sostenible y aceptada.

DISCUSIÓN

Los resultados sensoriales obtenidos en esta investigación permiten establecer tendencias claras en la aceptación del producto, destacándose que la formulación con mayor proporción de cáscara y té de *Musa paradisiaca* (T3) fue la mejor valorada en los atributos más determinantes para la aceptabilidad de un alimento, como lo son el sabor y la textura. Este hallazgo resulta significativo si se considera que el atributo gustativo constituye el criterio central de decisión de consumo, tal como lo destacan estudios previos que subrayan la importancia del equilibrio organoléptico en alimentos reformulados con ingredientes no convencionales (11,12). La puntuación alcanzada por T3 (4.2 en sabor y 4.23 en textura) refuerza la idea de que la incorporación de la cáscara de plátano verde no solo no afectó negativamente la percepción del producto, sino que en proporciones adecuadas puede mejorar la experiencia sensorial.

En contraste, la evaluación del color mostró un comportamiento diferenciado, dado que la mejor calificación correspondió al tratamiento T2 con una media de 4.20. Este resultado concuerda con investigaciones que han evidenciado la influencia de la fibra y compuestos fenólicos en el oscurecimiento de masas panificadas, lo cual puede modificar la percepción visual del consumidor (13,14). En este sentido, aunque el tratamiento con mayor proporción de cáscara fue el preferido en sabor y textura, no alcanzó la máxima puntuación en color, lo que sugiere la necesidad de realizar ajustes tecnológicos, como el control de tiempos de cocción o el uso de técnicas de blanqueo, para homogenizar la apariencia visual sin comprometer las propiedades funcionales.

El atributo olor, por su parte, presentó una valoración intermedia con diferencias significativas entre los tratamientos, siendo T1 y T3 mejor puntuados que T2. Este hallazgo es consistente con lo reportado por (15), quien señala que los compuestos bioactivos presentes en el té de cáscara de plátano pueden enriquecer el perfil aromático, siempre que no alcancen concentraciones excesivas. La menor calificación de T2 sugiere que la proporción de ingredientes utilizada en este tratamiento no generó un balance adecuado entre los compuestos volátiles liberados durante la fritura y el perfil tradicional esperado de la empanada. Ello refleja lo señalado por (16), quienes plantean que los consumidores tienden a aceptar aromas nuevos siempre que guarden relación con el perfil sensorial original del alimento.

La diferencia significativa encontrada entre tratamientos para todos los atributos mediante ANOVA confirma que la variación observada no es producto del azar, sino que responde efectivamente a las modificaciones en la formulación de las empanadas. Esto coincide con lo reportado por (17), quien afirma que la inclusión de ingredientes ricos en fibra altera de forma medible las propiedades organolépticas y tecnológicas, lo que hace necesario ajustar proporciones y parámetros de procesamiento. La evidencia estadística en esta investigación (valores $p < 0.05$ en todos los atributos) consolida la hipótesis de que el uso de la cáscara de plátano verde tiene un efecto directo y significativo en la percepción del consumidor.

Desde un punto de vista práctico, los resultados sugieren que es posible formular empanadas funcionales que integren subproductos agroindustriales y que, lejos de disminuir su aceptación, logren posicionarse favorablemente en la preferencia de los consumidores. La aceptación del tratamiento T3 demuestra que la innovación alimentaria basada en la economía circular no solo es viable en términos tecnológicos y nutricionales, sino que también puede ser atractiva desde el punto de vista sensorial. Este aspecto resulta clave, pues como señalan (18) y (19), la valorización de residuos agrícolas únicamente es sostenible si los productos resultantes son aceptados por el consumidor final.

En términos generales, la discusión de los hallazgos permite concluir que la empanada elaborada con un 50% de inclusión de cáscara y té de plátano verde fue la formulación más adecuada para satisfacer la aceptación sensorial de los consumidores evaluados. Este resultado constituye una evidencia empírica sólida que respalda la incorporación de subproductos de *Musa paradisiaca* en productos tradicionales, ofreciendo una alternativa sostenible que atiende tanto a los desafíos ambientales como a las exigencias del consumidor moderno en materia de salud y calidad sensorial (20).

CONCLUSIONES

La presente investigación permitió demostrar que es posible elaborar un producto tradicional como la empanada incorporando harina y té de cáscara de *Musa paradisiaca* como alternativa alimentaria innovadora, sostenible y con un nivel de aceptación sensorial favorable por parte de los consumidores. Los resultados obtenidos en las pruebas estadísticas confirmaron diferencias significativas entre las formulaciones evaluadas, lo que evidencia que la proporción de inclusión del subproducto influye de manera directa en las percepciones de color, olor, sabor y textura. De esta manera, se validó empíricamente la hipótesis de que el aprovechamiento de la cáscara de plátano verde no solo aporta beneficios nutricionales y funcionales, sino que también puede mantener e incluso mejorar los atributos organolépticos de un alimento ampliamente consumido en el contexto ecuatoriano.

En términos de preferencia, el tratamiento T3, con un 50% de inclusión de cáscara y té de plátano verde, se posicionó como la formulación más adecuada al ser mejor valorada en los atributos críticos de sabor y textura, alcanzando promedios superiores en comparación con las otras dos variantes. Este hallazgo resulta relevante, ya que permite concluir que la inclusión en mayor proporción de subproductos no tradicionales puede generar una experiencia sensorial más agradable para el consumidor, siempre que se logre un equilibrio tecnológico en el proceso de formulación. Aunque en el atributo color la formulación T2 destacó como la mejor calificada, la superioridad de T3 en atributos determinantes para la aceptación global refuerza su viabilidad como alternativa funcional.

Asimismo, los hallazgos de esta investigación confirman la pertinencia de incorporar prácticas de economía circular en la industria alimentaria, ya que el uso de la cáscara de plátano verde, tradicionalmente considerada un residuo agrícola, se convierte en un insumo valioso con potencial de generar productos innovadores, saludables y sostenibles. Este enfoque aporta soluciones a problemáticas globales como el desperdicio de alimentos y la necesidad de diversificar la dieta de los consumidores, fortaleciendo al mismo tiempo la producción local y la seguridad alimentaria. Los resultados evidencian que es posible transformar un desecho en un recurso que cumple criterios de aceptación sensorial y, por tanto, de viabilidad comercial.

Finalmente, se concluye que la empanada elaborada con cáscara y té de Musa paradisiaca representa una alternativa alimentaria adecuada para el mercado ecuatoriano, capaz de satisfacer tanto la expectativa de los consumidores en términos de sabor y textura como los objetivos de innovación y sostenibilidad planteados por la investigación. Estos resultados abren la posibilidad de continuar explorando nuevas formulaciones con otros subproductos agroindustriales, así como de profundizar en estudios nutricionales y de conservación que fortalezcan la aplicabilidad de este tipo de propuestas en el desarrollo de alimentos funcionales de alto impacto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FAO. Banana and plantain post-harvest utilization [Internet]. Food and Agriculture Organization of the United Nations; Disponible en: <http://www.fao.org>
2. Galanakis CM. Recovery of high added-value components from food wastes: Conventional, emerging technologies and commercialized applications. Trends Food Sci Technol. 1 de agosto de 2012;26(2):68-87.
3. Simão da Silva KAB, Klein-Junior LC, Cruz SM, Cáceres A, Quintão NLM, Monache FD, et al. Anti-inflammatory and anti-hyperalgesic evaluation of the condiment laurel (*Litsea guatemalensis* Mez.) and its chemical composition. Food Chem. 15 de junio de 2012;132(4):1980-6.
4. Codex alimentarius [Internet]. [citado 5 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://www.fao.org/4/u5900t/u5900t0b.htm>
5. Prebiotic frozen dessert processed with water-soluble extract of rice byproduct: Vegan and nonvegan consumers perception using preferred attribute elicitation methodology and acceptance - da Silva - 2021 - Journal of Food Science - Wiley Online Library [Internet]. [citado 5 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1750-3841.15566>
6. (PDF) The Influence of Adding Banana Peel Powder on the Quality of Pan Bread [Internet]. [citado 5 de octubre de 2025]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/376535408_The_Influence_of_Adding_Banana_Peel_Powder_on_the_Quality_of_Pan_Bread
7. Evaluación nutricional, física y sensorial de panes de trigo y plátano verde [Internet]. [citado 5 de octubre de 2025]. Disponible en:

- https://www.researchgate.net/publication/46416783_Evaluacion_nutricional_fisica_y_sensorial_de_panes_de_trigo_y_platano_verde
8. (PDF) Las propiedades funcionales de los alimentos y las harinas [Internet]. [citado 5 de octubre de 2025]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/337403804_The_Functional_Properties_of_Foods_and_Flours
 9. Lawless HT, Heymann H. Measurement of Sensory Thresholds. En: Lawless HT, Heymann H, editores. Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices [Internet]. New York, NY: Springer; 2010 [citado 5 de octubre de 2025]. p. 125-47. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6488-5_6
 10. (PDF) The Utilization of Agricultural and Food Industry Wastes as Feed of Grower Pigs in Manokwari Regency West Papua [Internet]. [citado 5 de octubre de 2025]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/340688431_The_Utilization_of_Agricultural_and_Food_Industry_Wastes_as_Feed_of_Grower_Pigs_in_Manokwari_Regency_West_Papua
 11. “Trabajo de Investigación: Harina de Plátano Verde en Galletas (TIL)” - Studocu [Internet]. [citado 5 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://www.studocu.com/ec/document/universidad-de-guayaquil/epistemologia-de-las-ciencias-sociales/harina-de-platano-verde-y-su-aplicacion-en-galletas/58710136>
 12. Lawless HT, Heymann H. Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices [Internet]. New York, NY: Springer New York; 2010 [citado 5 de octubre de 2025]. (Food Science Text Series). Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/978-1-4419-6488-5>
 13. (PDF) Bioactive and agroindustrial potential of Amazonian fruit species: a review [Internet]. [citado 5 de octubre de 2025]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/388043557_Bioactive_and_agroindustrial_potential_of_Amazonian_fruit_species_a_review
 14. Dietary fibre in foods: a review - PMC [Internet]. [citado 5 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3614039/>
 15. Mohd Zaini H, Roslan J, Saallah S, Munsu E, Sulaiman NS, Pindi W. Banana peels as a bioactive ingredient and its potential application in the food industry. J Funct Foods. 1 de mayo de 2022;92:105054.
 16. Gómez MBG, Rodríguez MÁR. ¿Qué nos dicen nuestros sentidos sobre el pan?
 17. Breadmaking: Improving quality, Second Edition | Request PDF [Internet]. [citado 5 de octubre de 2025]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/295444559_Breadmaking_Improving_quality_Second_Edition
 18. Gallagher E, Gormley TR, Arendt EK. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. Trends Food Sci Technol. 1 de marzo de 2004;15(3):143-52.
 19. (PDF) Banana and its by-product utilisation: An overview. ResearchGate [Internet]. 9 de agosto de 2025 [citado 5 de octubre de 2025]; Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/230650431_Banana_and_its_by-product_utilisation_An_overview

20. (PDF) Phenolic contents and antioxidant activity of some food and medicinal plants [Internet]. [citado 5 de octubre de 2025]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/7664586_Phenolic_contents_and_antioxidant_activity_of_some_food_and_medicinal_plants

INFLUENCIA DEL MARKETING EMOCIONAL EN EL COMPORTAMIENTO DEL CONSUMIDOR PARA INCREMENTAR LAS VENTAS DE LOS PEQUEÑOS EMPRENDEDORES

THE INFLUENCE OF EMOTIONAL MARKETING ON CONSUMER BEHAVIOR TO BOOST SALES AMONG SMALL ENTREPRENEURS

Carolina Fernanda Cuadrado Saltos¹, Andrés Oswaldo Pozo Rodríguez²,

Iván Alejandro Pérez Avalos³

{ccuadrados@istra.edu.ec¹, apozor@istra.edu.ec², ipereza@istra.edu.ec³}

Fecha de recepción: 15/09/2025 / Fecha de aceptación: 24/09/2025 / Fecha de publicación: 07/10/2025

RESUMEN: El marketing emocional busca conectar con el público objetivo a través de las emociones, percepciones y gustos, permite crecer en ventas y generar posicionamiento y fidelidad por parte de los consumidores. El presente proyecto estudia la influencia del marketing emocional en el consumidor, y como el uso de emociones persuaden al consumidor a la compra. En la ciudad de Riobamba - Ecuador, se determinó que los pequeños emprendedores no utilizan estrategias de marketing y mucho menos de marketing emocional por lo que las ventas no tienen un crecimiento adecuado, ni generan posicionamiento en el mercado. Se segmentaron 14 emprendimientos que ofrecen diferentes tipos de servicios, se seleccionó para implementar estrategias de marketing emocional y poder crecer en el mercado local y nacional. La metodología utilizada es de carácter mixto con un enfoque cualitativo mediante observación directa permite recopilar información sobre el estado de los emprendimientos, y el uso de estrategias de marketing emocional su influencia en la percepción, emociones y decisiones de compra de los consumidores y el enfoque cuantitativo permitió medir estadísticamente datos relevantes del consumidor a través de la encuesta. Los resultados indican que las personas se identifican y reaccionan a los anuncios diseñados con marketing emocional, obteniendo una regresión del capital en el primer trimestre con mayor afluencia de clientes y por lo tanto elevando sus ingresos económicos. Además, se logró notar que los emprendimientos seleccionados tuvieron un crecimiento en ventas de hasta un 36,70%, generando mayor fidelidad del consumidor y así promoviendo un nicho en el mercado local.

¹Coordinadora de la Carrera de Diseño Gráfico, Instituto Superior Tecnológico República Federal de Alemania, Ecuador, ORCID: 0009-0005-6812-5680; +5930987042428.

²Docente de la Carrera de Diseño Gráfico, Instituto Superior Tecnológico República Federal de Alemania, Ecuador, ORCID: 0009-0009-2496-625X; +5930962611609.

³Docente de la Carrera de Diseño Gráfico, Instituto Superior Tecnológico República Federal de Alemania, Ecuador, ORCID: 0009-0000-3334-0755; +5930992537307.

Marketing emocional, Percepciones, storytelling, cerebro reptiliano, posicionamiento

ABSTRACT: Emotional marketing seeks to connect with the target audience through emotions, perceptions, and tastes, allowing for sales growth and generating positioning and consumer loyalty. This project studies the influence of emotional marketing on the consumer and how the use of emotions can persuade consumers to purchase. In the city of Riobamba, Ecuador, it was determined that small entrepreneurs do not use marketing strategies, much less emotional marketing, so sales do not grow adequately or generate market positioning. Fourteen businesses offering different types of services were segmented to implement emotional marketing strategies and grow in the local and national markets. The methodology used is mixed, with a qualitative approach through direct observation that allows for the collection of information on emotional marketing and its influence on consumer perceptions, emotions, and purchasing decisions. The quantitative approach allowed for the statistical measurement of relevant consumer data through surveys. The results indicate that people identify with and react to ads designed with emotional marketing, resulting in a return on capital in the first quarter with increased customer traffic and, consequently, increased income. Furthermore, it was noted that the selected businesses experienced sales growth of up to 36.70%, generating greater customer loyalty and thus promoting a niche in the local market.

Keywords: Emotional marketing, perceptions, storytelling, reptilian brain, positioning

INTRODUCCIÓN

Los compradores suelen justificar sus decisiones con razones lógicas, pero en realidad, estas decisiones están impulsadas por emociones (1). Cuando un consumidor conecta emocionalmente es fundamental apelar a los deseos, miedos y aspiraciones del cliente, contando narrativas evocadoras que generan mayor conexión emocional que simplemente describir características o beneficios del producto o servicio.

El consumidor siempre piensa en cómo le beneficia algo directamente antes de comprarlo, entonces al mostrar las diferencias claras y evidentes permiten captar la atención del cliente, generando sensaciones intensas que provoquen una respuesta emocional, a través de mensajes simples y directos ya que la mente humana prefiere el minimalismo indicando que los productos o servicios son capaces de satisfacer las necesidades básicas o ficticias (2).

El cerebro reptiliano, se asocia con los comportamientos básicos e impulsivos, se piensa que esta organización es la responsable de las emociones más primitivas, como el miedo y la agresión, jugando un papel fundamental en la formación de hábitos y decisiones impulsivas (3). Aunque es primordial para la supervivencia, las reacciones del cerebro reptiliano está conectado con otras regiones cerebrales que gestionan funciones más complejas, como el pensamiento racional, planificación y toma de decisiones esto indica que la mayoría de las decisiones de compra son inconscientes y se toman en el cerebro reptiliano (4), este responde mejor a imágenes que a palabras y en lugar de enfocarse en vender y mostrar características y

beneficios del producto o servicio, el objetivo debe ser ayudar al cliente a resolver un problema o satisfacer una necesidad, mostrando que el producto es mejor que la competencia (5).

Se considera que el marketing emocional es una estrategia publicitaria efectiva para conectar con el público, por lo que se requiere un análisis del producto a ofertar, para de esta manera concretar los objetivos de la campaña, realizar una adecuada investigación de mercado y finalmente desarrollar las estrategias (6). A continuación, se detallan los elementos de la planificación publicitaria:

1. Análisis: en este punto se define como se encuentra la marca y a partir de ese diagnóstico se indica ¿qué se quiere lograr con la campaña publicitaria?, ¿cómo aumentar el reconocimiento de la marca?, ¿qué se debe hacer para incrementar las ventas o como tener contacto con una persona que muestra un genuino interés en la marca?
2. Objetivos: se debe asegurar que los objetivos de la campaña de marketing sean específicos, medibles, alcanzables, relevantes y limitados en el tiempo.

Técnicamente para medir el alcance de los objetivos de la campaña de marketing emocional, se aplica la regresión de capital de marketing para el análisis de las variables, adaptando la fórmula de acuerdo con las necesidades de los pequeños emprendedores, como se indica en la ecuación 1:

$$Ventas = B1 + B2 + B3 + B4 \quad (1)$$

Donde:

B1= Impacto de la publicidad en Facebook

B2= Impacto de la publicidad en Instagram

B3= Impacto de la publicidad en Tik Tok

B4= Impacto de la publicidad en WhatsApp

3. Investigación de Mercado: se debe identificar a los competidores directos e indirectos y analizar sus estrategias publicitarias, también se debe investigar las tendencias actuales del mercado y las preferencias del público objetivo, definir el segmento de mercado considerando factores como edad, ubicación geográfica, intereses y comportamientos, finalmente desarrollar un perfil detallado del cliente ideal para orientar la estrategia publicitaria (7).
4. Desarrollo de estrategias: se desarrolla un mensaje claro y atractivo que resuene con la audiencia, se selecciona los canales adecuados para la campaña publicitaria, como redes sociales, publicidad en línea o medios tradicionales, se asigna un presupuesto equilibrado para cubrir todos los costos, se diseña anuncios visuales, contenido para redes sociales, videos y otros recursos necesarios asegurándose que el contenido sea atractivo, relevante y refleje el mensaje clave de la campaña publicitaria.

Según Jürgen Klaric, en su libro editado en el 2018 titulado "Véndele a la mente, no a la gente" indica que se debe explorar en los principios de la neurociencia al proceso de ventas que busca enseñar a los vendedores a conectar emocionalmente con los clientes, apelando a cómo funciona su mente y el cerebro reptiliano, en lugar de enfocarse únicamente en argumentos racionales (8). Harvard Business explica que "las emociones se superponen a la razón" (9). Aplicado al marketing, el papel de las emociones es transformar esta conducta y conseguir que un anuncio sea memorable, se pretende entender como las emociones juegan un papel fundamental en la toma de decisiones. Los consumidores desean sentirse conectados o identificados emocionalmente con las marcas que eligen, porque las consideran como una extensión de su propia personalidad, estilo, identidad o necesidad (10).

El marketing emocional se basa en el antecedente de que las emociones juegan un papel primordial en el proceso de toma de decisiones del consumidor, y que las campañas publicitarias que logran sobresalir emocionalmente pueden generar vínculos más fuertes y duraderos entre las marcas y su público objetivo (11).

La influencia del marketing emocional en América Latina ha tomado mayor relevancia para las marcas que buscan vincular de forma duradera con el público objetivo definido por los pequeños emprendimientos a quienes quieren persuadir y construir una cuota de mercado fija (12). El marketing emocional no se centra simplemente en la promoción de productos o servicios, sino que se enfoca en crear experiencias memorables que satisfacen no solo necesidades funcionales, sino también emocionales (13). Al lograr que los consumidores se identifiquen con los valores y emociones de una marca, se establece una conexión genuina que supera la simple transacción comercial generando un lazo emocional (14). El marketing emocional busca generar relaciones afectivas, lo que es primordial para contar con un nicho de mercado fijo.

El marketing emocional ha avanzado de forma progresiva en Ecuador realizando una comparativa con otros países de América Latina, siendo denominado como el país más empático del mundo, debido a que su población cuenta con una gran capacidad para identificarse y entender los sentimientos de las demás personas, generando empatía con los demás (15). Esta información indica que las marcas en Ecuador utilizan estrategias de marketing emocional resaltando las fuertes conexiones, lo que diferencia con otros países donde la publicidad es más aislado. Por lo que en las campañas de publicidad en Ecuador tienden a destacar valores de amistad y familiares, dando a conocer una cultura llena de relaciones interpersonales y bienestar grupal (16).

Las campañas de marketing emocional en Ecuador destacan la importancia de la unión familiar como centro de la sociedad. Las marcas que concentran su storytelling en los valores familiares, logran generar posicionamiento en el segmento de mercado, quienes valoran profundamente estos vínculos (17). Esto se traduce en anuncios que muestran momentos familiares significativos, lo que genera una conexión emocional más fuerte con el público.

Según la pirámide de necesidades de Maslow, la cultura ecuatoriana otorga un gran valor a las relaciones familiares y comunitarias. Las campañas de marketing emocional que destacan estos

lazos tienden a ser bien recibidas, ya que los consumidores se sienten identificados con los mensajes que reflejan sus propios valores, necesidades y experiencias personales (18). Las marcas en Ecuador han confirmado que es crucial sonar emocionalmente con los posibles clientes para lograr éxito en las ventas, por esta razón se ve la necesidad de conocer profundamente la cultura del país donde se va a invertir en publicidad, debido a que ciertas conductas, palabras o gestos que tienen un significado en un determinado país en otro puede variar significativamente (19). En Ecuador, el uso de medios de comunicación digital y la creciente utilización del internet ha permitido que las marcas que puedan conectarse emocionalmente con un público más extenso y diverso (20).

En la Ciudad de Riobamba (Provincia de Chimborazo-Ecuador), pocas empresas utilizan estrategias de marketing, la gran mayoría enfoca su publicidad a redes sociales sin contar con una imagen de marca y mucho menos estrategias especializadas de acuerdo con la cultura regional. Según la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros en el año 2021, se encontraron registradas un total de 654 empresas, de las cuales 516 eran microempresas, lo que representa un 78.90% de participación, indicando que es un número representativo para poder analizar y contribuir como aumentar el volumen de ventas en los pequeños emprendimientos (21).

El presente estudio tiene como objetivo identificar la efectividad del marketing emocional sobre el comportamiento del consumidor hacia una pieza gráfica específica utilizando el marketing emocional para publicitar los productos ofertados por emprendedores de la ciudad de Riobamba, a través de la exploración de elementos visuales, narrativas y estímulos sensoriales, y analizar cómo estas estrategias pueden modificar las percepciones, actitudes y decisiones de compra de los consumidores.

MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto de investigación es de carácter mixto. El enfoque cualitativo mediante observación directa se aplicó para recopilar información sobre el marketing emocional y su influencia en la percepción, emociones y decisiones de compra de los consumidores, actitudes subjetivas, que no pueden medirse numéricamente pero que son esenciales para analizar el nivel de persuasión del consumidor. El enfoque cuantitativo permitió medir estadísticamente datos relevantes del consumidor a través de la encuesta.

La investigación fue aplicada en la Ciudad de Riobamba (provincia de Chimborazo), tomando como muestra intencional a un total de 14 pequeños emprendimientos de Riobamba, quienes son la muestra con la que se trabajó en la investigación: Gimnasio Hermanos G, Soccer Style, BG Crosffit, Veterinaria Patitas, Sahara Cafetería, Seminario Teológico Peniel, Peluquería Lizbeth, Vane-Spa, Bordado Abby, Bendito Licor, Tecni-Vulcanizadora, Fisiolive, Tienda de Abarrotes Dorita, Bore.

Para la encuesta de gustos y preferencias del consumidor se eligieron 150 personas (75 hombres y 75 mujeres) como clientes potenciales en un rango de edad de 26 a 49 años.

Las marcas de los pequeños emprendedores riobambeños no contaban con presencia corporativa en el mercado, y tampoco poseían una marca diseñada de acuerdo con los parámetros básicos del Diseño Gráfico. En cuanto a publicidad no existía un estudio de mercado ni estrategias de comunicación con el segmento. Las publicidades se limitaban únicamente a fotografías o videos de los productos o servicios, que no cubrían las expectativas de los consumidores por lo tanto no tenían un volumen de ventas aceptable.

La investigación se basa en los cuatro pasos de la planificación publicitaria con enfoque a marketing emocional.

Análisis

Se utilizó la observación directa para diagnosticar las condiciones publicitarias de las marcas con base técnica de profesionales en diseño gráfico. La encuesta de tipo cerrada con 15 ítems de opción múltiple, utilizando la validez de constructo para garantizar que los datos recopilados sean confiables y útiles y aplicando validez aparente con dos revisores externos para que evalúen si las preguntas tienen relación con la investigación, se pudo conocer el punto de vista, gustos y preferencias del consumidor. A través de los resultados de la encuesta aplicada a las 150 personas del segmento de mercado, se obtuvo información relevante de como los consumidores se dejan influenciar por el marketing emocional y como se sienten identificados con las marcas que lo usan, también se obtuvieron datos de las necesidades reales que tienen los consumidores y como a través del marketing emocional se puede cubrir y satisfacer las necesidades para tener una ventaja competitiva y permitirle al comprador alcanzar un estilo de vida deseado.

Una vez que se analizó los gustos y preferencias del público objetivo y el nivel emocional de influencia que tienen los consumidores, se pudo obtener un diagnóstico situacional de la marca desde el punto de vista profesional en diseño gráfico y satisfacción de los consumidores, para establecer las estrategias de marketing emocional y de esta manera impulsar las ventas.

Objetivos

Se plantearon objetivos publicitarios indicando el nivel de alcance y reconocimiento que se pretende alcanzar después de la aplicación del marketing emocional tomando en cuenta que deben ser medibles, por lo tanto, se utilizó la técnica de regresión de capital de marketing adaptada al contexto de los pequeños emprendimientos. Se analizó los cambios observados en la variable dependiente (Ingreso de dinero por ventas) y que están asociados con los cambios en una o más de las variables independientes (Interacciones en las redes sociales).

Segmentación del mercado

El target se identificó geográficamente en la ciudad de Riobamba, de acuerdo con los productos ofertados. Se estableció demográficamente a 150 personas entre 26 a 49 años de edad, de género tanto masculino como femenino, utilizando el muestreo probabilístico de forma aleatoria. Para obtener los datos socioeconómicos, psicográficos y psicológicos se utilizó la

información recopilada en la encuesta tabulada en el programa Microsoft Excel. Se determinaron las variables del estilo de vida de los consumidores y la motivación emocional, información que sirvió para la elaboración de las publicidades. También se realizó el análisis de medios de comunicación mediante estudio de costos, ventajas y desventajas para que tengan mayor alcance en el segmento de mercado y cuesten menos, de acuerdo con el presupuesto de los emprendedores.

Desarrollo de las estrategias

Con el análisis de la segmentación de mercado, se pudo determinar que en el diseño publicitario de los pequeños emprendimientos es necesario aplicar diferentes emociones, así como el uso de la cromática para lograr captar la atención del segmento de mercado y persuadir a la compra a través de la identificación con la publicidad y de esa manera despertar al cerebro reptiliano y generar impulso a la compra.

En la aplicación se utilizó las emociones dentro del diseño de las publicidades con el objetivo de captar la atención, creando un nexo emocional entre la marca y el consumidor. Una vez aplicado todo el proceso publicitario se procedió a diseñar los artes, utilizando Adobe Photoshop para retocar y editar las imágenes, fotografías y formas, realizar fotomontajes y efectos visuales. En Adobe Illustrator, se diseñó las publicidades con medidas adecuadas para los diferentes medios digitales además utilizando las herramientas de edición como pluma, formas, trazados, curvas Bézier y calado de texto.

Realizado el arte publicitario de cada pequeño emprendimiento, se procedió a subir a las redes sociales como Facebook, Instagram, TikTok y WhatsApp. De acuerdo con los resultados de la encuesta referente al horario de uso de las redes sociales, se planificó el posteo de las publicidades por un tiempo de tres meses. Durante ese tiempo se fue midiendo la interacción del segmento de mercado con el arte publicitario, midiendo las estadísticas. Una vez finalizado los tres meses de prueba, se pudo determinar las variaciones de las ventas aplicando la regresión del capital.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos al aplicar los 4 pasos de la planificación publicitaria con enfoque a marketing emocional son los siguientes:

Análisis: Mediante la tabulación de la encuesta aplicada a 150 consumidores (personas del segmento), la motivación emocional de las publicidades es el factor primordial para decidir comprar entre una marca y otra, representando un 75%.

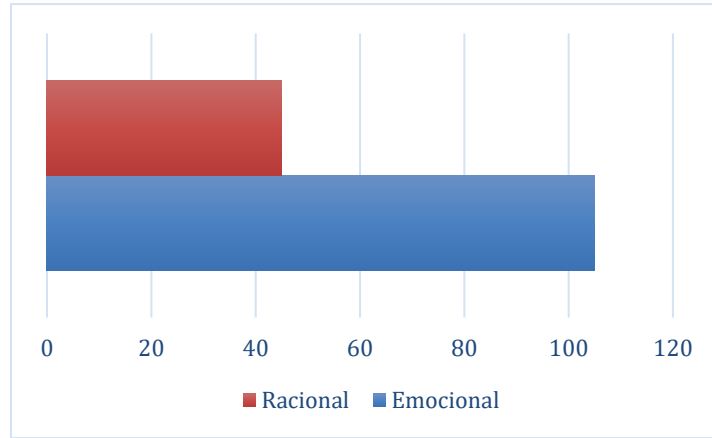


Figura 1. Identificación para la compra.

En la figura 1, las emociones reflejadas en los valores tales como el afecto, la amistad y la responsabilidad social tienen mayor afinidad y reconocimiento por los compradores. Esta información determina que las marcas que activan el cerebro reptiliano a través de las emociones logran un posicionamiento cognitivo más fuerte en los consumidores. Esta conducta no solo fortalece el posicionamiento identitario de la marca, sino que también sienta las bases para vínculos más perdurables entre los consumidores y los pequeños emprendedores.

Objetivos: El 70% de encuestados afirmó recordar con mayor facilidad las marcas que integran elementos comunicacionales con emociones como: amor, amistad, gratitud, o impacto social, lo que influye en su decisión de volver a comprar o recomendar el emprendimiento.

En la figura 2, se muestra las emociones que más llaman la atención al momento de mostrarlas en una publicidad, siendo el miedo y la alegría las más predominantes al momento de realizar un storytelling.

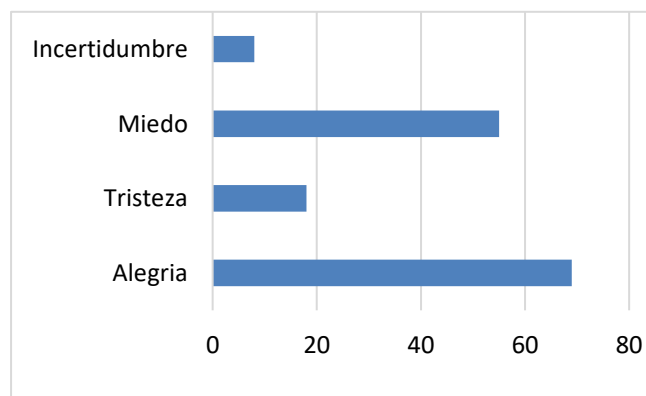


Figura 2. Tipos de emociones

Un 65% de encuestados afirmaron haber realizado compras motivadas únicamente por campañas publicitarias con marketing emocional, a pesar de no tener una necesidad real para comprar, solo llevados por la subjetividad de las emociones.

Estrategias: El 75% de encuestados indicaron que recuerdan con mayor facilidad los productos o servicios que están asociados a mensajes emocionales o historias personales. Manifestando la empatía que sienten con el storytelling de las publicidades.

Para calcular el cambio porcentual en ventas se aplicó la ecuación de cambio porcentual:

$$((\text{Valor Final} - \text{Valor Inicial}) / \text{Valor Inicial}) * 100 \quad (2).$$

Tabla 1. Resultados de ventas a través de la regresión de capital.

Emprendimiento	* USD \$.		Cambio porcentual %
	ANTES	DESPUÉS	
Gimnasio Hermanos G	\$7,846.98	\$9,450.50	20,43%
Soccer Style	\$11,654.32	\$15,789.60	35,48%
BG Crosffit	\$9,876.99	\$10,653.32	7,86%
Veterinaria Patitas	\$6,543.65	\$8,769.00	34,01%
Sahara Cafetería	\$7,976.32	\$9,879.75	23,86%
Seminario Teológico Peniel	\$12,423.87	\$1,698.97	36,70%
Peluquería Lizbeth	\$6,987.32	\$8,765.34	25,45%
Vane-Spa	\$2,976.12	\$3,181.50	7,10%
Bordado Abby	\$6,245.87	\$8,896.48	42,44%
Bendito Licor	\$14,876.32	\$16,879.58	13,47%
Tecni-Vulcanizadora	\$11,654.12	\$15,673.32	34,49%
FisioLive	\$9,865.21	\$10,897.34	10,46%
Tienda de Abarrotes Dorita	\$9,521.10	\$9,965.99	4,67%
Bore	\$6,432.75	\$8,149.87	26,69%

A través de la comparación del porcentaje ilustrada en la tabla 1, con la aplicación de estrategias emocionales se registra un aumento en las ventas, consiguiendo entre el 4,67% hasta un 42% de incremento en el primer semestre al implementar publicidades basadas en emociones.

Desarrollo de las estrategias: otro de los resultados fueron las conexiones emocionales de las marcas con sus consumidores captando un 25% más de cuota de mercado es decir fidelizando más personas, y obteniendo tasas más altas de posicionamiento y lealtad hacia la marca.

En el análisis de los resultados cuantitativos y cualitativos permitió afirmar que el marketing emocional incide de forma clara en el comportamiento del consumidor y constituye una estrategia eficaz para el fortalecimiento de las ventas en pequeños emprendimientos.

El 75% de los encuestados destacó una mayor facilidad para recordar productos o servicios ligados a narrativas afectivas o experiencias personales. Este dato garantiza la potencia del storytelling como recurso estratégico dentro del marketing emocional. Las construcciones

narrativas que incorporan protagonistas auténticos o contextos reales amplían el impacto en la memoria del consumidor, incrementando las tasas de conversión y el recuerdo de marca.

Adicionalmente, el 80% de los participantes en la investigación indicó que la identificación con las emociones dentro de una campaña publicitaria genera una predisposición a consumir el producto o servicio, esta información se obtuvo a través de una de las preguntas de la encuesta que se indica a continuación: ¿Cuándo usted observa una publicidad que contiene historias mostrando emociones y necesidades reales? ¿Qué siente?

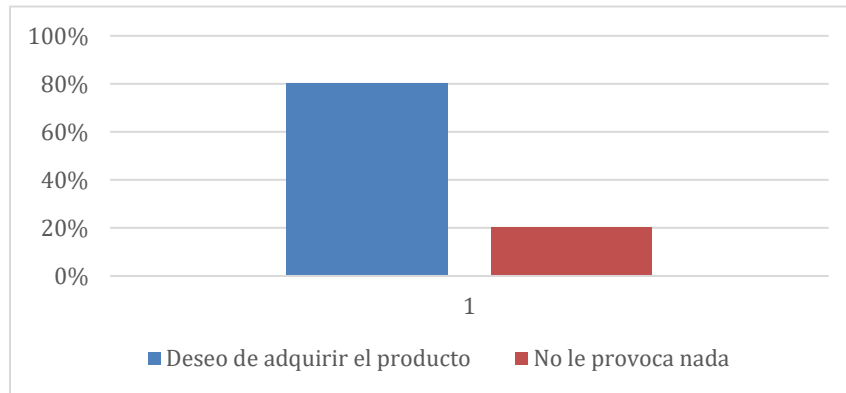


Figura 3. Deseo de compra.

Este resultado indica la capacidad de la empatía en la influencia psicológica para adquirir un producto o servicio. Cuando una marca logra indicar dentro de sus diseños las emociones genera una predisposición a la compra. El 20% de los encuestados restantes indicaron que no influye en su proceso de compra las emociones, que compren simplemente para satisfacer sus necesidades.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la investigación indican que el marketing emocional juega un papel fundamental al momento que el consumidor decide comprar un producto o servicio llevado por factores emocionales o racionales, produciéndose un incremento en las ventas de los pequeños emprendedores riobambeños. Esta información concuerda con investigaciones previas que mencionan cómo las emociones despiertan la parte del cerebro reptiliano e influye directamente en la percepción del consumidor entre una marca y otra, persuadiendo al target para lograr que se produzca la compra, sin tomar en cuenta factores racionales y muchas veces incluso pagando más por productos o servicios que generen ese lazo afectivo (21).

Los resultados obtenidos en esta investigación ratifican la importancia del marketing emocional como estrategia de ventas en la influencia en el comportamiento de compra del segmento de mercado. El 75% de las personas que respondieron la encuesta mencionaron que las emociones son el elemento fundamental para elegir entre una marca y otra, lo que coincide con estudios anteriores que indican que los estímulos emocionales activan partes del cerebro relacionado a

la toma de decisiones impulsivas y emocionales produciéndose una compra netamente por impulso puro (22). Lindstrom (23) manifestó que el storytelling con carga emocional tiene un efecto directo sobre el sistema límbico o cerebro reptiliano, que aumenta la posibilidad de que se origine la compra.

También, se demostró que al utilizar emociones como: afecto, amistad, alegría, amor y compromiso social, genera una mayor afinidad con el público objetivo. Este hallazgo concuerda con Gobé (24), quien menciona que las marcas que logran plasmar emociones dentro de sus campañas de marketing forman relaciones más fuertes y perdurables con el segmento de mercado. De igual manera, Kotler y Keller (25) indican que el factor emocional en las estrategias de posicionamiento permite que las marcas se diferencien en mercados saturados, aumentando el posicionamiento en el consumidor.

El storytelling nació como un instrumento clave: el 75% de los encuestados recordó con mayor facilidad los productos o servicios que contaban con una historia personal permitiéndoles identificarse con la narración del spot publicitario, Escalas y Bettman (26) coinciden en que la narración mostrada al target fortalece el vínculo con el consumidor, ya que se produce un fuerte posicionamiento de la marca. De igual manera, Pulizzi (27) alega que la narración con protagonistas famosos o reconocidos por el segmento genera un mayor impacto en la decisión de compra.

Un factor notable fue que el 65% de los consumidores realizaron compras sin tener una necesidad real, motivados exclusivamente por campañas con marketing emocional. Este descubrimiento tiene similitud con el estudio de Mora (28), que identificó que la empatía y la nostalgia del uso de emociones pueden provocar compras de impulso puro. Este resultado refuerza la eficacia del marketing emocional, pero también indica que se debe utilizar la ética al momento de utilizar emociones para persuadir a los consumidores.

El uso de estrategias emocionales permitió que los pequeños emprendedores puedan incrementar sus ventas hasta un 30% y posicionarse en un 25% más de su cuota de mercado. Este resultado es similar en investigaciones sobre marketing experiencial, donde la creación de experiencias emocionales desarrolla un incremento en el posicionamiento de la mente del consumidor (29). Schmitt (30) y Iglesias et al. coinciden en que la utilización de experiencias afectivas fortifica la relación entre consumidores y marcas.

CONCLUSIONES

El uso del marketing emocional es un elemento concluyente en el comportamiento de compra del público objetivo ya que el 75% de los encuestados dan prioridad a las emociones al momento de seleccionar una marca esto ratifica que las emociones tienen una fuerte influencia sobre los consumidores más que los factores racionales.

La utilización de estrategias como el storytelling y la apelación a valores humanos como el afecto, la amistad, gratitud y responsabilidad social se posicionan como recursos efectivos para

fortalecer el posicionamiento, generar empatía y consolidar la lealtad hacia la marca. Los resultados indican que cuando un consumidor se siente identificado con las estrategias emocionales compra impulsivamente y recomienda el producto o servicio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Meza, V. C. L., & Vayas, C. V. M. Influencia del marketing emocional en la rentabilidad de las MIPYMES del sector florícola de la provincia de Tungurahua. [Internet]. Ecuador 2017 [citado 30 de agosto 2024] Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Leonardo-BallesterosLopez/publication/370683336_Influencia_del_Marketing_Emocional_en_la_Rentabilidad_de_las_MIPYMES_del_sector_floricola_de_la_provincia_de_Tungurahua/links/645d2a494353ba3b3b5c1dee/Influencia-del-Marketing-Emocional-en-la-Rentabilidad-de-las-MIPYMES-del-sector-floricola-de-la-provincia-de-Tungurahua.pdf
2. Mora, César Arturo Carbache, José Luis Zambrano Zambrano, and Frank Angel Lemoine Quintero. "Estrategia de marketing emocional para la promoción de locales de servicios gastronómicos en la ciudad de Bahía de Caráquez. Ecuador." *Económicas cuc* 41.1 (2020): 203-216 [Internet]. Ecuador 2020 [citado 30 de agosto 2024] Disponible en: <https://revistascientificas.cuc.edu.co/economicascuc/article/view/2584>
3. Schnarch, Alejandro. Marketing para Pymes: un enfoque para Latinoamérica. Alpha Editorial [Internet]. Ecuador 2013 [citado 1 de septiembre 2024] Disponible en: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=hiF1EAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=El+marketing+emocional+ha+evolucionado+de+manera+creciente+en+Ecuador+en+comparaci%C3%B3n+con+otros+pa%C3%ADses+de+Am%C3%A9rica+Latina,+definido+&ots=XHJ_atRsJT&sig=KOV7Gvt8q1YjPkzRKzNwiWA0NIg#v=onepage&q&f=false
4. Duque, M.; Ramos, C. Impacto del marketing emocional en la toma de decisiones del consumidor, [Internet]. Colombia 2023 [citado 21 de agosto 2024] Disponible en: <https://dspace.tdea.edu.co/bitstream/handle/tdea/3197/IMPACTO%20DEL%20MARKETING%20EMOCIONAL%20EN%20LA%20TOMA%20DE%20DECISIONES%20DEL%20CONSUMIDOR%20UNA%20REVISI%C3%93N%20SISTEMATICA%20DE%20LA%20LITERATURA.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
5. Celdrán, B. La importancia del CRM y el Marketing Emocional en el comportamiento del consumidor. [Internet]. Colombia 2022 [citado 21 de agosto 2024] Disponible en: <https://repositorio.upct.es/entities/publication/e0d80436-7482-4980-a828-562e0480f37b>
6. Gómez, M. E. La afectividad a los objetos y su relación con el marketing emocional. [Internet]. España 2021 [citado 23 de agosto 2024] Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/52837>
7. Celdrán, B. La importancia del CRM y el Marketing Emocional en el comportamiento del consumidor. [Internet]. Colombia 2022 [citado 23 de agosto 2024] Disponible en: <https://repositorio.upct.es/entities/publication/e0d80436-7482-4980-a828-562e0480f37b>
8. Rodríguez, J. Marketing Digital: 7 Negocios Exitosos Online: Descubre estrategias para atraer clientes, ganar dinero y emprender por Internet. Vol. 1, [Internet]. Uruguay 2019

- [citado 23 de agosto 2024] Disponible en: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=I7wpDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT4&dq=gana+r+clientes+de+por+vida&ots=7bs-Gbe1U7&sig=a2yO3blJsdWKdDHTs98GQ4Df5OY#v=onepage&q=ganar%20clientes%20de%20por%20vida&f=false>
9. Marín, G. J., Pérez, E. B., & Cortés, Á. L. Marketing sensorial: el concepto, sus técnicas y su aplicación en el punto de venta. Vivat Academia, (148), 121-147 [Internet]. España 2019 [citado 30 de agosto 2024] Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7044798>
 10. Barrecheguren, P. ¿Realmente tenemos un “cerebro reptiliano” ?, [Internet]. Ecuador 2023 [citado 10 de abril 2024] Disponible en: <https://www.mheducation.es/blog/realmente-tenemos-un-cerebro-reptiliano>
 11. Pérez, R. M. La publicidad como construcción semiótica. Ciencia y Sociedad, vol. 2, núm.11-23. 2018, [Internet]. Vasco 2019 [citado 30 de agosto 2024] Disponible en: doi: <http://dx.doi.org/10.22206/cys.2018.v43i2.pp11-23>
 12. Duque, M.; Ramos, C. Impacto del marketing emocional en la toma de decisiones del consumidor: una revisión sistemática de la literatura. [Internet]. Colombia 2023 [citado 30 de agosto 2024] Disponible en: <https://dspace.tdea.edu.co/handle/tdea/3197>
 13. Mailchimp, I. Guía del neuromarketing: qué es el neuromarketing [Internet]. España 2017 [citado 19 de abril 2024] Disponible en: <https://mailchimp.com/es/resources/neuromarketing/>
 14. Puro Marketing. Lectura semiótica de elementos publicitarios. Artículo [Internet]. 2014 [citado 2 de septiembre 2024] Disponible en: <https://www.puromarketing.com/27/23596/lectura-semiotica-elementos-publicitarios>
 15. Jurgen Klaric. Véndele a la mente no a la gente. BUSINESS & INNOVATION INSTITUTE OF AMERICA - BIIA División Editorial [Internet]. 2014 [citado 5 de septiembre 2024] Disponible en: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://training.crecimiento.ws/wp-content/uploads/2020/04/EBOOK_vendele.a.la_.mente_.no_.a.la_.gente_.pdf
 16. PUB 101. La Semiótica. Artículo [Internet]. 2023 [citado 2 de septiembre 2024] Disponible en: <https://pub101.do/la-semiotica/>
 17. Santos, D. Marketing emocional: el secreto para conectar con tus clientes. Blog [Internet]. 2023 [citado 2 de septiembre 2024] Disponible en: <https://blog.hubspot.es/marketing/marketing-emocional#:~:text=El%20marketing%20emocional%20se%20caracteriza,del%20consumidor%20a%20la%20marca.>
 18. Tocas Santos, C. A., El marketing emocional y la fidelización del cliente. Análisis a partir de los componentes emocionales del Modelo Value Star en la banca por internet del BCP. Vol.1 núm. 4 [Internet]. Sócola 2018 [citado 1 de septiembre 2024] Disponible en: <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/133078>
 19. Mora, C. A. C., Zambrano, J. L. Z., & Quintero, F. A. L. Estrategia de marketing emocional para la promoción de locales de servicios gastronómicos en la ciudad de Bahía de

- Caráquez. Vol.41, núm. 203-216, [Internet]. Ecuador 2020 [citado 2 de septiembre 2024] Disponible en: <https://revistascientificas.cuc.edu.co/economicascuc/article/view/2584>
20. Sandoval, E. M. L. Capital intelectual en la competitividad de las MIPYMES en Tacna-Perú (2017) Revista de Ciencias Humanas y Sociales, vol.84, núm. 504-535. [Internet]. Perú 2017 [citado 5 de septiembre 2024]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6402380>
 21. Magdaleno, J. A. R., Zamores, S. M., & Zesati, R. E. F. La influencia de la estrategia empresarial en el capital intelectual y la innovación de la pequeña y mediana empresa. Vol. 13, 1099-1115. [Internet]. España (2019) Repositorio de la Red Internacional de Investigadores en competitividad, Disponible en: <https://riico.net/index.php/riico/article/view/1841>
 22. Ibarra-Cisneros, M. A., & Hernández-Perlines, F. La influencia del capital intelectual en el desempeño de las pequeñas y medianas empresas manufactureras de México: el caso de Baja California. Vol. 29 (71), 79-96. [Internet]. Mexico (2019). Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1138575811000569>
 23. Lindstrom M. *Buyology: Verdades y mentiras de por qué compramos*. Barcelona: Gestión 2000; 2016.
 24. Duque-Hurtado P, Samboni-Rodriguez V, Castro-Garcia M, Montoya-Restrepo LA, Montoya-Restrepo I. Neuromarketing: its current status and research perspectives. *Estud Gerenciales*. 2020;36(157):525–39. doi:10.18046/j.estger.2020.157.3890
 25. Gobé M. *Emotional branding: The new paradigm for connecting brands to people*. New York: Allworth Press; 2010.
 26. Kotler P, Keller KL. *Dirección de marketing*. 16ª ed. México: Pearson Educación; 2021.
 27. Escalas JE, Bettman JR. Connecting with consumers through narrative: The power of storytelling. *J Consumer Psychol*. 2017;27(3):381-386. doi:10.1016/j.jcps.2016.12.002
 28. Pulizzi J. *Epic content marketing: How to tell a different story, break through the clutter, and win more customers by marketing less*. New York: McGraw-Hill; 2014.
 29. Mora F. *Neuroeducación y marketing: Cómo educar y vender a través de las emociones*. Madrid: Alianza Editorial; 2019.
 30. Schmitt BH. *Experiential marketing: How to get customers to sense, feel, think, act, relate*. New York: Routledge; 2019.
 31. Iglesias O, Ind N, Alfaro M. The organic view of the brand: A brand value co-creation model. *J Brand Manag*. 2017;24(5):370-388. doi:10.1057/s41262-017-0051-4
 32. Sánchez y Sánchez, C. L., & Hernández Olvera, K. La encuesta como técnica de investigación en la Ciencia Política. *Revista Mexicana De Opinión Pública*, 2024, (37). <https://doi.org/10.22201/fcpys.24484911e.2024.37.88492>
 33. ARIAS, Fidas. El paradigma pragmático como fundamento epistemológico de la investigación mixta. Revisión sistematizada. *Educación, Arte, Comunicación: Revista Académica e Investigativa*, 2023, vol. 12, no 2, p. 11-24.

EFFECTO DE LAS HARINAS DE ZANAHORIA (*DAUCUS CAROTA*) Y TRIGO (*TRITICUM AESTIVUM*) EN LAS PROPIEDADES DE GALLETAS ENDULZADAS CON PANELA

EFFECT OF CARROT (*DAUCUS CAROTA*) AND WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM*) FLOURS ON THE PROPERTIES OF BISCUITS SWEETENED WITH PANELA

Celia Genith Herrera Cedeño¹, Angela María Zambrano García², José Patricio Muñoz Murillo³

{cherrera083@utm.edu.ec¹, azambrano9144@utm.edu.ec², jose.munoz@utm.edu.ec³}

Fecha de recepción: 15/09/2025 / Fecha de aceptación: 22/09/2025 / Fecha de publicación: 07/10/2025

RESUMEN: Las galletas son un producto con un importante consumo en la población actual, debido las cualidades sensoriales y nutricionales que ofrecen, sin embargo, existe la necesidad de evaluar nuevas fórmulas basadas en la utilización de diferentes tipos de harinas no convencionales. La investigación se desarrolló con el objetivo evaluar el efecto de las harinas de harina de zanahoria (*Daucus carota*) y trigo (*Triticum aestivum*) en las propiedades bromatológicas, microbiológicas y sensoriales de galletas endulzadas con panela. Se aplicó un diseño experimental completamente al azar donde se utilizó diferentes concentraciones de harina de zanahoria (5, 15, 25%), junto con el tratamiento control (sin harina de zanahoria). Se evaluó la composición fisicoquímica de la harina, composición bromatológica, fisicoquímica, microbiológica, perfil de textura y análisis sensorial de las galletas. La harina de zanahoria presentó proteína (8,13 %), grasa (1,36 %), fibra bruta (8,10 %), con humedad del 8,26 % y energía de 3,16 kcal/g. El pH disminuyó progresivamente de 6,65 (T0) a 5,32 (T3). La proteína y la grasa disminuyeron conforme aumentó la harina de zanahoria, mientras que la fibra cruda y las cenizas aumentaron, reflejando el aporte nutricional de la harina vegetal. La humedad presentó variaciones, destacando un aumento en el tratamiento T1. Los análisis microbiológicos evidenciaron el cumplimiento de los parámetros aerobios mesófilos y mohos y levaduras. El perfil de textura mostró un aumento significativo en dureza, gomosidad, elasticidad y masticabilidad con mayor inclusión de harina. La evaluación sensorial indicó que el tratamiento T1 obtuvo mejores puntuaciones en sabor, color, textura y apariencia general. Se concluye que el tratamiento T1 mantuvo una mejor tendencia sobre las variables evaluadas.

¹Carrera de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Agrociencias, Universidad Técnica de Manabí – Ecuador. <https://orcid.org/0009-0000-7762-1938>; +593963838104.

²Carrera de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Agrociencias, Universidad Técnica de Manabí – Ecuador. <https://orcid.org/0009-0008-9663-9971>; +593997947901.

³Carrera de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Agrociencias, Universidad Técnica de Manabí – Ecuador, <https://orcid.org/0000-0002-9161-685X>; +593958627203.

Palabras clave: *Aceptabilidad, harinas no convencionales, panificación, perfil de textura*

ABSTRACT: Cookies are a product with an important consumption in the current population, due to the sensory and nutritional qualities they offer, however, there is a need to evaluate new formulas based on the use of different types of non-conventional flours. The objective of this research was to evaluate the effect of carrot (*Daucus carota*) and wheat (*Triticum aestivum*) flour on the bromatological, microbiological and sensory properties of cookies sweetened with panela. A completely randomized experimental design was applied where different concentrations of carrot flour (5, 15, 25%) were used, together with the control treatment (no carrot flour). The physicochemical composition of the flour, bromatological composition, physicochemical, microbiological, and sensory texture of the cookies were evaluated. The carrot flour presented protein (8.13 %), fat (1.36 %), crude fiber (8.10 %), with moisture of 8.26 % and energy of 3.16 kcal/g. The pH decreased progressively from 6.65 (T0) to 5.32 (T3). Protein and fat decreased as carrot flour increased, while crude fiber and ash increased, reflecting the nutritional contribution of vegetable flour. Moisture varied, with a notable increase in treatment T1. Microbiological analyses showed compliance with mesophilic aerobic, mold, and yeast parameters. The texture profile showed a significant increase in hardness, chewiness, elasticity, and masticability with higher flour inclusion. Sensory evaluation indicated that treatment T1 obtained better scores for flavor, color, texture, and overall appearance. It is concluded that treatment T1 maintained a better trend on the evaluated variables.

Keywords: *Acceptability, unconventional flours, baking, texture profile*

INTRODUCCIÓN

En la última década, la industria de la panificación ha mostrado diferentes cambios sobre los hábitos de consumo, innovación tecnológica y por el aumento de la demanda de productos más saludables, la cual muestra una tendencia clave para el desarrollo de productos panificados con mejor perfil nutricional, reduciendo azúcares y grasas saturadas, y aumentando fibra, proteínas de alta calidad e ingredientes funcionales que derivan principalmente de diferentes materias primas (1).

Las galletas son productos alimenticios elaborados para el consumo humano, generalmente elaboradas a partir del uso de insumos como la harina, azúcar y grasas (2). Sin embargo, las tendencias y exigencias de los consumidores han permitido incluir diferentes ingredientes con la finalidad de mejorar su sabor, aroma, textura y valor nutricional final (3,4).

En este contraste a los criterios expuestos anteriormente, se ha reportado el uso de diferentes tipos de harinas no convencionales que derivan principalmente de subproductos como cáscaras y de diferentes tipos de leguminosas, tubérculos y frutos secos (5,6). Estudios previos han evidenciado variaciones significativas en la aceptación sensorial y nutricional de las galletas

efectuando diferentes sustituciones de harina de trigo reportan que los porcentajes de sustitución de 25% de harinas mejoró la aceptabilidad sensorial, sin generar modificaciones significativas sobre la reología de la masa, las dimensiones, la dureza ni la ligereza de las galletas (7).

De la misma manera se ha reportado el uso de harinas no convencionales derivadas de cáscaras de frutos utilizados en la agroindustria muestran que la sustitución de concentraciones menores al 10 % cumplieron con los rangos descritos en la norma NTE INEN 2085:2005, a pesar de encontrar notables reducciones en el contenido de proteína, siendo este resultado esperado al efectuar sustituciones de harinas con bajo contenido proteico (8,9).

La zanahoria es un cultivo hortícola tradicional, conocido por su importante valor nutricional el cual integra la presencia de la provitamina A (β -carotenos), vitaminas del complejo B, vitamina K y minerales como el potasio, calcio y fósforo; el cultivo se siembra en zonas con climas templados, frescos y húmedos que hace favorable el desarrollo de las raíces (10).

El perfil nutricional de la zanahoria destaca por la presencia de carotenoides, como el β -caroteno, los cuales son precursores de la vitamina A, el cual actúa como antioxidante, protegiendo al organismo del estrés oxidativo y previniendo enfermedades crónicas (11). Adicionalmente, esta materia prima es una de las principales fuentes de vitaminas hidrosolubles como C y B, y minerales esenciales como potasio, calcio y magnesio, que ayudan en el equilibrio electrolítico, salud ósea y función muscular (12).

Por lo tanto, la investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de las harinas de zanahoria (*Daucus carota*) y trigo (*Triticum aestivum*) en las propiedades bromatológicas, microbiológicas y sensoriales de galletas endulzadas con panela.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación tuvo lugar en el Centro de Análisis Biológico y Agroalimentario (CABA), perteneciente a la Facultad de Agrociencias, Universidad Técnica de Manabí. Las galletas se elaboraron a partir de la utilización de harina de zanahoria, junto con los insumos harina de trigo, mantequilla vegetal, panela, huevo, canela y polvo de hornear.

Diseño de experimento

Se utilizó una investigación de tipo experimental cuantitativo debido a que efectuaron mediciones numéricas y análisis estadístico. La investigación se conformó por un diseño completamente al azar, con arreglo unifactorial, donde se tuvo como factor de estudio los niveles de harina de zanahoria (5, 15, 25%), junto con un tratamiento control (sin harina de zanahoria). Este diseño se eligió con la finalidad de evaluar si la sustitución de harina de trigo genera diferencias estadísticas entre las variables estudiadas. Se utilizó 3 réplicas por tratamientos, lo que generó un total de 12 unidades experimentales (Tabla 1).

Tabla 1. Diseño experimental de la investigación.

Tratamientos	Código	Descripción de harina de zanahoria	%	Réplicas
1	T0	0		3
2	T1	5		3
3	T2	15		3
4	T3	25		3

Nota: Esquema del diseño experimental de la investigación.

Obtención de harina de zanahoria

Se recolectaron las zanahorias (*Daucus carota*) las cuales fueron previamente higienizadas mediante la utilización de agua potable, a fin de eliminar la mayor parte de los contaminantes físicos derivados de la cosecha. Consecutivamente las zanahorias se cortaron en rodajas de 0,20 mm mediante el uso de una rebanadora eléctrica de acero inoxidable marca Inmegar 2006317, modelo Iram Lr 38324, con fabricación en Ecuador. Se procedió con el deshidratado mediante el empleo de un deshidratador eléctrico (marca BYR, capacidad 12 bandejas) a temperatura de 55 °C durante 24 horas, para posteriormente molerlas mediante el uso de un molino de cuchillas fabricado en acero inoxidable hasta lograr una granulometría de 20 - 50 μ m. Finalmente, la harina se envasó en fundas ziploc las cuales cuentan con un cierre hermético, y posteriormente ubicadas en un lugar libre de humedad.

Proceso de la elaboración de galletas

Se inició con la recepción de las harinas de trigo y zanahoria, las cuales fueron complementadas con insumos como la panela, margarina, huevo canela y polvo de hornear, los cuales se pesaron con una balanza digital (marca CAMRY) en base a las cantidades porcentuales establecidas en la formulación (Tabla 2).

Se realizó la mezcla de la panela y huevos mediante un batidor eléctrico (OSTER) hasta lograr una consistencia homogénea y se incorporó la margarina, polvo de hornear, canela, harina de zanahoria y harina trigo y la cual se amasa manualmente por 15 minutos hasta que la masa alcanzó una distribución uniforme y se dejó reposar por 25 minutos.

Se continuó con el proceso de moldeado de las galletas utilizando distintos moldes de figuras para cada tratamiento y luego se hornearon a temperatura de 130 °C durante 10 minutos. Posteriormente, las galletas se enfriaron al ambiente por 35 minutos antes de ser envasadas en fundas Ziploc previamente etiquetadas.

Tabla 1. Esquema de los tratamientos en estudio para la producción de galletas dulces.

Insumos	T0		T1		T2		T3	
	%	g	%	G	%	g	%	G
Harina de trigo	42	378	37	333	27	243	17	153
Harina de zanahoria	0	0	5	45	15	135	25	225
Panela	15	135	15	135	15	135	15	135
Margarina	19	171	19	171	19	171	19	171
Huevo	20	180	20	180	20	180	20	180
Canela	2	18	2	18	2	18	2	18
Polvo de hornear	2	18	2	18	2	18	2	18
Total	100	900	100	900	100	900	100	900

Nota: Fórmula utilizada en la elaboración de las galletas.

Caracterización fisicoquímica y microbiológica de la harina de zanahoria

La harina de zanahoria se caracterizó mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos considerando los siguientes parámetros: proteína (NTE INEN-ISO 20483), humedad (NTE INEN-ISO 20483), ceniza (NTE INEN-ISO 20483), materia seca (NTE INEN-ISO 20483), grasa (AOAC 2003.06), fibra bruta (AOAC 962.09), Extracto Libre de Nitrógeno (calculo proximal), energía (Cálculo), Aerobios mesófilos (NTE INEN 1529-7) y mohos y levaduras (NTE INEN 1529-10).

Análisis bromatológicos, fisicoquímicos y microbiológicos de las galletas

La evaluación bromatológica y microbiológica de las galletas se desarrolló a partir de los requisitos descritos en la NTE INEN 2085 (13). En cada tratamiento se procedió a analizar los siguientes parámetros bromatológicos: proteína, materia seca, humedad, grasa, fibra cruda, cenizas, extracto libre de nitrógeno considerando los métodos de ensayos descritos anteriormente en la caracterización de la harina. De la misma manera se determinó el contenido de pH (NTE INEN-ISO 1842) y análisis colorimétrico mediante la utilización del espacio CieLab considerando la luminosidad (L), coordenada (a*), coordenada (b*) y Delta E (ΔE). Microbiológicamente se determinó la presencia de Aerobios mesófilos y Mohos y Levaduras.

Análisis del perfil de textura de las galletas

El análisis del perfil de textura de las galletas se desarrolló mediante el uso de un Texturómetro digital de la marca (Texturómetro Shimadzu Universal Tester EZTestEZ-LX). Se procedió a colocar

las muestras sobre la base del equipo. En cada tratamiento se evaluaron los parámetros dureza (N), cohesividad, gomosis(N), adhesividad (N), elasticidad (N) y masticabilidad (N).

Evaluación sensorial de las galletas

Los tratamientos fueron evaluados por medio de un panel sensorial conformado por 80 evaluadores semientrenados a los cuales se les brindó una breve explicación de la forma de valoración cuantitativa y objetivo del test, considerando una escala del 1 al 5, siendo 5 la puntuación de mejor aceptación sensorial. En cada tratamiento se evaluaron los parámetros color, olor, sabor, textura y apariencia general.

Análisis estadístico

Los datos del estudio se procesaron utilizando el software estadístico InfoStat *versión libre*. Se procedió con un análisis de varianza ANOVA con la finalidad de identificar si existen diferencias significativas entre tratamientos. En el caso de las variables con valores de significancia ($p > 0,05$) se aplicó comparación de medias de Tukey, con un nivel de confianza del 95 %. Los resultados de la evaluación sensorial se procesaron mediante análisis de varianza no paramétrica de Kruskal Wallis con la finalidad de reducir el sesgo de los datos al considerarse que los datos no son normales.

RESULTADOS

Previo al proceso de elaboración de las galletas dulces se procedió con la caracterización de la harina de zanahoria, dando los siguientes resultados.

Tabla 3. Caracterización de la harina de zanahoria.

Parámetro	Unidad	Valor
Proteína (6,25)	%	8,13
Humedad	%	8,26
Cenizas	%	6,23
Materia Seca	%	91,74
Grasa	%	1,36
Fibra Bruta	%	8,10
Extracto Libre de Nitrógeno	%	67,93
Energía	Kcal/g	3,16
Aerobios mesófilos	UFC/g	1,21E+01
Mohos y Levaduras	UPC/g	9,50E+00

EFFECTO DE LAS HARINAS DE ZANAHORIA (*DAUCUS CAROTA*) Y TRIGO (*TRITICUM AESTIVUM*) EN LAS PROPIEDADES DE GALLETAS ENDULZADAS CON PANELA

En la Tabla 3, se evidencia la evaluación fisicoquímica demostró que la harina de zanahoria obtuvo un alto contenido del extracto libre de Nitrógeno (67,93 %) y materia seca de 91,74 %. En tanto que se encontró valores más bajos de humedad baja (8,26 %), proteína (8,13 %), fibra bruta 8,10 %, cenizas 6,23 % y energía 3,16 kcal/g. Por su parte el contenido de grasa fue menor con un promedio de 1,36 %.

Con relación a la evaluación microbiológica de las galletas se encontró que tanto para los aerobios mesófilos, mohos y levaduras los valores fueron bajos con promedios de 1,21E+01 UFC/g para Aerobios mesófilos y 9,50E+00 UFC/g para los Mohos y Levaduras, lo que garantiza la inclusión de la harina de zanahoria en la elaboración de las galletas.

Tabla 4. Análisis bromatológicos, fisicoquímicos y microbiológicos de las galletas.

Parámetros	Unidad	T0 x̄±D.E.	T1 x̄±D.E.	T2 x̄±D.E.	T3 x̄±D.E.	p-valor
pH	%	6,65±0,00 a	6,37±0,02 b	5,95±0,01 c	5,32±0,02 d	<0,0001
Proteína	%	13,36±0,05 a	13,25±0,01 a	9,92±0,06 b	8,34±0,27 c	<0,0001
Humedad	%	4,76±0,17 b	6,15±0,61 a	3,09±0,08 c	3,53±0,13 c	<0,0001
Materia seca	%	95,24±0,17 b	93,85±0,61 c	96,91±0,08 a	96,47±0,13 a	<0,0001
Grasa	%	15,49±0,04 b	18,62±0,01 a	14,52±0,39 c	8,42±0,28 d	<0,0001
Fibra Cruda	%	0,56±0,01 c	0,69±0,02 c	1,06±0,06 b	1,49±0,20 a	<0,0001
Cenizas	%	2,70±0,04 c	2,96±0,06 b	3,17±0,09 a	3,14±0,03 a	<0,0001
Extracto Libre de Nitrógeno	%	63,17±0,05 c	58,34±0,67 d	68,24±0,44 b	75,09±0,59 a	<0,0001
L	-	62,45±0,36 b	62,93±0,76 ab	63,86±0,25 a	63,15±0,31 ab	0,0351
a*	-	9,30±0,05 b	8,82±1,81 ab	11,07±0,08 a	10,96±0,38 a	0,0370
b*	-	17,19±0,19 c	20,34±0,63 b	22,05±0,49 a	21,60±0,65 ab	<0,0001
Delta E	-	-	3,66	5,36	4,77	-
Aerobios mesófilos	UFC/g	12,10±2,60 d	60,60±9,46 c	76,00±1,73 b	115,00±5,20 a	<0,0001
Mohos y Levaduras	UFC/g	45,47±9,05 b	71,33±9,45 a	63,33±2,89 ab	74,27±5,25 a	0,0061

Nota: Medias con la misma letra en una fila indican ausencia de diferencias significativas ($p < 0,05$).

El análisis del contenido de pH de las galletas arrojó diferencias estadísticas ($p < 0,0001$) entre tratamientos donde se observó que T0 mantuvo un valor más alto (6,65) y menor en T3 con 5,32, que evidencia una reducción proporcional de este indicador en las formulaciones. El porcentaje de proteína mostró diferencias estadísticas ($p < 0,0001$), al igual que el reporte del contenido de humedad y materia seca donde se observaron diferencias significativas ($p < 0,0001$) entre tratamientos (Tabla 4).

El reporte del contenido de grasa evidenció diferencias altamente significativas ($p < 0,0001$) entre tratamientos, donde T0 y T1 alcanzaron resultados de 15,49 % y 18,62 %. Por su parte, los

análisis del contenido de fibra cruda reflejan un aumento significativo ($p < 0,0001$) con valores de 0,56 % en T0 y 1,49 % en T3. De la misma manera, la presencia de minerales refleja un aumento proporcional en T2 y T3, relacionados con los niveles de sustitución de harina de zanahoria en las galletas (Tabla 4).

La presencia del extracto libre de nitrógeno (ELN) en las galletas fue estadísticamente superior ($p < 0,0001$) en T3 con 75,09 %, seguido de T2 con 68,24 %, en tanto que el tratamiento T1 se mostró inferior con 58,34 %.

La evaluación colorimétrica refleja como resultados que en la Luminosidad se encontró valores superiores al aumentar el porcentaje de sustitución, donde se obtuvo valores de 63,86 y 63,15 para los T2 y T3. Con relación a la coordenada a^* se observa una tendencia marcada hacia una mayor fijación del color rojo con diferencias significativas ($p < 0,0001$) marcada en T2 y T3 con 11,07 y 10,96. De la misma manera, en la coordenada b^* se encontró un aumento del color a tonos amarillos, donde el tratamiento T2 obtuvo un mayor valor de 22,05. El análisis de Delta E, muestra que las variaciones del color evidencian que los tratamientos T2 y T3 se alejan considerablemente al tratamiento control, en tanto que el tratamiento T1 se encontró más cercanos a T0.

Los resultados de los análisis aerobios mesófilos demostraron un comportamiento significativo ($p < 0,0001$), entre tratamientos, con valores de 12 UFC/g en T0 y 115 UFC/g en T3. En el caso de los mohos y levaduras, se observó diferencias estadísticas ($p = 0,0061$) entre tratamientos, donde T0 fue menor con 45,47 UFC/g y mayor en T1 y T3 con 71,33 UFC/g y 74,27 UFC/g, respectivamente.

Análisis del perfil de textura y análisis sensorial de los tratamientos en estudios

A continuación, en la Tabla 5 se presentan los datos correspondientes al perfil de textura de las galletas con sus distintos niveles de harían de zanahoria.

Tabla 5. Perfil de textura de las galletas elaboradas con diferentes niveles de harina de zanahoria.

Tratamientos	T0 $\bar{x} \pm D.E.$	T1 $\bar{x} \pm D.E.$	T2 $\bar{x} \pm D.E.$	T3 $\bar{x} \pm D.E.$	p-valor
Dureza (N)	60,08 $\pm$ 1,18 d	93,33 $\pm$ 2,88 c	148,33 $\pm$ 7,64 b	181,67 $\pm$ 7,25 a	<0,0001
Cohesividad	-0,002 $\pm$ 0,02 a	-0,002 $\pm$ 0,001 a	0,040 $\pm$ 0,02 a	0,033 $\pm$ 0,03 a	0,0668
Adhesividad (N)	-2,15 $\pm$ 0,05 b	-0,42 $\pm$ 0,08 b	-0,67 $\pm$ 0,08 b	-3,42 $\pm$ 0,24 c	<0,0001
Gomosidad (N)	-0,93 $\pm$ 0,13 b	-0,64 $\pm$ 0,13 c	1,12 $\pm$ 0,03 a	1,28 $\pm$ 0,03 a	<0,0001
Elasticidad (N)	0,00 $\pm$ 0,00 c	0,00 $\pm$ 0,00 c	0,10 $\pm$ 0,02 b	0,18 $\pm$ 0,02 a	<0,0001
Masticabilidad (N)	0,00 $\pm$ 0,00 c	0,01 $\pm$ 0,01 c	0,26 $\pm$ 0,04 b	0,38 $\pm$ 0,03 a	<0,0001

Nota: Medias con la misma letra en una fila indican ausencia de diferencias significativas ($p < 0,05$).

El análisis del perfil de textura arrojó diferencias significativas ($p = <0,0001$), donde la dureza de las galletas aumentó proporcionalmente al aumentar el nivel de inclusión de harina de zanahoria donde el tratamiento T3 obtuvo un promedio de 181,67 N. En el caso de la cohesividad, los resultados del estudio reflejan un comportamiento estadístico similar en cada promedio.

Los resultados de adhesividad mostraron diferencias altamente significativas ($p = <0,0001$), siendo menor los tratamientos T0, T1 y T2, a diferencia de T3 que alcanzó valores superiores que indican una textura más seca y una menor capacidad de adherencia a diferentes superficies.

En cuanto a la gomosidad, los tratamientos T2 y T3 muestran valores positivos y a su vez significativamente superiores a los tratamientos T0 y T1. De la misma manera, se puede apreciar que sobre la elasticidad y la masticabilidad alcanzó un aumento progresivo sobre ambos parámetros, documentándose en T3 los promedios más altos 0,18 N de elasticidad y 0,38 N de masticabilidad.

Tabla 6. Evaluación sensorial de los tratamientos en estudio.

Tratamientos	Sabor $\bar{x} \pm D.E.$	Color $\bar{x} \pm D.E.$	Olor $\bar{x} \pm D.E.$	Textura $\bar{x} \pm D.E.$	Apariencia general $\bar{x} \pm D.E.$
T0	3,16 $\pm$ 1,23 b	3,35 $\pm$ 1,15 b	3,46 $\pm$ 1,09 a	3,30 $\pm$ 1,10 b	3,67 $\pm$ 1,13 bc
T1	3,69 $\pm$ 1,34 a	3,90 $\pm$ 1,35 a	3,85 $\pm$ 1,22 a	3,92 $\pm$ 1,19 a	3,88 $\pm$ 1,24 a
T2	3,76 $\pm$ 1,09 a	3,59 $\pm$ 1,22 ab	3,65 $\pm$ 1,17 a	3,74 $\pm$ 1,10 a	3,52 $\pm$ 1,15 ab
T3	3,44 $\pm$ 1,22 ab	3,64 $\pm$ 1,18 ab	3,48 $\pm$ 1,22 a	3,59 $\pm$ 1,20 ab	3,24 $\pm$ 1,31 b
p-valor	0,0048	0,0102	0,0569	0,0024	0,0064

Nota: Medias con la misma letra en una columna indican ausencia de diferencias significativas ($p < 0,05$).

El análisis sensorial del sabor mostró diferencias significativas entre tratamientos ($p = 0,0048$), donde T1 (3,69 $\pm$ 1,34) y T2 (3,76 $\pm$ 1,09) obtuvieron las mayores calificaciones y a su vez se mostraron estadísticamente superiores a T0 (3,16 $\pm$ 1,23), mientras que T3 (3,44 $\pm$ 1,22) se mantuvo similar entre tratamientos.

Con relación al análisis del color también presentó un comportamiento significativo ($p = 0,0102$), donde se puede apreciar que T1 (3,90 $\pm$ 1,35) obtuvo la puntuación más alta, superando a los resultados del tratamiento T0 (3,35 $\pm$ 1,15), en tanto que T2 y T3 se ubicaron en valores que no mostraron diferencias significativas con los demás tratamientos. Por su parte, en el olor no reflejó diferencias significativas ($p = 0,0569$) entre los tratamientos en estudio.

La textura fue estadísticamente significativa ($p = 0,0024$), donde se muestra que el T1 (3,92 $\pm$ 1,19) y T2 (3,74 $\pm$ 1,10) mantuvieron una mejor aceptación sensorial, en comparación con el tratamiento control (3,30 $\pm$ 1,10), mientras que T3 (3,59 $\pm$ 1,20) no difirió significativamente con

los demás tratamientos. De la misma manera la apariencia general presentó diferencias significativas ($p = 0,0064$), donde T1 ($3,88 \pm 1,24$) reflejó una mejor apariencia sensorial, mientras que T3 ($3,24 \pm 1,31$) fue el tratamiento con menor aceptación sensorial.

DISCUSIÓN

Caracterización de la harina de zanahoria:

El contenido de proteína de harina zanahoria mostró valores cercanos a los reportados en investigaciones de (11), quienes documentan resultados que oscilaron entre 4 a 9%, en tanto que para el contenido de grasa los resultados se encuentran dentro del promedio de esta investigación con rangos del 1 a 3%.

El reporte del contenido de humedad en la harina de zanahoria arrojó promedios que se encuentran dentro de los parámetros reportados en diferentes harinas de origen vegetal, con valores inferiores al 10 %, el cual es de interés para disminuir la actividad del agua y consigo el crecimiento de diferentes microorganismos que pueden alterar la composición de la harina (14). De la misma manera, se destaca que los valores están dentro de los rangos descritos en la NTE INEN 616 (15), considerada como referencia para harina de trigo para productos de panificación. A su vez, los resultados de materia seca se asemejan a los reportados por (16) en harinas de remolacha con promedios de 95,00 y 98,00%.

La fracción del contenido de ceniza de las muestras analizadas son superiores a los reportados por (17), donde obtuvo promedios de 0,70 a 1,13%. Este alto contenido de ceniza, indica una importante presencia de minerales como el Ca, K, Mg en las muestras analizadas (18).

El análisis de fibra bruta en la harina de zanahoria muestra valores inferiores a los reportados dentro la literatura, donde se ha documentado promedios de $18,23 \pm 0,26$ % (19), y de 24,66 % (11), no obstante, estas diferencias pueden relacionarse a la incidencia de factores como el proceso de secado y la valoración de este subproducto considerando fracciones de la zanahoria con mayor contenido de fibra. De la misma manera se puede apreciar que el contenido energético fue de 3,16 Kcal/g el cual responde a la presencia de carbohidratos, fibra y contenido de grasa (20). (18) documentan como resultados promedios de 3,47 kcal/g en base seca, el cual está cercano al reportado en esta investigación.

En contraste con los resultados del análisis microbiológico se puede apreciar que la presencia de aerobios mesófilos y el contenido de mohos y levaduras reportan valores bajos con promedios de 12 UFC/g y 9,5 UFC/g, lo cual refleja un adecuado proceso de secado de las zanahorias. De la misma manera, los resultados de (21), son inferiores a 10 UFC/g de aerobios mesófilos, hongos y levaduras y coliformes totales, los cuales se encuentran próximos a los reportados en esta investigación.

Análisis bromatológicos, físicoquímicos y microbiológicos de las galletas:

La evaluación del contenido de pH mostró un descenso en este parámetro al aumentar los niveles de sustitución de la harina de trigo, lo que contrasta con un aumento de la acidez. Estudios de (22), exponen como resultados en la caracterización de galletas elaboradas con harina de cáscara de banano 5,88 de pH en el tratamiento con mayor porcentaje de harina de banano, de la misma manera, (23), documenta una reducción sobre el contenido de proteína con un descenso de 13,36 % a 8,34 %. Sin embargo, se puede apreciar que los promedios están dentro de los rangos y máximos de la norma INEN 2085 (13) para proteína y para pH.

Los valores del contenido de Humedad y materia seca evidencian que T1 presentó mayor humedad y menor materia seca, mientras que T2 y T3 revertieron la tendencia de aumento y disminución de estos indicadores. En este caso se observa que las galletas con harina de zanahoria en menores concentraciones pueden mejorar la capacidad de retención del agua, a diferencia de T2 y T3, los cuales pueden generar variaciones en cuanto a la estructura del almidón (24). Investigaciones de (25), reportan un contenido de humedad que osciló entre 5,90 a 3,25 %, los cuales están dentro de los resultados de la investigación, los que a su vez se encuentran dentro de los parámetros de la norma INEN 2085 (13).

El análisis del porcentaje de grasa mostró una reducción significativa al disminuir la presencia de harina de trigo, lo que contrasta con los resultados de (26) quienes en la fórmula control documentan un valor de 9,0 % y para el tratamiento con sustitución del 50 % un promedio de 3,70%. Por otra parte, en las variables fibra cruda y cenizas se observó un aumento proporcional al aumento de los niveles de harina, lo cual fue esperado debido a que la harina de zanahoria demostró mayor fracción de fibra dietética y minerales (cenizas), concordando con (27), quienes reportan un valor de 1,18 % en el tratamiento control y 3,46 % de fibra en el tratamiento con sustitución de 20 % de harina de cáscara de zanahoria en polvo.

Los resultados del ELN en las galletas alcanzaron un mayor porcentaje en el tratamiento T3 con 75,09 %, lo que deriva principalmente del aporte de los péptidos, azúcares solubles y de la presencia de compuestos nitrogenados libres (28). Sin embargo, estos resultados difieren de los obtenidos por (29), quienes al efectuar una sustitución de la harina de trigo por harina de *Agave americana* y fibra del endospermo de semilla de tara reportan una reducción del extracto libre de 65,58 % a 61,20 %, con diferencias significativas entre ambos promedios.

Con relación al análisis del color de las galletas se encontró un aumento proporcional en la fijación del color en las coordenadas a y b a tonos rojizos con amarillos lo que deriva principalmente de la presencia de carotenoides como el β -caroteno y luteína (30). De la misma manera, resultados de (16), reportan variaciones en el color de las galletas al efectuar sustituciones de harina de trigo por remolacha quienes documentan valores 25 a 28 para la Luminosidad, en tanto que en la coordenada a* se reportan promedios de 22 a 24 y en la coordenada b* de 9 a 11.

El análisis microbiológico de las galletas demostró que los tratamientos cumplieron con los requisitos descritos para aerobios mesófilos y mohos y levaduras, con valores dentro de los rangos máximos y mínimos de la norma INEN 2085 (13). Por su parte (31), al efectuar una evaluación de la composición microbiológica de galletas reportan la ausencia de mohos y levaduras.

Análisis del perfil de textura de las galletas:

Los resultados del análisis del perfil de textura de las galletas, evidenció un aumento sobre la dureza con los máximos niveles de harina de zanahoria, lo que refleja una mayor resistencia a la fractura debido a la ausencia de gluten y almidones (32). De la manera, los resultados sobre la adhesividad muestran que el tratamiento T3 muestra el mayor valor absoluto de -3,42 N. De acuerdo con los resultados de (33), indican que la adhesividad está influenciada por la humedad superficial y la presencia de la grasa en la masa, considerando que esta última puede ser modificada y consigo provocar variaciones significativas.

Resultados de (8), al efectuar una evaluación del perfil de textura de galletas dulces con sustitución de la harina de trigo, muestran un aumento significativo de la dureza de la textura en comparación con el tratamiento control, pasando de 51,95 N a 174,76 N, en tanto que para las variables adhesividad los valores fueron de -2,54 en el control y -3,04 en el tratamiento con mayor sustitución de harina.

El análisis de la gomosidad, la elasticidad y la masticabilidad muestran un aumento en los tratamientos con mayor inclusión de harina de zanahoria. Este comportamiento, se relaciona un mayor contenido de fibra dietética y por la distribución de las partículas de harina de zanahoria, lo que contrasta con investigaciones donde se han incluido porcentaje de harinas no convencionales. Los resultados de (9), al efectuar investigaciones con sustituciones de harina de trigo en concentraciones del 3% obtuvo un valor de dureza de 57,50 N, adhesividad -0,26, gomosidad de -0,89 N y masticabilidad de 0,01 N.

Evaluación sensorial de los tratamientos en estudio:

La evaluación del sabor de las galletas muestra que T1 y T2 alcanzaron una mejor percepción del sabor, relacionado con la incidencia favorables de los niveles de inclusión de la harina de zanahoria. A su vez, los resultados muestran un comportamiento similar a los reportados por (27), quienes con concentraciones de 5% de harina de cáscara de zanahoria obtuvieron una mejor aceptación en el sabor con 7,80. (34) destacan que la elaboración de galletas con harinas no convencionales puede mejorar la percepción del sabor sin alterar parámetros como el dulzor y la presencia de aromas característicos de este tipo de productos; sin embargo, se debe considerar que en esta investigación no se encontró diferencias estadísticas en el atributo olor.

La preferencia por el color en T1, reflejan un nivel de concentración de la harina de zanahoria adecuado, el cual fue apreciado por los catadores por su mayor uniformidad y menor alteración a los colores de galletas tradicionales. Comportamiento similar reporta (35), quienes al evaluar la incidencia de la sustitución de harina de trigo por harinas no convencionales arrojó como

resultados un aumento sobre el oscurecimiento de las galletas con diferencias significativas sobre las pruebas de Chi cuadrado.

Con relación a los valores de textura se puede apreciar que la mejor aceptación se mantuvo en los tratamientos T1 y T2, los cual pudo verse influenciado por una mejor crocancia de las galletas; sin embargo, de acuerdo con (36), manifiestan que este parámetro depende de manera directa de una buena proporción de grasa, humedad y fibra. Los resultados de (33), documentan promedios de 4 puntos, la misma que describen como medianamente dura. Por su parte, (8), al efectuar una evaluación de la textura reportan promedios de 5,13 al efectuar sustituciones del 20 % de la harina de trigo.

En cuanto a los resultados de la apariencia general de las galletas, se observó una menor aceptación en el tratamiento T3 el cual está asociado a la menor presencia de grasa, lo que genera consigo una baja sensación en el paladar de los catadores y aumento proporcional sobre el endurecimiento de las galletas (25).

CONCLUSIONES

Los análisis bromatológicos, fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales evidencian variaciones significativas de las galletas con el aumento del nivel de sustitución de harina de zanahoria, donde se puede apreciar una mejor aceptabilidad en los T1 y T2, los que además mostraron un mayor balance de la capacidad nutricional de las galletas de acuerdo con los lineamientos establecidos en la norma NTE INEN 2085 (2005-05). Sobre el perfil de textura se obtuvo que a mayor concentración de la harina arrojó una mayor dureza de las galletas, lo que se relaciona con las diferencias en humedad, grasa y fibra documentadas en los tratamientos T2 y T3. La calidad microbiológica mostró valores dentro de los rangos máximos y mínimos de la norma INEN. Finalmente, para futuras investigaciones se recomienda efectuar estudios basados en la evaluación de la vida útil de las galletas en el almacenamiento.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Centro de Análisis Biológico y Agroalimentario y al Laboratorio de Granos y Cereales de la Facultad de Agrociencias, Universidad Técnica de Manabí por habernos brindado la apertura para el desarrollo de esta investigación.

DECLARACIÓN DE INTERÉS

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses que pueda afectar la imparcialidad de este artículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Barrancos E, Hernández T, Ávila A. Elaboración de galletas libres de gluten. Bol Cient Cienc Econ Adm ICEA. 2023;11(22):53-4. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10142928>
2. Krajewska A, Dziki D. Enrichment of cookies with fruits and their by-products: Chemical composition, antioxidant properties, and sensory changes. Molecules. 2023;28(10):4005. <https://doi.org/10.3390/molecules28104005>
3. Avalos-Ramírez Y, Grados-Poémape M, Curibanco-Chinchihuara S, Moreno-Rojo C, Santiago-Castillo L. Elaboración de galletas con harina de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*) enriquecido con concentrado proteico de anchoveta (*Engraulis ringens*). Rev Investig Univ Le Cordon Bleu. 2024;11(1):5-16. <https://doi.org/10.36955/RIULCB.2024v11n1.001>
4. Mancebo M, Picón J, Gómez M. Effect of flour properties on the quality characteristics of gluten free sugar-snap cookies. LWT Food Sci Technol. 2015;64(1):264-9. doi:10.1016/j.lwt.2015.05.057
5. Olawoye B, Fagbohun OF, Popoola-Akinola O, Adetola DB, Gbadamosi SO, Akanbi CT. That we may eat and be healthy: a case of slowly digestible cookies from cardaba banana starch. Appl Food Res. 2023;3(2):100342. doi:10.1016/j.afres.2023.100342
6. Guiné RP. Textural properties of bakery products: A review of instrumental and sensory evaluation studies. Appl Sci. 2022;12(17):8628. doi:10.3390/app12178628
7. Torra M, Belorio M, Ayuso M, Carocho M, Ferreira IC, Barros L, Gómez M. Chickpea and chestnut flours as non-gluten alternatives in cookies. Foods. 2021;10(5):911. doi:10.3390/foods10050911
8. Muñoz-Murillo JP, García-Mendoza JJ, Arévalo-Reyes LE, Cedeño-Cedeño JC. Galletas dulces con sustitución parcial de harina de trigo por polvo de cáscara de pitahaya (*Hylocereus undatus*). Rev Investig Innov Agropecu Recur Nat. 2024;11(1):18-30. <https://doi.org/10.53287/kdgc7623aq78f>
9. Basurto N, Limongi M, Muñoz P. Efecto de varios porcentajes de harina de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) sobre las propiedades fisicoquímicas, bromatológicas y sensoriales de galletas dulces. Rev Nutr Clín Diet Hosp. 2025;45(1):354-63. <https://doi.org/10.12873/451basurto>
10. Bombón-Tonato M, Zambrano-Ochoa E, Morales-Padilla M, Villacres-Poveda CE. Utilización del almidón modificado de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) y quinoa (*Chenopodium quinoa*) como extensores en la elaboración de salchicha. MQRInvestigar. 2025;9(2):e486. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.9.2.2025.e486>
11. Ikram A, Rasheed A, Ahmad Khan A, Khan R, Ahmad M, Bashir R, Hassan Mohamed M. Exploring the health benefits and utility of carrots and carrot pomace: a systematic review. Int J Food Prop. 2024;27(1):180-93. <https://doi.org/10.1080/10942912.2023.2301569>
12. Paparella A, Kongala PR, Serio A, Rossi C, Shaltiel-Harpaza L, Husaini AM, Ibdah M. Challenges and opportunities in the sustainable improvement of carrot production. Plants. 2024;13(15):2092. <https://doi.org/10.3390/plants13152092>
13. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2085. Galletas. Requisitos. Quito: INEN; 2005.

14. Awol SM, Kuyu CG, Bereka TY. Physicochemical stability, microbial growth, and sensory quality of teff flour as affected by packaging materials during storage. *Lwt.* 2023;189:115488. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115488>
15. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica Ecuatoriana INEN 616. Harina de trigo. Requisitos. Quito: INEN; 2015.
16. Mitrevski J, Pantelić ND, Dodevska MS, Kojić JS, Vulić JJ, Zlatanović S, et al. Effect of beetroot powder incorporation on functional properties and shelf life of biscuits. *Foods.* 2023;12(2):322. <https://doi.org/10.3390/foods12020322>
17. Luca MI, Ungureanu-luga M, Mironeasa S. Carrot pomace characterization for application in cereal-based products. *Appl Sci.* 2022;12(16):7989. <https://doi.org/10.3390/app12167989>
18. Kamel DG, Hammam AR, El-Diin MAN, Awasti N, Abdel-Rahman AM. Nutritional, antioxidant, and antimicrobial assessment of carrot powder and its application as a functional ingredient in probiotic soft cheese. *J Dairy Sci.* 2023;106(3):1672-86. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22090>
19. Singh S, Verma P, Kaur P, Sandhu S, Singh S, Kaur A, Salar R. A comparative study on proximate composition, mineral profile, bioactive compounds and antioxidant properties in diverse carrot (*Daucus carota* L.) flour. *Biocatal Agric Biotechnol.* 2023;48:102640. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2023.102640>
20. Begum R, Chowdhury F, Hasan R, Rahman F, Rahman H, Alim A. Efficacy of freeze-dried carrot pomace powder in improving the quality of wheat bread. *Food Res.* 2023;7(6):11-22. Disponible en: https://www.myfoodresearch.com/uploads/8/4/8/5/84855864/_2__fr-2022-102_begum.pdf
21. Suarez B, Guerrero L, Villavicencio J, Cedeño J. Elaboración y análisis de fideos de trigo fortificados con bagazo de uva (*Vitis vinifera*). *RECIMUNDO.* 2025;9(1):315-25. [https://doi.org/10.26820/recimundo/9.\(1\).enero.2025.315-325](https://doi.org/10.26820/recimundo/9.(1).enero.2025.315-325)
22. Cusme A, Rosado J, Muñoz J. Efecto de la harina de cáscara de banano (*Musa Cavendish*) sobre las propiedades bromatológicas y sensoriales de galletas edulcoradas con panela. *Rev Cient Multidiscip G-nerando.* 2025;6(1):3176-96. <https://doi.org/10.60100/rcmg.v6i1.559>
23. Ukeyima M, Dendegh T, Okeke P. Efecto de la adición de polvo de zanahoria en la calidad de las galletas elaboradas con mezclas de harina de trigo y soja. *Rev Cienc Aliment Asiática.* 2019;10(3):1-13. <http://dx.doi.org/10.9734/afsj/2019/v10i330039>
24. Hu JP, Wang SY, Wang DQ, Zong KL, Yang JT. Effects of carrot powder on properties of pre-gelatinized waxy rice starch. *Food Sci Technol.* 2022;42:e81622. <https://doi.org/10.1590/fst.81622>
25. Chikpah SK, Korese JK, Osman S. Characterization of physicochemical, antioxidants and sensory properties of cookies enriched with shea (*Vitellaria paradoxa*) fruit pulp as a functional ingredient. *Food Prod Process Nutr.* 2023;5(1):44. <https://doi.org/10.1186/s43014-023-00152-1>
26. Cruz J, Villajulca-Carrión Y, Guillén-Sánchez S. Galletas tipo soda elaboradas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de maíz nixtamalizado y garbanzo. *Arch Latinoam Nutr.* 2024;74(1):1-9. <https://doi.org/10.37527/2024.74.1.001>

27. Quitral V, Flores M, Plaza K, Quezada F, Arce H. Harina de cáscara de zanahorias como ingrediente en la elaboración de galletas. *Rev Chil Nutr.* 2023;50(2):226-32. <http://dx.doi.org/10.4067/s0717-75182023000200226>
28. Purewal SS, Verma P, Kaur P, Sandhu KS, Singh RS, Kaur A, Salar RK. A comparative study on proximate composition, mineral profile, bioactive compounds and antioxidant properties in diverse carrot (*Daucus carota* L.) flour. *Biocatal Agric Biotechnol.* 2023;48:102640. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2023.102640>
29. Sotelo A. Elaboración y aceptabilidad de galletas en base a quinua y fibras soluble e insoluble y parámetros bioquímicos en ratas [tesis doctoral]. Lima: Univ Nac Agraria La Molina; 2023. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=341382>
30. Dallagi W, Rguez S, Hammami M, Bettaieb Rebey I, Bourgou S, Hamrouni Sellami I. Optimization of processing conditions to enhance antioxidant and carotenoid contents of carrot juice. *J Food Meas Charact.* 2023;17(5):4384-93. <https://doi.org/10.1007/s11694-023-01950-4>
31. Morillo C, Villegas R. Potencial proteico de harina de grillo (*Acheta domestica*) como una alternativa sostenible para el consumo humano. *Rev Cient Pakamuros.* 2024;12(1):16-26. <https://doi.org/10.37787/jh8b0c66>
32. Millán C, Sandoval J, Baldovinos I, Galeana T. Capacidad antioxidante de galletas elaboradas de fuentes no convencionales. En: *Actas del Congreso Internacional de Innovación, Ciencia y Tecnología (INUDI-UH, 2022)*. Perú: Instituto Univ Innov Cienc Tecnol Inudi; 2022. p. 227-34. <https://doi.org/10.35622/inudi.c.01.15>
33. Al-Marazeeq K, Saleh M, Angor M, Lee Y. Cookie dough functional properties of partially replaced all-purpose wheat flour with powdered fruit skins and the hedonic perception of the resulting cookies. *Front Sustain Food Syst.* 2024;8:1445206. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1445206>
34. Rodríguez-González I, Benavides-Guevara M, Jurado K, Marulanda M, Zuluaga-Domínguez M. Propiedades fisicoquímicas, texturales y sensoriales en galletas elaboradas con trigo, avena y quinua. *Ing Compet.* 2023;25(2):e12242. <https://doi.org/10.25100/iyv.v25i2.11242>
35. Jhoel V, Benavides J, Cortez A, Aldas J, Revilla K. Sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) por harina de chocho (*Lupinus mutabilis*) en la elaboración de galletas. *Rev Colomb Investig Agroindustr.* 2023;10(2):23-33. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9063224>
36. Culetu A, Stoica-Guzun A, Duta DE. Impact of fat types on the rheological and textural properties of gluten-free oat dough and cookie. *Int J Food Sci Technol.* 2021;56(1):126-37. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14611>
37. 33. Vásquez H, Durazno A, Moya D, Rodríguez L, Pinargote R. Elaboración de una galleta libre de gluten a base de harina de papa china y harina de soja. *J Sci Res.* 2024;9(2):133-56. <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/3090>

LOGÍSTICA DEL TRANSPORTE PARA LA DISTRIBUCIÓN DE CHAMPIÑONES

TRANSPORT LOGISTICS FOR THE DISTRIBUTION OF MUSHROOMS

Eliana Fernanda Rosero Guiz¹, Daniel Mauricio Beltrán Del Hierro²

{eliana.rosero@upec.edu.ec¹, daniel.beltran@upec.edu.ec²}

Fecha de recepción: 30/09/2025 / Fecha de aceptación: 06/10/2025 / Fecha de publicación: 07/10/2025

RESUMEN: La logística del transporte para la distribución es una parte esencial que permite mejorar la eficiencia operativa y competitividad de las empresas, mismas que actualmente presentan fuertes desafíos en el proceso de distribución debido a falta de planificación, ruteo y costos elevados, además de la exigencia del manejo riguroso de cadena de frío que permita mantener la temperatura óptima durante todo el proceso, por lo tanto, la investigación se centró proponer un modelo de logística de transporte para optimizar la distribución de champiñones, asegurando la eficiencia operativa, reducción de costos y cumplimiento en los tiempos de entrega. Se partió de identificar el inicio y fin del proceso que abarca el último eslabón de la Cadena de Suministro de la empresa analizada. La investigación se desarrolló empleando una metodología de enfoque mixto que se generó de la revisión sistemática de la literatura (RSL), dentro del enfoque cualitativo se realizó análisis documental y encuestas. Por otro lado, en el enfoque cuantitativo se realizó la tabulación de las encuestas y el diseño del ruteo OR-Tools. Además, se determinó el costo por cada kilómetro recorrido de los cinco vehículos tomando en cuenta costos fijos, variables y de mantenimiento obteniendo para el camión de 8.13 toneladas un costo de 0.93 ctvs., para el de 7.43 toneladas un costo de 0.56 ctvs., para el de 3.45 toneladas un costo de 0.55ctvs, para el de 2.84 toneladas un costo de 0.51 ctvs., y para el de 2.57 toneladas 0.46 ctvs. Aplicando el VRP de OR-Tools con programación en Python se obtuvo una optimización del recorrido semanal en rutas de 151 kilómetros, que reflejó un ahorro de \$77.00, llevando a una disminución del 7.3% de los costos logísticos, de este modo el modelo propuesto lleva una mejora sustancial del proceso de distribución.

Palabras clave: *Logística del transporte, Cadena de Suministro, distribución, costos logísticos, VRP Or-Tools, optimización*

¹Maestría en Logística y Cadena de Suministro, Universidad Politécnica Estatal del Carchi – Ecuador, <https://orcid.org/0009-0006-7673-8759>; +5930959979704.

²Universidad Politécnica Estatal del Carchi – Ecuador, <https://orcid.org/0000-0003-2888-4007>; +5930990362476.

ABSTRACT: Transportation logistics for distribution is an essential component that helps improve the operational efficiency and competitiveness of companies, which currently face significant challenges in the distribution process due to lack of planning, routing, and high costs, in addition to the strict requirements of cold chain management to maintain optimal temperatures throughout the entire process. The present paper focused on proposing a transportation logistics model to optimize the distribution of mushrooms, ensuring operational efficiency, cost reduction, and compliance with delivery times. The investigation began by identifying the start and end points of the process encompassing the final link in the Supply Chain of the case study company. The study was carried out using a mixed-methods approach, beginning with a Systematic Literature Review (SLR). Within the qualitative approach, document analysis, surveys, and checklists were employed. On the other hand, in quantitative approach, the survey data were tabulated and the “Path Cheapest Arc” routing method from OR-Tools was implemented using Python programming. Additionally, the cost per kilometer traveled was calculated for five vehicles, considering fixed, variable, and maintenance costs. The resulting costs were: \$0.0093 per km for the 8.13-ton truck, \$0.0056 for the 7.43-ton truck, \$0.0055 for the 3.45-ton truck, \$0.0051 for the 2.84-ton truck, and \$0.0046 for the 2.57-ton truck. By applying the Vehicle Routing Problem (VRP) model from OR-Tools with Python programming, a weekly route optimization of 151 kilometers was achieved, resulting in a cost savings of \$77.00, which reflects a 7.3 % reduction in logistics costs. In this way, the proposed model brings about a substantial improvement in the distribution process.

Keywords: *Transport logistics, Supply Chain, distribution, logistics costs, VRP Or-Tools, optimization*

INTRODUCCIÓN

La logística es una pieza clave en todo tipo de empresas, pues todas manejan una Cadena de Suministro para abastecerse distribuir y entregar materia prima o productos; para esto es necesario contar con una previa coordinación desde el inicio hasta el final del proceso, puesto que, la logística tiene como fin que las empresas logren poner a disposición de los clientes las cantidades, condiciones y en el lugar requerido los productos (1); desde esta perspectiva la logística del transporte para la distribución actualmente conlleva varios desafíos y es un factor importante dentro del último eslabón de la Cadena de Suministro, puesto que, este proceso no solo abarca la planificación y ejecución del movimiento de mercancías desde un punto de origen hasta uno de consumo, empleando medios adecuados de forma eficiente y rentable, sino también implica el impacto que llevan los costos logísticos y la satisfacción del cliente para adoptar nuevas tecnologías que ayuden a determinar que transportar, cuando transportar en cada ruta de distribución (2).

La logística del transporte se enfrenta con un mundo cada vez más competitivo y globalizado con consumidores que exigen más calidad en el producto y servicio, especialmente cuando se trata de productos perecederos, ya que los mismos requieren una logística eficiente, que garantice la cadena de frío durante toda la distribución y transporte para no generar un impacto negativo a la satisfacción del cliente y afectar la rentabilidad y crecimiento de la empresa (3). Por otra parte,

investigaciones actuales se concentran en la cadena de suministro de frío (CSF), debido a su alto costo, porque requieren mayor refrigeración, costo regular de transporte, así también la rápida evolución de la demanda para alimentos refrigerados, frescos y congelados (4).

Además, según (4) los productos perecederos poseen vida útil limitada, lo que genera un deterioro continuo ante cualquier interrupción en la cadena de frío dentro de la Cadena de Suministro, principalmente en el último eslabón. En esta etapa es crucial contar con camiones acondicionados que permitan mantener la temperatura adecuada, no obstante, esto no garantiza que la temperatura pueda ser constante o menor durante todo el transcurso de la distribución. Los productos refrigerados suelen manejar temperaturas de rango entre 1° C hasta 4° C, lo cual incluye frutas, verduras y carne fresca; estos parámetros pueden variar con relación al origen del producto y de los protocolos internos de una Pyme.

El 35 o 40% de las empresas dedicadas a la distribución de alimentos no disponen de una planificación adecuada del transporte para la entrega de los productos, lo que genera pérdidas significativas en las ventas; el problema se agrava más si se trata de productos perecederos que manejan una cadena de frío (5); esto es un factor crítico que también es afectado en la distribución, ya que, según la (6) alrededor del 14% de los alimentos destinados para el consumo humano se dañan antes de llegar al consumidor por la falta de cadena de frío eficaz, que impacta de forma directa en la calidad, valor nutricional y seguridad alimentaria.

La presente investigación se fundamentó en propuestas recientes enfocadas en problemas de enrutamiento de vehículos (VRP) con cadena de frío y técnicas de optimización, dichas propuestas consideraron diversos factores como la capacidad del vehículo, costos de mantenimiento, ventanas de tiempo, ubicaciones, entre otros factores claves necesarios (7). A nivel internacional en un país de Asia del sur se realizó un modelo biobjetivo de VRP que se enfocó en buscar un plan óptimo que permita minimizar distancias y costos totales para garantizar una entrega puntual, lo que permitió una reducción del 19% de los costos de distribución, con un ahorro de 24% de costos en combustible, así como también la reducción de la huella de carbono lo que aumentó la satisfacción del cliente con entregas puntuales en un 95% (8). Además, una investigación realizada en Colombia por (9), analizó la operación logística de una empresa donde se utilizó la herramienta VRP 3.0 con ventanas de tiempo, que partió del análisis de Pareto y el método Clarke-Wright logrando optimizar rutas y tiempos de entrega en un 60%, generando con esto un aumento del 8.9% de la rentabilidad.

A nivel de Ecuador pocas investigaciones de ruteo de vehículos se centran en productos perecibles, sin embargo, la investigación en una empresa de gelatinas y mermeladas de Cayambe se centró en evaluar la distribución para optimizar los recursos, a través del uso del VRP y software ArcGIS que abarco tres rutas, de esta forma se logró mejoras significativas en tiempos, distancias y consumo de combustible que van desde el 16.57% hasta el 50% en cada ruta (10). Por otra parte, esta una investigación realizada en Guayaquil que se centró en la optimización de rutas de distribución de producto terminado que partió de identificar nodos de origen y destino, para la solución se utilizó dos algoritmos el Clark and Wright y el de mejora local llamado 2-opt., de esta forma se logró reducir en un 20% la distancia total recorrida, permitiendo además, reducir el uso de vehículos de 10 a 7, todo esto llevó a generar ahorros en mantenimiento y por último logró

mejorar la satisfacción del cliente (11).

Por otro lado los métodos metaheurísticos, aportan soluciones aceptables dentro de un intervalo de tiempo por el periodo de ejecución, actualmente son los algoritmos más utilizados para resolver problemas de ruteo de vehículos, mismo, explora de forma inteligente varias posibles soluciones que permite encontrar una respuesta cercana al óptimo analizando problemas complejos, en este caso se hace uso de un solucionador genérico de programación de VRP resuelto con la heurística "*Path Cheapest Arc*" de *OR-Tools* que es propia de la librería de Python, es un algoritmo menos costoso, que es usado para coordinar entregas, recogida de productos, uso de vehículos compartidos, entre otros. El algoritmo genera un gráfico ponderado, distancia, kilómetros recorridos, puesto que, es una heurística que genera la solución en tres pasos, como primero la heurística de primera solución, segundo paso búsqueda local y metaheurística, tercer paso comprobación de la viabilidad (12). La investigación en la empresa caso de estudio, se centró en establecer una propuesta de modelo de logística de transporte que optimice la distribución de champiñones con el uso de la herramienta VRP *OR-Tools* partiendo del diagnóstico de la logística del transporte y caracterización del proceso de distribución, para determinar la eficiencia de las rutas y reducir los costos asociados.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio nace de un mapeo sistemático o revisión sistemática de la literatura (RSL) que incluyó el análisis de diversas investigaciones científicas relacionadas con el tema actual, este enfoque permitió determinar la metodología, técnicas e instrumentos necesarios para recolectar la información de forma organizada (13). La investigación realizada por (14), proporcionó un enfoque sistemático de la revisión de la literatura aportando significativamente al caso de estudio, se empleó motores de búsqueda como *Science Direct*, *Redalyc*, *Dialnet*, *Scielo* y *SpringerLink*, bajo criterios de inclusión y exclusión previamente definidos; en la presente investigación se buscó responder a la pregunta ¿Cómo incide la logística del transporte en la distribución?, para abordar dicha interrogante se realizó el análisis en motores de búsqueda como *Scopus* y *dimensions*; que permitió la integración de un enfoque temático, generando un análisis conceptual y teórico que se basó en tres componentes principales: planificación, ejecución y discusión, tal como se observa en la Figura 1.

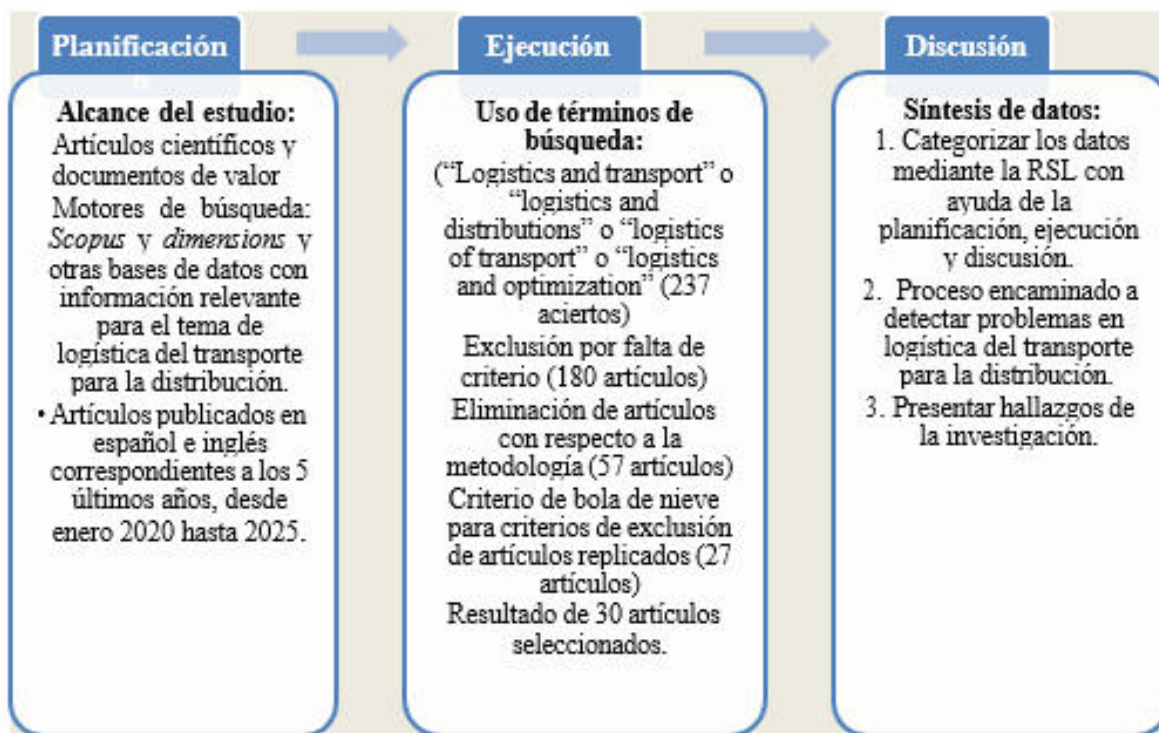


Figura 1. RSL triple línea (Planificación, ejecución, discusión).

Nota: "Proceso de selección de los artículos científicos para la RSL"

La RSL permitió generar el protocolo de investigación con enfoque mixto, en la parte cualitativa se aplicó el análisis documental y encuestas, en la parte cuantitativa se realizó la tabulación de las encuestas y la propuesta del VRP en Or-Tools; además, se llevó un enfoque sistémico enfatizado en la Teoría General de Sistemas (TGS) verificando como interactúan las partes que conforman la logística de transporte, también se tomó en cuenta la Teoría de Restricciones llevando a determinar y gestionar los cuellos de botella dentro del proceso actual.

La población de estudio estuvo conformada de un total de 90 clientes, con 96 puntos de entrega (sucursales), esta información se estableció mediante el análisis de datos históricos comprendidos en cinco semanas en el período de Mayo y Junio del año 2025, donde se analizó el total de clientes despachados por día y se verificó que el flujo de clientes varía diariamente por lo cual el día lunes se obtuvo una población de 42 clientes, martes de 48 clientes, miércoles de 43 clientes, jueves 45 clientes, viernes de 47 clientes, sábado de 27 clientes y domingo de 23 clientes que se encuentran distribuidos en toda la provincia de Pichincha en Quito; el ruteo VRP de OR-Tools se desarrolló por día, es por ello por lo que, no fue necesario establecer muestreo y se trabajó con todos los clientes por día para determinar las rutas óptimas.

La investigación se desarrolló desde las instalaciones de la empresa caso de estudio, que se encuentra ubicada al norte de la Provincia de Pichincha, las entregas se realizan en su mayoría a vías de alto tráfico vehicular ubicadas en la ciudad de Quito, dentro de la investigación se presentó varios desafíos logísticos como el cumplimiento de ventanas de tiempo, mantenimiento de

cadena de frío, largo tiempo de recepción en descargar el producto y posterior carga de material de embalaje rígido en las cadenas de distribución. Además, se determinó el inicio y fin del proceso en el último eslabón de la Cadena de Suministro aplicando un diagrama de flujo, también se realizó el análisis FODA del último eslabón de la cadena de suministro identificando fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas; de esta forma, también se realizó análisis de datos en Microsoft Excel para determinar el comportamiento de la demanda, obtener la población por día, otros. Se realizó la revisión documental para extraer información de ubicaciones y horarios de entrega de cada cliente, de esta forma también se realizó análisis de la información de vehículos para determinar costos fijos y variables con la finalidad de definir el costo logístico por kilómetro recorrido de cada unidad de transporte.

Se utilizó la herramienta de optimización VRP de Google Or-Tools, que es un instrumento que fue implementada en lenguaje Python y permitió modelar el problema logístico tomando en cuenta las ventanas de tiempo, zonificación de rutas, ubicación geográfica (latitud y longitud), velocidad promedio del vehículo; enfatizando la solución de un escenario actual y optimizado para cada día de la semana.

El enfoque metodológico identificado anteriormente, tomó en cuenta las teorías sistemáticas, herramientas de análisis, tecnología VRP; que permite ser una base en otras organizaciones de este sector que tiene desafíos parecidos en la distribución de productos perecederos, que lleve un horizonte en buscar la satisfacción total del cliente, llegando a más puntos de entrega con un producto de calidad y tiempo requerido por el cliente.

RESULTADOS

Proceso de logística del transporte

La empresa caso de estudio tiene un proceso logístico que se describe en la Figura 2, donde esta empresa opera en dos sectores principales con destinos específicos, el primer sector corresponde a entregas directas dirigidas a Sangolquí, mientras que el segundo sector abarca rutas de entrega con destino a Quito, el mismo cuenta con un punto de distribución ubicado en el norte de la ciudad, desde donde se realiza transbordo a otros vehículos para distribuir los productos hacia las zonas como Calacalí, Alóag, el sur, centro y norte de Quito. En este proceso se hace el uso de tres vehículos adicionales; no obstante, dichos camiones no siempre operan con capacidad completa, ya que la asignación de los vehículos se adapta a los horarios de entrega establecidos por cada cliente y políticas internas que maneja cada uno.

En lo referente a los productos, la empresa comercializa dos variedades de champiñón: blanco y portobello, con una distribución que reflejan porcentajes de 94.11% y 5.89% respectivamente, esto equivale a un total de 832.333,20 kg entregados en 2024, por lo general ambos tipos de champiñones se manejan como un solo ítem, puesto que, se transporta en kilos y en gavetas, las cuales por lo general tienen dimensiones estándar de 60x40x18 cm (largo, ancho y alto) y cada una suele contener aproximadamente 2.20 kg de producto en diversas presentaciones, cabe señalar que la presentación de mayor demanda es el champiñón entero.

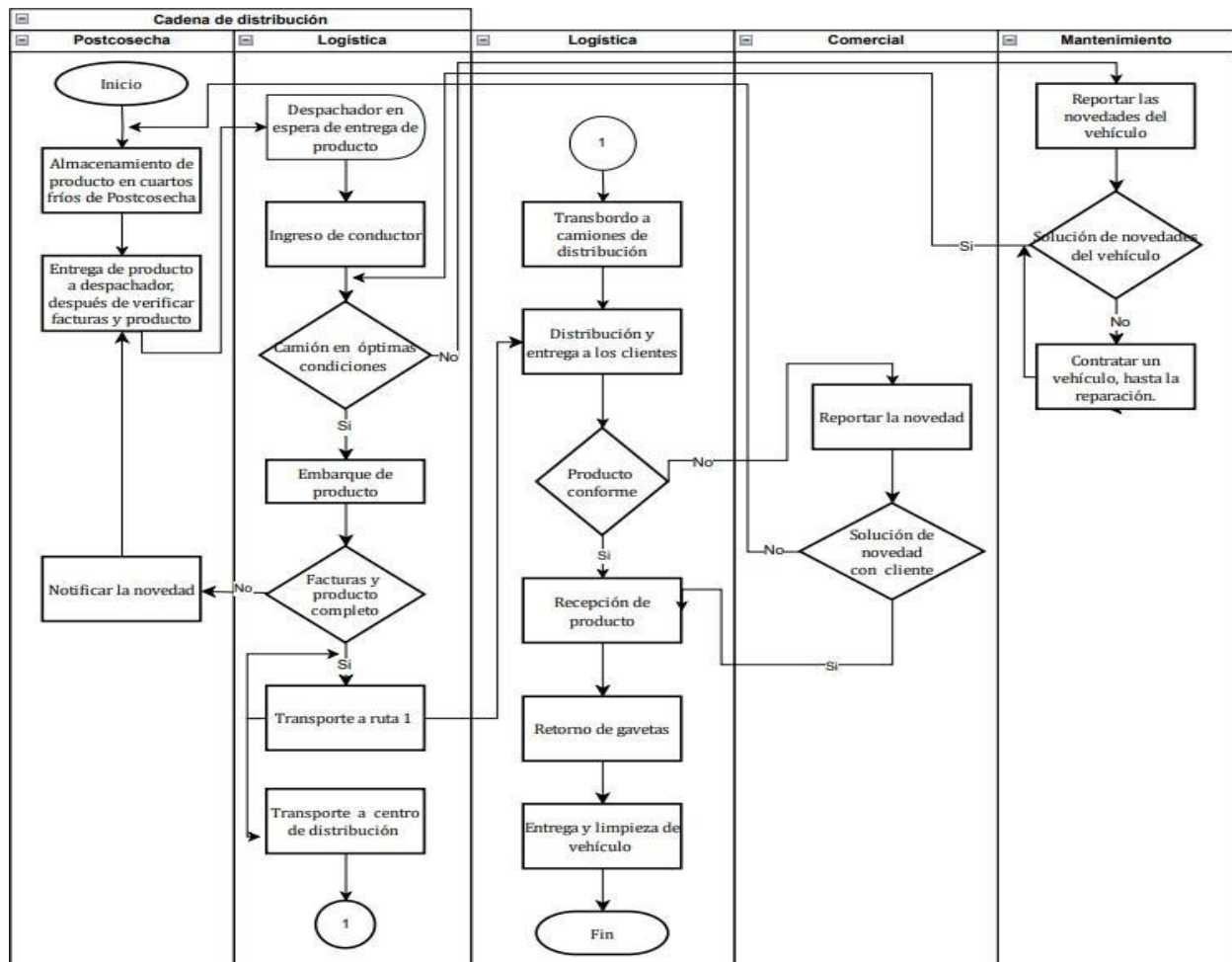


Figura 2. Flujograma empresa caso de estudio (Distribuidora de Champiñones).

Nota: Proceso del último eslabón de la cadena de suministro en la empresa caso de estudio y áreas involucradas

Tipo de producto y condiciones de transporte

La empresa caso de estudio se dedica a la producción, procesamiento y distribución de champiñones en dos variedades blanco y portobello, estos productos se comercializan principalmente en kilos y otras presentaciones, que son transportados al cliente o consumidor final en gavetas (embalaje rígido), durante toda la distribución los champiñones requieren mantener una estricta cadena de frío controlada, con temperaturas entre 0.5° C a 2.5° C, ya que fuera de este rango pueden existir riesgos significativos: temperaturas inferiores pueden provocar congelamiento del producto, mientras que temperaturas superiores aceleran procesos de oxidación y pardeamiento, reduciendo la vida útil y la durabilidad del producto este intervalo de tiempo es de diez días, durante los cuales se garantiza los nutrientes y la calidad total del producto. Además, es fundamental que el vehículo encargado del transporte este en óptimas condiciones de limpieza porque el producto que se transporta es altamente sensible para absorber rápidamente los sabores y olores externos; para garantizar el cumplimiento de estos

estándares en los procesos internos como a lo largo de la cadena de transporte la empresa realiza auditorías internas mediante registros llevados por los responsables de cada etapa del proceso.

Los choferes representan una pieza fundamental dentro del último eslabón de la cadena de suministro, porque cuentan con formación en diversas áreas clave, esto incluye el en manejo y manipulación adecuada del producto, manejo de cadena de frío (control de temperaturas), la aplicación de buenas prácticas de manufactura (BPMS), atención del cliente, reporte y solución de imprevistos repentinos y la prevención de la contaminación cruzada tanto con otros alimentos como entre personas; todo ello se realiza siguiendo estrictos protocolos, sin comprometer la puntualidad en las entregas, con el objetivo de garantizar la satisfacción total del cliente.

Demanda

El análisis de la demanda de la empresa presentó fluctuaciones a lo largo de los meses evaluados, incluyendo el periodo actual, como se observa en la Figura 3, desde enero hasta noviembre se registró un crecimiento promedio en ventas del 10%, en el mes de diciembre, impulsado por la temporada alta, se alcanzó un crecimiento del 14.9 % con relación al año 2023 y 2024; durante los primeros seis meses del año 2025, comparados con el mismo periodo del año 2024, se observó un decrecimiento promedio en ventas de -4.7% durante los meses enero, febrero y abril, por otro lado, en los meses restantes marzo, mayo y junio se evidencio un crecimiento promedio de 3.1% sin variaciones considerables en este periodo. El análisis gráfico también incluye los meses de julio y agosto 2025, en el caso del mes de julio se refleja una disminución de la demanda de -2% respecto al año 2024, mientras que en el mes de agosto se observó un crecimiento en ventas del 5.10% en comparación con el mismo año.

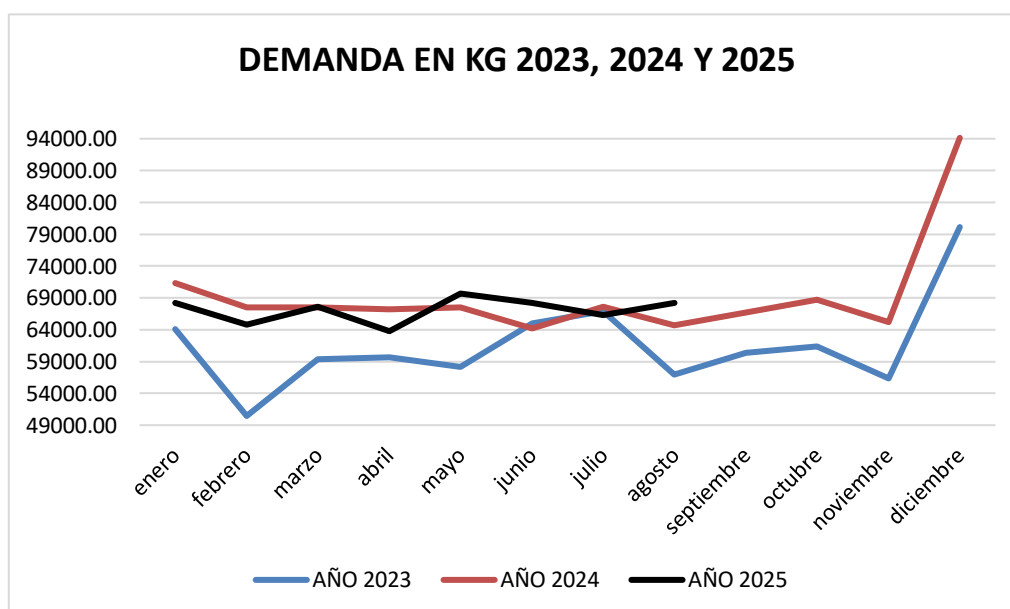


Figura 3. Demanda en kilos año 2023 – 2024 y 2025.

Nota: Análisis de datos históricos empresa caso de estudio 2025.

FODA de la etapa final de la cadena de suministro

En la empresa estudiada, se realizó un análisis íntegro de los factores internos y externos que impactan en la operación de forma negativa y positiva al último eslabón de la Cadena de Suministro, con base en la matriz FODA, como se representa en la Figura 4, este análisis permitió identificar diversas fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas relacionadas con la distribución y transporte de champiñones.

En este proceso la empresa maneja un producto que es altamente perecible, mismo requiere de un estricto control de cadena de frío, lo que refleja una cobertura limitada debido a las largas distancias, por otro lado, el incremento de los costos operativos derivados del mantenimiento y consumo de combustible son parte de las debilidades y amenazas; también, la empresa analizada lleva una carencia de planificación anticipada debido a las variaciones significativas en la demanda tanto diaria como mensual; de esta forma contar con tecnologías avanzadas ayuda a mejorar la planificación en rutas, control de temperatura en tiempo real para mejorar la eficiencia operativa, incrementar la satisfacción del cliente y expandir la participación en nuevos mercados nacionales, siempre que exista una demanda constante que justifique la inversión en los nuevos nichos de mercado.

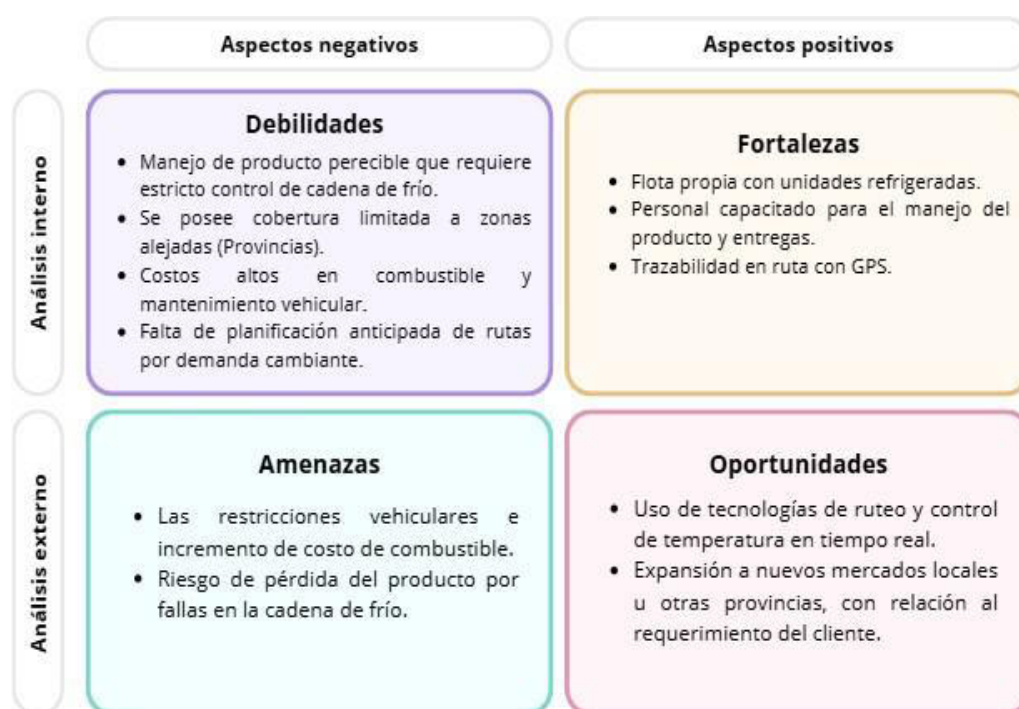


Figura 4. FODA último eslabón de la Cadena de Suministro de la empresa caso de estudio.

Nota: Análisis interno y externo de la logística del transporte para la distribución de champiñones.

Flota vehicular

En la empresa de estudio se determinó que cuenta con una flota de cinco camiones tipo furgón, cada uno con capacidades diferentes, que están correctamente acondicionados para transportar champiñones, todos los vehículos utilizan combustible tipo diésel. El producto se transporta en gavetas apiladas con dimensiones de 40x60x18 cm (ancho, largo y alto); tres de los camiones son de la marca Hino y los otros dos son Chevrolet.

El camión de mayor capacidad puede transportar hasta 8.13 toneladas y se puede apilar hasta 900 gavetas, el segundo vehículo tiene una capacidad de 7.43 toneladas, que permite apilar hasta 600 gavetas, el tercer furgón es de 3.45 toneladas, puede almacenar hasta 350 gavetas, el cuarto vehículo tiene una capacidad de 2.84 toneladas y permite apilar hasta 237 gavetas y mientras que el quinto camión tiene una capacidad de 2.57 toneladas y se puede apilar hasta 250 gavetas, cabe mencionar que los vehículos también transportan el producto en cajas cuyas medidas son similares a las gavetas.

Durante la recopilación de la información para el caso de estudio, se observó que la flota vehicular no cuenta con un cronograma de mantenimiento preventivo, en lugar de ello, se realizan mantenimientos correctivos, únicamente cuando alguno de los camiones presenta fallas mecánicas, este enfoque ha generado diversos problemas operativos, como retrasos en las entregas, descoordinación en las rutas y gastos derivados de la necesidad de contratar unidades externas para cubrir las entregas, estas fallas afectan directamente en la satisfacción del cliente, al impedir la entrega oportuna de un producto de calidad.

Costos logísticos de transporte por kilómetro

El análisis de los costos logísticos es una parte clave dentro de cualquier organización, ya que abarca los gastos necesarios para realizar las actividades que permiten trasladar un producto desde un punto de origen hacia uno de destino, garantizando las condiciones adecuadas de tiempo, temperatura y calidad del producto; para llevar a cabo este análisis se tomó en cuenta diversos factores, como el promedio total de kilómetros recorridos diariamente y mensualmente, características generales del vehículo, costos fijos, costos variables y costos de mantenimiento; esta información permitió calcular el costo por cada kilómetro recorrido por cada camión.

Dentro de los costos fijos se tomó en cuenta, sueldos y prestaciones sociales, garaje, matriculación vehicular, depreciación y póliza de seguro; para los costos variables se tomó en cuenta consumo de diésel, peaje, viáticos, así como los valores asociados a la carga y descarga; finalmente para los costos de mantenimiento se tomó en cuenta los arreglos generales realizados a los vehículos, tales como el cambio de aceite, ajuste al sistema de frenos (ABC), reencauche de llantas, engrase, lavado, cambio de filtro de aceite de motor, aceite hidráulico, entre otros; toda esta información se obtuvo con datos mensuales para generar el costo por kilómetro por cada vehículo con relación al detalle de la Tabla 1.

Tabla 1. Costos logísticos de transporte por kilómetro.

DETALLE	HINO GD	HINO FC	CHEVROLET NMR	CHEVROLET NLR	HINO XZU
Tonelaje	8,13	7,43	3,45	2,84	2,57
KM viaje redondo diario	181 km	209 km	149 km	144 km	180 km
KM viaje promedio al mes	4705 km	5430 km	3876 km	3735 km	3592 km
N° de viajes al mes	26	26	26	26	20
Total, MOD (Mano de obra directa)	\$1.190,27	\$ 963,38	\$ 886,42	\$ 886,42	\$ 646,22
Total, MPD (Materia prima directa)	\$2.295,99	\$1.600,40	\$ 934,66	\$ 777,66	\$ 819,18
Total, CIF (costos indirectos de fabricación)	\$ 906,16	\$ 465,87	\$ 291,99	\$ 228,70	\$ 177,46
COSTO TOTAL/ MES	\$ 4392,42	\$ 3029,65	\$ 2113,06	\$ 1892,78	\$ 1642,87
Costos Fijos	\$ 0,51	\$ 0,30	\$ 0,39	\$ 0,36	\$ 0,33
Costos Variables	\$ 0,30	\$ 0,17	0,09	\$ 0,08	\$ 0,08
Costos de mantenimiento	\$ 0,12	\$ 0,09	\$0,06	\$ 0,06	\$ 0,05
COSTO TOTAL POR KIÓMETRO	\$ 0,93	\$ 0,56	\$ 0,55	\$ 0,51	\$ 0,46

Distribución - puntos de entrega y rutas

Actualmente la empresa caso de estudio realiza entregas a dos sectores principales Sangolquí y Quito, donde se obtuvo un total de 96 puntos de entrega que fueron cargados en *My Maps* a partir de las coordenadas geográficas de latitud y longitud de cada cliente, de forma que el 9% correspondía a clientes del sector Sangolquí y la mayor parte a clientes de Quito, además se determinó que los camiones grandes recorren 45.9 km más en aproximadamente 54 min desde la planta productora que está ubicada en el norte de la provincia de Pichincha hasta el punto de encuentro (Centro de distribución) que está ubicado al norte de Quito (Carapungo), es aquí donde se realiza la entrega del producto a tres vehículos de menos capacidad para distribuir y entregar a los clientes, distribuidores, minoristas, mayoristas y consumidor final, con relación a horarios y restricciones establecidos por cada uno de ellos.

Por lo general para este sector el vehículo que lleva el producto desde la planta productora tiene como destino final las entregas al sector de Alóag, el vehículo de 3.45 toneladas realiza entregas al centro y norte de Quito recorriendo Carapungo, Carcelén, Comité del Pueblo, el Condado, Pusuquí, Pomasqui y Calacalí, el vehículo de 2.84 toneladas realiza entregas a los clientes del sur de Quito, comprendidos desde Guamaní, Conocoto, Quitumbe, la Floresta que toma dirección por la Av. Simón Bolívar y posterior a ello regresa por la Av. Occidental con las respectivas desviaciones, el tercer vehículo de 2.57 toneladas realiza recorridos por Valles, Pifo, Cochapamba, Cotocollao, entre otros; para la entrega de los pedidos, puesto que, los clientes se encuentran distribuidos a lo largo de estos sectores como se ejemplifica en la Figura 5.

Por lo general las rutas se establecen actualmente con relación a cada cadena de distribución, puesto que, la empresa trabaja con dos en Alóag, una en Sangolquí, una en Calacalí, más hipermercados en el norte, centro y sur de Quito, de esta forma los cuatro clientes primeros tienen como restricción que al ingreso no es factible llevar más producto (Otros clientes) para realizar las entregas.

Los horarios de los conductores por lo general inicia a partir de las 3:00 am con el primer despacho, y a las 3:30 am con el segundo despacho, correspondiente a los camiones grandes que parten desde la planta productora, el segundo camión llega al punto de encuentro a las 5:30 am para realizar la entrega del producto, hasta las 6:30 am y posteriormente a ello se inicia la ruta de distribución a cargo de los cuatro camiones, por lo general la jornada laboral de los camiones grandes que salen de la planta oscila entre 10 horas y 30 min a 11 horas diarias, mientras que los camiones pequeños que reciben el producto en Quito trabajan entre 8 horas y 9 horas al día, la diferencia en los tiempos de trabajo radica en que los camiones grandes deben recorrer más kilómetros para regresar a la planta productora retornando gavetas.

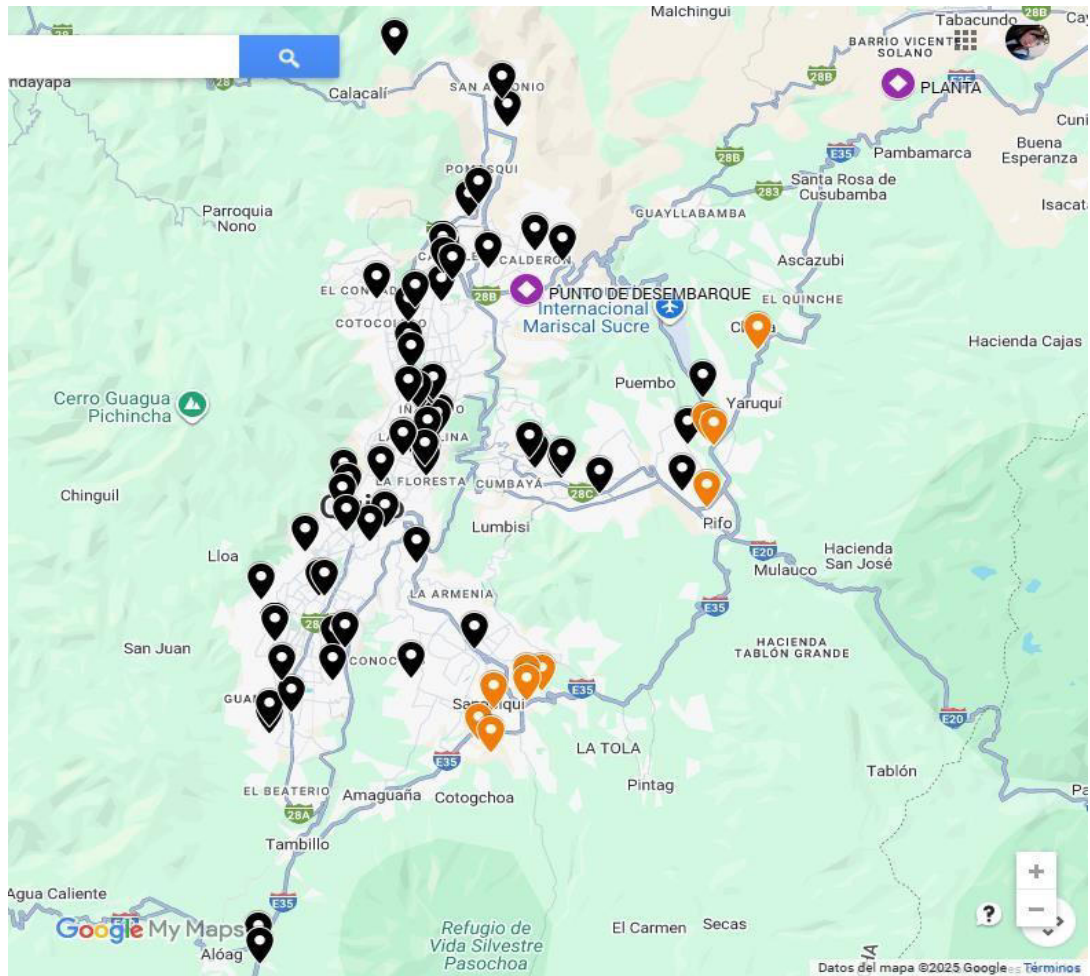


Figura 5. Distribución de los clientes para el sector Quito y Sangolquí.

Fuente: Google Maps 2025.

Canales de distribución

Por otro lado, está la importancia que representa el canal de distribución dentro de la empresa productora y distribuidora de champiñones, mismo tiene como objetivo satisfacer la necesidad del cliente con la disponibilidad del producto o servicio haciendo uso de medios logísticos para llevarlo desde un lugar de origen hasta uno de destino (15), este sistema busca acortar distancias, reducir los tiempos de entrega y garantizar la plena satisfacción del cliente con producto de alta calidad, que mantenga la cadena de frío en todo momento y garantice la vida útil para el consumo seguro. En la empresa caso de estudio se identificaron dos principales canales de distribución que son utilizados para llevar el producto hasta el cliente como se puede observar en la Figura 6, por un lado, tenemos el canal directo, en el cual el producto se entrega al consumidor final directamente en la planta productora, por otro lado, está el canal corto e indirecto, que comprende la entrega del producto a los minoristas o cadenas de distribución para posterior envío al cliente final; este enfoque permite equilibrar el control logístico, ampliar la cobertura de mercado y optimizar la eficiencia operativa para la distribución de productos perecederos.

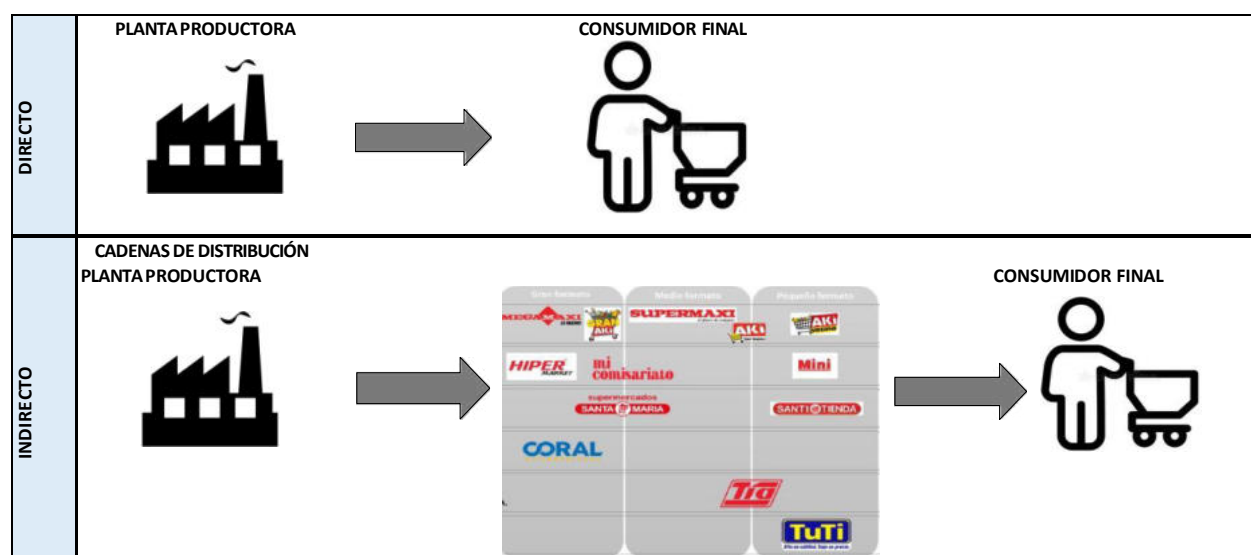


Figura 6. Canales de distribución empresa productora de champiñón.

En la actualidad la empresa analizada no cuenta con un sistema formal de planificación de rutas de entrega, es por ello que se proyectan de forma empírica, pues en varios casos también depende de la demanda cambiante o del total de clientes a entregar por ruta, de esta forma refleja que las decisiones en la mayoría de casos son improvisadas según los pedidos diarios, tomando referencia a clientes frecuentes o cadenas de distribución, de esta forma la falta de planificación lleva a generar recorridos más largos que aumenta los tiempos de entrega, desgaste de los vehículos y más consumo de combustible, afectando de esta manera a la eficiencia operativa, por otro lado, el producto transportado es altamente perecible y requiere de un estricto manejo de refrigeración con cierto rango de temperatura.

Como consecuencia de esto se han registrado a lo largo del año reclamos considerables por parte de los clientes como confusiones en entregas del producto, documentación entregada erróneamente a cliente distinto, manejo inadecuado de temperatura, manejo inadecuado de BPMS al entregar el producto al cliente en el centro de recepción (gaveta en contacto directo con el piso), embalaje no correcto de gavetas, falta de comunicación y coordinación con el cliente en tema de horarios de entrega y condiciones de la misma, lo que llevó a devoluciones del producto en bajos porcentajes, reflejando pérdidas económicas y la confiabilidad del cliente.

La presente investigación se fundamentó en encuestas dirigidas a medir la satisfacción de cliente, alcanzando una participación equivalente al 35.6% de la población total considerada para el análisis, se encuestó inicialmente a 90 clientes distribuidos en 96 puntos de entrega dentro de los dos sectores de Quito y Sangolquí, este enfoque partió de identificar y clasificar en tres principales categorías: mayoristas, minoristas y consumidores finales, generando como resultado que la mayoría de los productos son distribuidos a minoristas, quienes posteriormente los comercializan directamente al consumidor final; luego, se realizó el análisis correspondiente a la frecuencia con que realiza los pedidos cada uno de los clientes, se reveló que el mayor porcentaje de pedidos son semanales (una vez por semana) con una participación específica de 22 clientes.

En la Figura 7, se valoran los resultados de la encuesta realizada, de forma que la población evaluó positivamente estos aspectos, lo que reflejó una puntuación total promedio de 4.5 puntos sobre 5; donde los ítems mejor evaluados fueron la exactitud del pedido que alcanzó el 93.13 % de la puntuación, luego los ítems amabilidad y trato del chofer en conjunto con facilidad para comunicarse con la empresa sobre el pedido reflejó el 92% de la puntuación, para el ítem condiciones en las que recibe el producto al momento de la entrega alcanzó el 89.38% de la puntuación y por último el ítem tiempo de respuesta ante reclamos y devoluciones alcanzó una puntuación del 86.25% de la puntuación; de esta forma los datos reflejan un nivel alto de satisfacción del cliente, también se logró identificar los ítems de bajas calificaciones para establecer oportunidades de mejora.

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN DEL CLIENTE 2025- DE LA EMPRESA PRODUCTORA DE CHAMPIÑONES

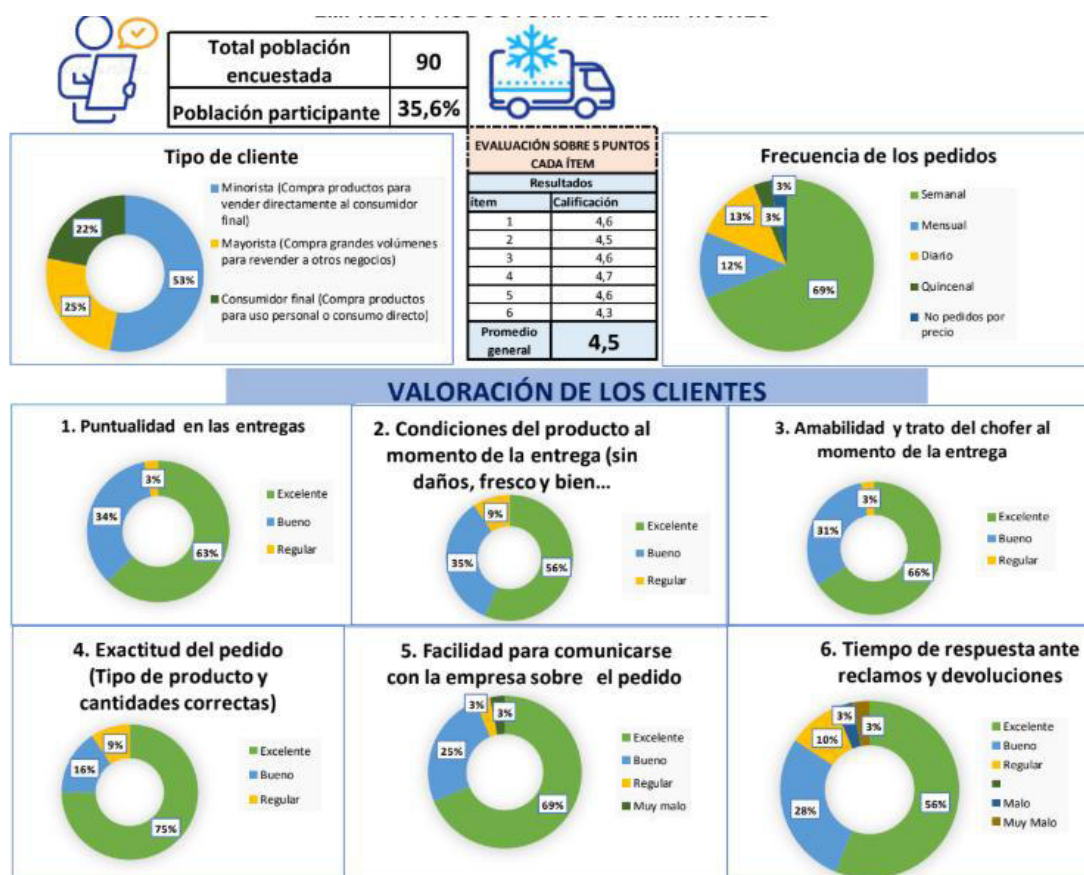


Figura 7. Resultados de encuesta de satisfacción del cliente.

Nota: Percepción de los clientes de la empresa productora de champiñones.

Ruteo con VRP utilizando el algoritmo metaheurístico

El enrutamiento de vehículos representa actualmente un aspecto de importancia significativa para las empresas, puesto que, estudios han logrado determinar que puede mejorar considerable los procesos dentro de la cadena de suministro y, en consecuencia, mejorar la rentabilidad. La

correcta implementación de estos algoritmos puede reflejar hasta un 20% menos de los costos ya que el transporte representa el 10% de los costos en una entidad; por lo cual la mejora del ruteo de vehículos en la actualidad es considerada uno de los objetivos principales de las empresas que seguirá adquiriendo valor con el paso del tiempo debido al crecimiento del mercado electrónico (16).

Un ruteo de vehículos consiste en enlazar cada ubicación de entrega de forma óptima, enfatizando en minimizar costes de transporte; para realizar un VRP se necesita de varios elementos según (16), lo primero es contar con una red de carreteras donde se identifique que recorrer en cada una de las ubicaciones tomando en cuenta un punto de partida que es el mismo hasta donde regresan los vehículos una vez realizada la entrega del producto a lo largo de la provincia de Pichincha; el segundo elemento es contar con un depósito debidamente acondicionado, mismo permite organizar como los vehículos entregan el producto, las unidades de transporte empleados en el presente análisis regresan al punto de partida de forma que tienen que entregar las gavetas (embalaje rígido) para que el camión devuelva a la planta productora para que sean lavadas y sanitizadas y volver a usar en el proceso; el tercer elemento son los vehículos que son la parte fundamental del proceso los cuales tienen diferentes características como velocidad, capacidad, acondicionamiento, consumo, total horas de trabajo, ventanas de tiempo, entre otros.

Son diversas variables que ayudan a determinar las restricciones del problema caso de estudio; el cuarto componente clave dentro de la investigación son las rutas, que buscan solucionar la investigación, con diversos métodos tomando en cuenta la situación que lleva este problema, una restricción primordial en este método es que todos los clientes sean visitados una vez en alguna de las rutas planteadas y el último elemento son los clientes de forma que sin ellos no se generaría el problema a resolver, puesto que, aportan las restricciones relevantes a la investigación como horarios y condiciones de entrega, de esta manera se puede conseguir mayor satisfacción del cliente llevando a generar una valoración y recomendación para la empresa, los clientes reflejan una de las restricciones que más destacan dentro del VRP para cumplir con las exigencias y requerimientos dentro del final de la etapa de la Cadena de Suministro.

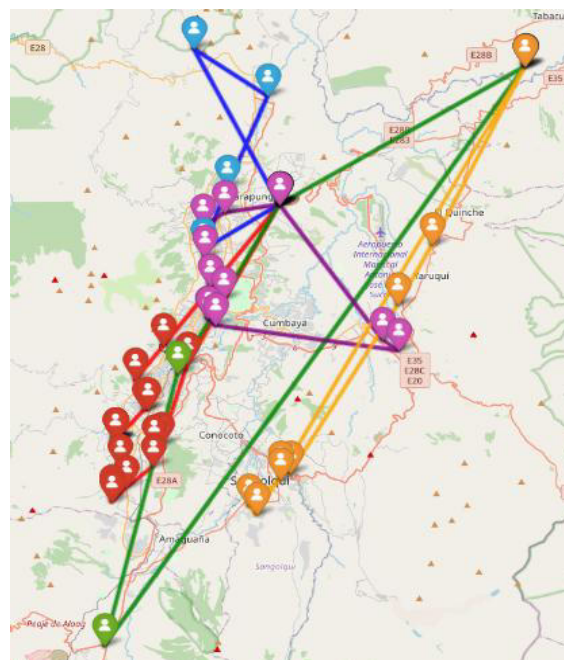
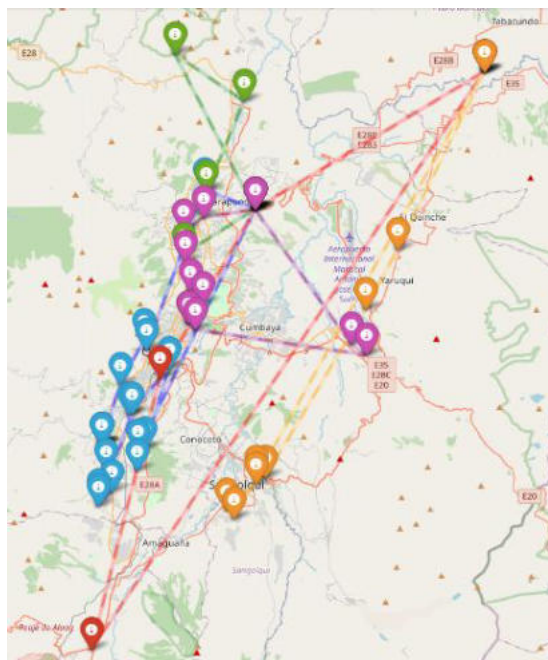
Por otro lado, a continuación, con programación en Python se muestra el VRP resuelto con la heurística "*Path Cheapest Arc*" de *OR-Tools* correspondiente a cada día de la semana, puesto que la empresa analizada maneja una demanda y puntos de entrega cambiante para cubrir los sectores a lo largo de la provincia de Pichincha, también hay variación en el uso de los vehículos de transporte y los recorridos por el uso de las ventanas de tiempo, en la Tabla 2, se detalla en la parte derecha la ruta actual y en la parte izquierda la mejora aplicando este método metaheurístico, el ruteo se lleva bajo una codificación de cada cliente, misma se realiza en orden numérico desde el 1 hasta el número 124, cabe tener en cuenta que este número final no es el número total de clientes o entregas ya que para determinar las población se realizó varios filtros y posterior a ello se aplicó criterios de inclusión y exclusión para trabajar con la población inicialmente detallada.

Por otra parte, en este apartado para el detalle de la ruta a realizar se utilizó codificación tanto para los clientes como para el punto de depósito o planta productora (DTP), para el punto de

desembarque (PD) ubicado en el sector de Carapungo, norte de la provincia de Pichincha; dentro de esta tabla se detalla el orden de entrega de cada cliente por ruta, número total de clientes, total de kilómetros recorridos y apreciación visual de las rutas por día.

Tabla 2. Análisis rutas actuales vs propuesta de mejora VRP metaheurístico OR-Tools.

DÍA	RUTAS ACTUALES	PROPUESTA DE MEJORA VRP METAHEURÍSTICO
1	Número total de clientes = 42 Quito = 35 Sangolquí = 7 QUITO Ruta del sur con 19 clientes (Celeste) Recorrido = PD -68-66-26-121-22-85-113-59-106-96-5-81-82-97-98-92-31-110-100-PD Distancia = 93.82 km Ruta Centro/Norte con 4 clientes (Verde) Recorrido = PD-14-122-9-107- PD Distancia = 45.85 km Ruta Alóag con 2 clientes (Rojo) Recorrido = DPT -PD -27-30 – PD -DPT Distancia = 129.92 km Ruta de valles con 10 clientes (Violeta) Recorrido = PD -123-109-84-105-57-10-87-124-3-13-PD Distancia = 49.41 km SANGOLQUÍ (Naranja) Recorrido = DPT -52-71-77-79-80-24-31- DPT Distancia = 93.75 km	Número total de clientes = 42 Quito = 35 Sangolquí = 7 QUITO Ruta del sur con 19 clientes (rojo) Recorrido = PD-121-22-68-66-106-113-59-96-5-100-97-98-82-81-32-26-85-92-110-PD Distancia = 63.45 km Ruta Centro/Norte con 4 clientes (azul) Recorrido = PD-14-122-9-107- PD Distancia = 45.85 km Ruta Alóag con 2 clientes (verde) Recorrido = DPT -PD -27-30 – PD -DPT Distancia = 129.92 km Ruta de valles con 10 clientes (Violeta) Recorrido = PD -123-109-84-105-57-10-87-124-3-13-PD Distancia = 49.41 km SANGOLQUÍ (Naranja) Recorrido = DPT -52-71-77-79-80-24-31- DPT Distancia = 93.75 km
2	Número total de clientes = 48 Quito = 41	Número total de clientes = 48 Quito = 41



Sangolquí = 7

QUITO

- **Ruta del sur con 23 clientes (Celeste)**

Recorrido = PD-68-66-26-60-106-5-7-16-56-81-82-97-98-92-103-32-99-8-101-11-4-15-28 -PD

Distancia = 97.66 km

- **Ruta Valles Centro/Norte con 17 clientes (Violeta)**

Recorrido = PD-89-109-105-90-25-41-35-34-1-6-49-10-112-12-51-19-48-PD

Distancia = 66.06km

- **Ruta Alóag con 1 cliente (Rojo)**

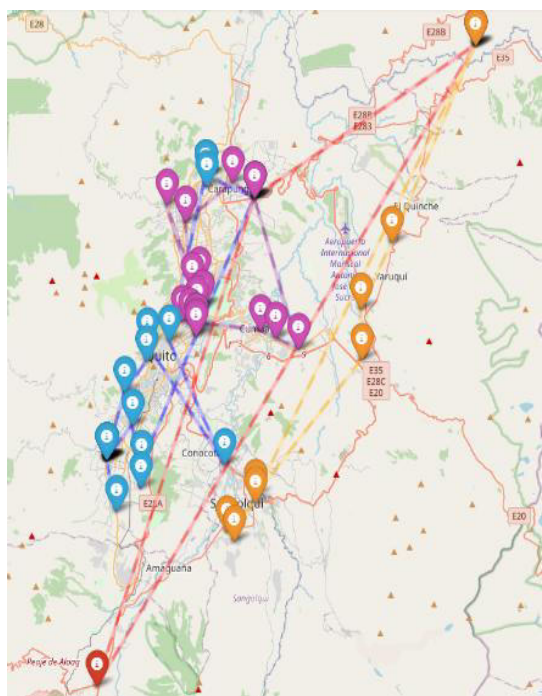
Recorrido = DPT -PD-30-PD -DPT

Distancia = 129.54km

SANGOLQUÍ (Naranja)

Recorrido = DPT-52-71-3-79-80-24-31-DPT

Distancia = 94.25km



Sangolquí = 7

QUITO

- **Ruta del sur con 23 clientes (Rojo)**

Recorrido = PD-101-4-15-28-11-8-32-103-92-26-60-5-7-16-56-81-82-97-98-106-66-68-99-PD

Distancia = 70.63 km

- **Ruta Valles Centro/Norte con 17 clientes (Verde)**

Recorrido = PD-89-90-109-49-105-12-10-6-1-34-112-35-25-41-51-19-48-PD

Distancia = 47.14 km

- **Ruta Alóag con 1 cliente (Azul)**

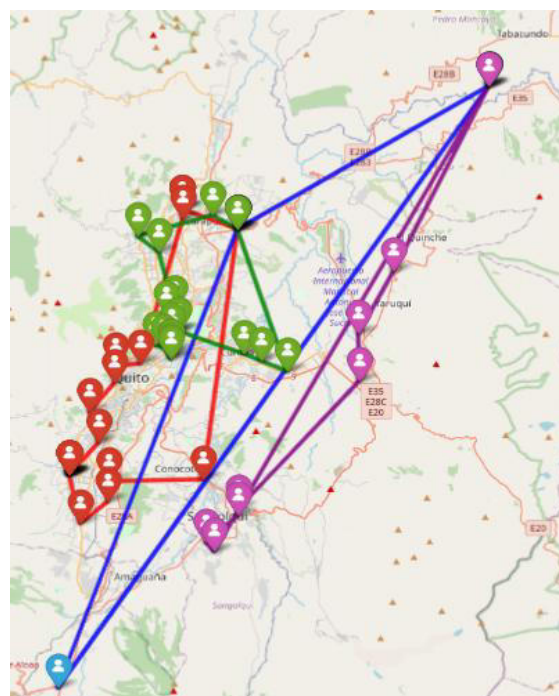
Recorrido = DPT -PD-30-PD -DPT

Distancia = 129.53 km

SANGOLQUÍ (Violeta)

Recorrido = DPT-52-71-3-79-80-24-31-DPT

Distancia = 94.25km



Número total de clientes = 43

Quito = 37

Sangolquí = 6

QUITO

- **Ruta del sur con 21 clientes (Celeste)**

Recorrido = PD-115-66-68-26-113-106-5-7-23-56-67-81-82-97-98-92-45-32-110-78-100-PD

Distancia = 78.18 km

- **Ruta Centro/Norte con 10 clientes (Violeta)**

Recorrido = PD-44-46-89-90-105-47-43-111-37-107-PD

Distancia = 61.94 km

- **Ruta Alóag (1) con 3 clientes (Verde)**

Recorrido = DPT -PD- 14-10-30-PD -DPT

Distancia = 86.88 km

Número total de clientes = 43

Quito = 37

Sangolquí = 6

QUITO

- **Ruta del sur con 21 clientes (Rojo)**

Recorrido = PD-100-78-32-110-45-92-26-5-7-23-56-67-81-82-97-98-113-106-66-68-115-PD

Distancia = 68.05km

- **Ruta Centro/Norte con 10 clientes (Violeta)**

Recorrido = PD-47-105-43-90-89-44-46-111-37-107-PD

Distancia = 59.53 km

- **Ruta Alóag (1) con 3 clientes (Azul)**

Recorrido = DPT -PD- 14-10-30-PD -DPT

Distancia = 86.88 km

• **Ruta Alóag (2) con 3 clientes (Rojo)**

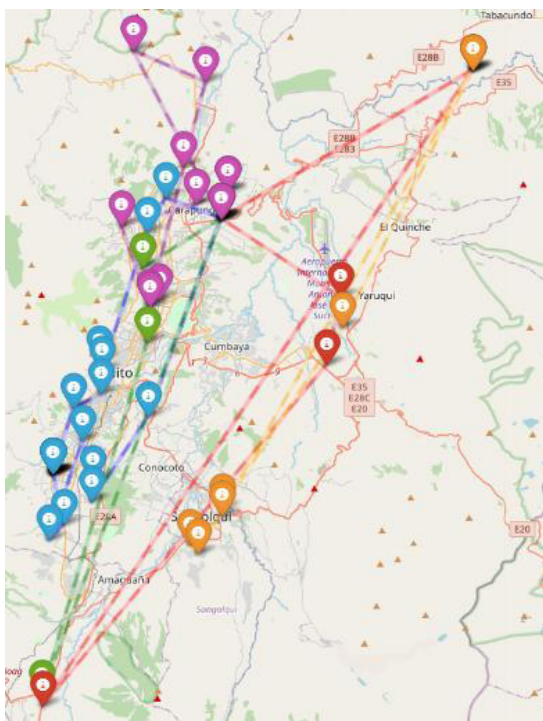
Recorrido = DPT -PD- 39-13-74-PD -DPT

Distancia = 142.17 km

SANGOLQUÍ (Naranja)

Recorrido = DPT-52-71-79-80-24-31- DPT

Distancia = 93.37km



• **Ruta Alóag (2) con 3 clientes (Verde)**

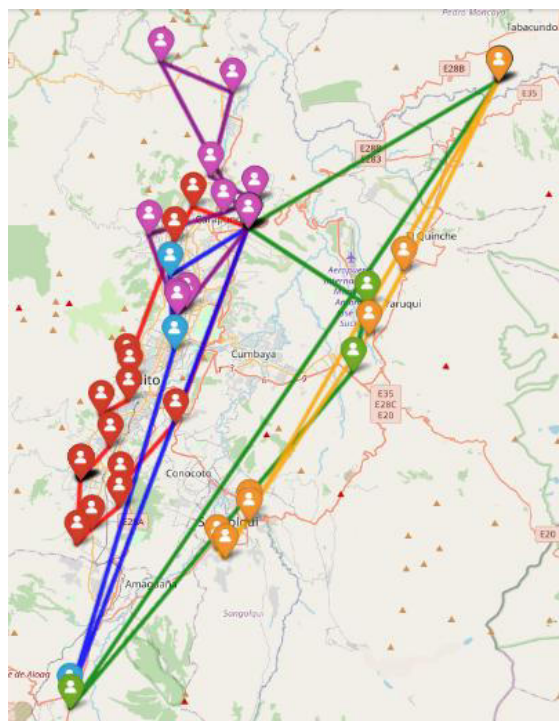
Recorrido = DPT -PD- 39-13-74-PD -DPT

Distancia = 142.17 km

SANGOLQUÍ (Naranja)

Recorrido = DPT-52-71-79-24-31-DPT

Distancia = 93.37 km



Número total de clientes = 45

Quito = 36

Sangolquí = 9

QUITO

• **Ruta del sur con 28 clientes (Celeste)**

Recorrido = PD-18-99-115-68-114-22-26-85-113-59-106-5-16-23-81-60-82-97-96-92-32-110-2-4-15-28-50-100-PD

Distancia = 106.59 km

• **Ruta Centro/Norte con 6 clientes (Negro)**

Recorrido = PD-89-10-105-95-9-107-PD

Distancia = 59.11km

• **Ruta Alóag con 2 clientes (Rojo)**

Recorrido = DPT-PD-65-30-PD-DPT

Distancia = 138.68 km

SANGOLQUÍ (Naranja)

Recorrido = DPT-52-71-88-3-77-79-80-24-31-DPT

Distancia = 94.76km

Número total de clientes = 45

Quito = 36

Sangolquí = 9

QUITO

• **Ruta del sur con 28 clientes (Rojo)**

Recorrido = PD-100-50-28-15-4-2-32-110-92-85-26-114-97-82-60-81-23-16-5-96-59-113-106-68-22-18-99-115-PD

Distancia = 77.57 km

• **Ruta Centro/Norte con 6 clientes (Azul)**

Recorrido = PD-10-105-95-89-9-107-PD

Distancia = 56.7 km

• **Ruta Alóag con 2 clientes (Verde)**

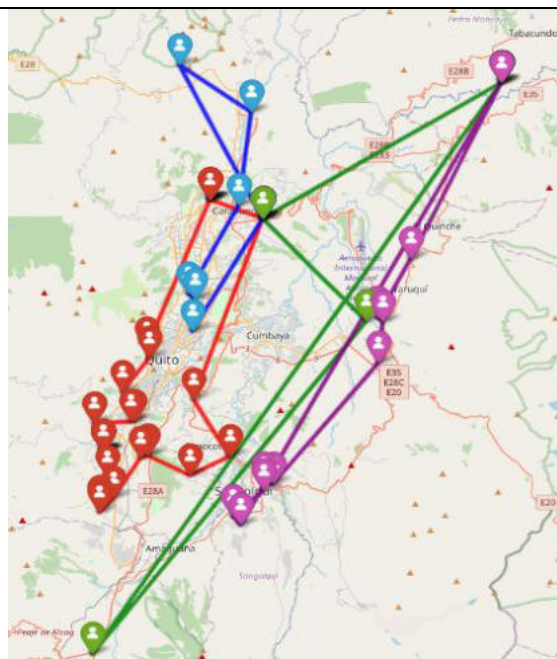
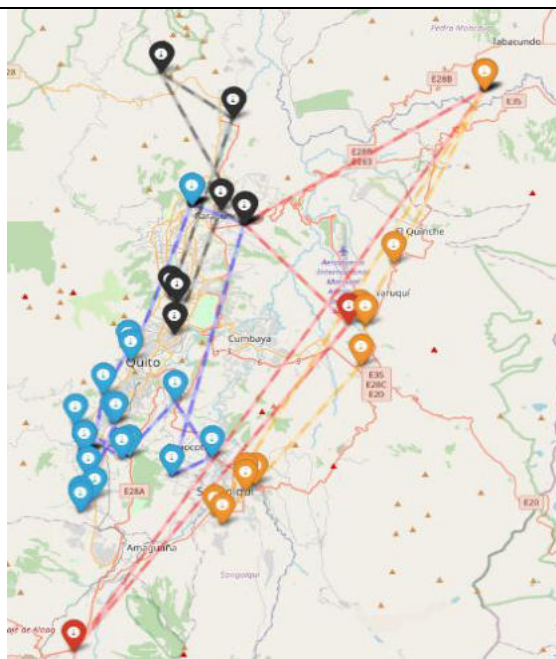
Recorrido = DPT-PD-65-30-PD-DPT

Distancia = 138.68 km

SANGOLQUÍ (Violeta)

Recorrido = DPT-52-71-88-3-77-79-80-24-31-DPT

Distancia = 94.76km



Número total de clientes = 47

Quito = 40

Sangolquí = 7

QUITO

- Ruta del sur con 20 clientes (Celeste)

Recorrido = PD-68-66-26-113-59-106-5-67-82-60-97-98-96-92-32-103-11-4-100-78-PD

Distancia = 87.91 km

- Ruta Centro/Norte con 5 clientes (Rojo)

Recorrido = PD-89-9-93-37-107-PD

Distancia = 44.61 km

- Ruta Alóag con 3 clientes (Verde)

Recorrido = DPT -PD-72-30-74 -PD -DPT

Distancia = 136.12 km

- Ruta de valles con 12 clientes (Violeta)

Recorrido = PD-76-90-105-10-12-25-35-34-1-69-19-48-PD

Distancia = 47.18 km

SANGOLQUÍ (Naranja)

Recorrido = DPT-52-71-88-79-80-75-31-DPT

Distancia = 93.79km

Número total de clientes = 47

Quito = 40

Sangolquí = 7

QUITO

- Ruta del sur con 20 clientes (Rojo)

Recorrido = PD-100-78-32-110-92-85-26-5-81-82-97-98-96-59-113-106-66-68-22-121-PD

Distancia = 67.92 km

- Ruta de Centro/Norte con 5 clientes (Verde)

Recorrido = PD-89-93-9-37-107-PD

Distancia = 35.21 km

- Ruta Alóag con 3 clientes (Azul)

Recorrido = DPT -PD-72-30-74-PD -DPT

Distancia = 136.12 km

- Ruta de Centro/Valles con 12 clientes (Violeta)

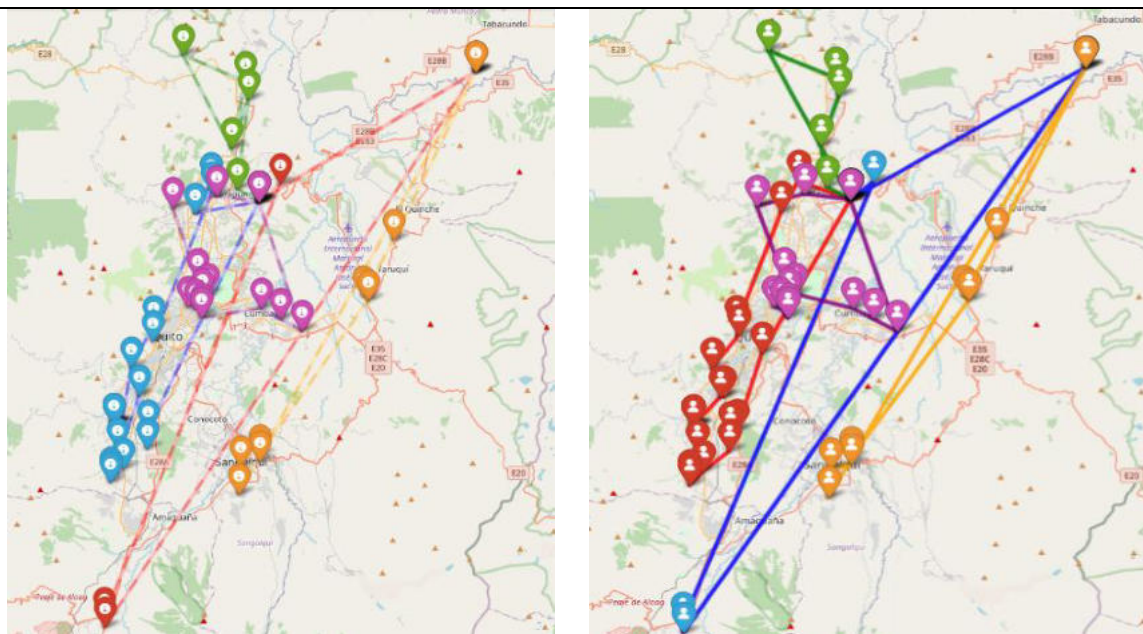
Recorrido = PD-76-90-105-12-10-1-34-35-25-69-19-48- PD

Distancia = 45.32 km

SANGOLQUÍ (Naranja)

Recorrido = DPT-52-71-88-79-80-75-31-DPT

Distancia = 93.79km



En la Tabla 2 se presentaron las rutas optimizadas en cada día de la semana con ruteo realizado en Python, para zonificar estos sectores se lo realizó con criterio basado en la experiencia empírica de los choferes y con relación a horarios de entrega, rapidez de recepción del producto por cada cliente, protocolos internos de recepción, entre otros; de esta forma en todos los clientes entregados lo primordial es hacer firmar la factura, la cual certifica la aceptación total del producto en condiciones de calidad y cantidad solicitado. Por lo general en las cadenas de distribución el proceso de entrega de producto tarda de cuatro a cinco horas, esto empieza por el descargue, verificación de totales de producto con órdenes de compra, retiro de gavetas y el documento que valide el total entregado (Acta de entrega).

DISCUSIÓN

Los hallazgos de la presente investigación enfatizan el proceso del último eslabón de la Cadena de Suministro en la empresa productora y distribuidora de champiñones frescos, que reflejó que la distribución de estos productos exige mantener una cadena de frío de 0.5°C a 2.5°C , mientras que según la investigación de (4), reflejó un manejo de 2°C a 4°C . En China el autor (17) realizó un estudio del método de planificación de rutas que permitió la distribución de alimentos frescos con cadena de frío para productos agrícolas, dentro de esto, usó un modelo binivel que ayuda a optimizar la planificación de rutas y ubicación de almacenes con el uso del algoritmo híbrido adaptativo combinando, la optimización por enjambre de partículas y algoritmo genético que permitió reducir la red logística hasta en un 14.57% en comparación con la solución del primer algoritmo tradicional y en un 5.21% con relación al algoritmo genético actual.

El último eslabón afronta retos no controlables como es el alza de combustible generando un aumento acelerado de los costos logísticos (2). En la empresa caso de estudio se determinó los costos logísticos por kilómetro de cada vehículo, que brinda a la institución un aporte significativo,

puesto que, actualmente permite obtener el costo real por flete en cada ruta de entrega aprovechando o no eficientemente la capacidad del vehículo, para esto se tomó en cuenta costos fijos que refleja los sueldos y prestaciones sociales, depreciación del vehículo, valor de la póliza, GPS, otros; para los costos variables se tomó en cuenta costo de combustible, peajes, estibaje, otros y por último los costos de mantenimiento, por lo tanto, esto reflejó un costo que oscila entre 0.96 ctvs. y 0.46 ctvs., para el camión más grande y pequeño respectivamente, por otro lado, según (18) el análisis de los costos por kilómetro no solo incluye costos lineales de combustible y mantenimiento, sino en otros costos adicionales de refrigeración y emisión, mismos aumentan con relación a la distancia recorrida aquí se tomó en cuenta una flota heterogénea de esta forma en los dos casos los resultados llevan un mismo horizonte pero diferentes parámetros a considerar.

Para cumplir con el objetivo de estudio se hizo uso del VRP metaheurístico OR-Tools que permitió optimizar significativamente las rutas recorriendo menos 151 kilómetros a la semana que refleja un ahorro del costo \$77.00 lo que traduce en un menos 7.13% de los costos logísticos a la semana, de esta forma la investigación de (19) se basó en un ruteo de vehículos con flota heterogénea utilizando programación en Python con una interfaz que permitió cargar un archivo con la demanda semanal, el modelo permitió disminuir los costos de transporte hasta un 3.65% y la distancia recorrida hasta 15.91% a la semana en promedio.

Por otro lado, según (9), la propuesta para mejorar el servicio de entrega con un VRP 3.0 reflejó notables mejoras permitiendo dar solución a la problemática planteada que optimizó los días de reparto de 17 a 11 días lo que permitió aumentar la atención a seis clientes más, con una mejora significativa del nivel de servicio en un 60%, además reflejó más eficiencia en los procesos para evacuar el 97% del producto frente al 50% que era el actual; aplicando recursos tecnológicos para solucionar los problemas de ruteo se logra aumentar la satisfacción del cliente y su fidelización, de manera que con las encuestas realizadas se logró un cumplimiento del 90% de la puntuación establecida frente a los ítems evaluados lo que significa que los procesos se realizan correctamente, sin embargo, la mejora continua es un factor clave para el éxito empresarial.

Por último, la investigación realizada por (11), logró una reducción del 20 % en el total de distancias recorridas y el uso del total de vehículos, esto se obtuvo a través de dos algoritmos Clark and Wright y el de mejora local llamado 2-opt., en la presente investigación se logró el ahorro de 151 km que reflejó el 7.3% de los costos logísticos a la semana, aquí se hizo uso del VRP *Or-Tools* partiendo de describir la logística del transporte y caracterizar la distribución de la empresa caso de estudio, además de determinar los costos logísticos por kilómetro y canales de distribución. Por otra parte, según (20), el modelo de ruteo con capacidad heterogénea (HVRP), refleja un resultado eficaz en la reducción de costos de transporte en un 53.08%, así también se logró optimizar el uso de vehículos de 32 a 16, reflejando una reducción del 50%, también con este VRP se logró hacer uso eficiente de la capacidad de los vehículos hasta en un 92%; todo esto refleja que el uso de métodos tecnológicos permite optimizar los procesos dependiendo el enfoque que sea aplicado.

CONCLUSIONES

La implementación del ruteo "*Path Cheapest Arc*" utilizando *OR-Tools* permitió reducir el recorrido semanal en 151 kilómetros en comparación con las rutas actuales, esta optimización se tradujo en un ahorro de \$77.00 por semana, equivalente al 7.30% del costo total; a nivel anual, el ahorro acumulado asciende a \$4004.00, lo que representa un impacto positivo y significativo en los costos operativos; además, esta mejora contribuye a una disminución en el tiempo total trabajado, aunque se requiere un análisis más exhaustivo para cuantificar el número de horas ahorradas y el porcentaje correspondiente a la situación actual.

En el proceso de distribución se determinaron dos canales para trasladar el producto a 90 clientes, alcanzando un total de 96 puntos de entrega semanalmente, estos canales incluyen el directo e indirecto (canal corto), donde la mayor parte de las entregas se concentra en el sector de Quito y solo el 9% se centra en el sector de Sangolquí, como parte de este procedimiento, se evaluó la satisfacción del cliente obteniendo una calificación promedio de 4.5 sobre 5 en aspectos clave como la puntualidad en las entregas, condiciones del producto al momento de la recepción amabilidad y trato del conductor, facilidad para comunicarse con la empresa, así como los tiempos de respuesta ante reclamos y devoluciones.

Los hallazgos de este estudio demuestran que la integración de herramientas tecnológicas de optimización como el método "*Path Cheapest Arc*" implementado mediante *OR-Tools*, junto con un análisis detallado de los costos logísticos, facilita la formulación de estrategias efectivas para la toma de decisiones en la gestión del transporte y la distribución, esto contribuye directamente a mejorar la competitividad y sostenibilidad de la Cadena de Suministro, generando además un ahorro económico significativo para la empresa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cascón J, Moral JA, Liao H, Cobo MJ. Bibliometric analysis of the revista Española de documentación científica since its inclusion in the web of science (2008-2018). *Revista Española de Documentación Científica*. 2020;43(3).
2. Achurra A, Cruz R. La Logística del Transporte como Factor Clave en la Cadena de Suministro. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*. 2025 Mar 18;9(1):10771–84.
3. Osorio C, Orejuela J, Bravo JJ. Refrigerated electric vehicle routing considering time-dependent temperature energy consumption models. *Ann Oper Res*. 2025 Jun 1;349(3):1817–54.
4. Al Theeb N, Smadi HJ, Al-Hawari TH, Aljarrah MH. Optimization of vehicle routing with inventory allocation problems in Cold Supply Chain Logistics. *Comput Ind Eng* [Internet]. 2020 Apr 1 [cited 2025 Jul 31]; 142:106341. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360835220300759?via%3Dihub>
5. Guerra C, Andrea D, Tixi V, Fernando J. Plan Logístico de Distribución y Transporte para Productos alimenticios de la Empresa Ecoal Chimborazo S.A en la ciudad de Riobamba. 2025 Feb 3 [cited 2025 May 2]; Available from: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/14714>
6. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). *Amid food*

- and climate crises, investing in sustainable food cold chains crucial [Internet]. 2022 [cited 2025 Aug 1]. Available from: <https://www.fao.org/newsroom/detail/amid-food- and-climate-crises-investing-in-sustainable-food-cold-chains-crucial/en>
7. Yan L, Fengming T, Zhu R. Vehicle-routing problem for low-carbon cold chain logistics based on the idea of cost–benefit. *Complex and Intelligent Systems*. 2025 Feb 1;11(2).
 8. Madushan F, Thibbotuwawa A, Perera N, Nielsen P, Kilic D. An integrated vehicle routing model to optimize agricultural products distribution in retail chains. *Cleaner Logistics and Supply Chain* [Internet]. 2024 Mar 1 [cited 2025 Oct 1]; 10:100137. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S277239092300046X>
 9. Pineda U, Carabalí H. Un Problema de Enrutamiento del Vehículo con Enfoque de Ventanas de Tiempo Para Mejorar el Proceso de Entregas. *Ingeniería* [Internet]. 2020 May 1 [cited 2025 Sep 23];25(2):117–43. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-750X2020000200117&lng=en&nrm=iso&tlng=es
 10. Valencia RL. Distribución de productos y gestión logística en la empresa “Gelatinas y Mermeladas San Luis” [Internet]. 2023 [cited 2025 Oct 1]. Available from: <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/1792>
 11. Benalcázar G, Flores R. Optimización de rutas de distribución de producto terminado de una industria panadera con nodos de origen y destino en la ciudad de Guayaquil. 2023;
 12. Thana B. Análisis práctico: Solución de problemas de enrutamiento de vehículos con OR-Tools y SCIP - Comunidad DEV [Internet]. 2024 [cited 2025 Sep 7]. Available from: https://dev.to/thana_b/a-practical-review-solving-vehicle-routing-problems-with-or- tools-and-scip-52me
 13. Yepes JJ, Urrútia G, Romero M, Fernández S. Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Rev Esp Cardiol* [Internet]. 2021 Sep 1 [cited 2025 May 6];74(9):790–9. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300893221002748?via%3Dihub>
 14. Muyulema J, Rodríguez J. Redes de distribución con transbordo como elemento de resiliencia empresarial: una revisión sistemática. *Revista Científica*. 2023 May 15;47(2):39–54.
 15. Acosta AL. Canales de Distribución. 2017 [cited 2025 Aug 22]; Available from: <http://www.areandina.edu.co>
 16. Machuca A. Resolución de un VRP con opciones de entrega y preferencias mediante recocido simulado. 2022;
 17. Wang Y, Wang Y, Leng J. A Study on the Vehicle Routing Planning Method for Fresh Food Distribution. *Applied Sciences* 2024, Vol 14, Page 10499 [Internet]. 2024 Nov 14 [cited 2025 Oct 3];14(22):10499. Available from: <https://www.mdpi.com/2076-3417/14/22/10499/htm>
 18. Pan S, Liao H, Zheng G, Huang Q, Shan M. Cold Chain Distribution Route Optimization for Mixed Vehicle Types of Fresh Agricultural Products Considering Carbon Emissions: A Study Based on a Survey in China. *Sustainability* 2024, Vol 16, Page 8207 [Internet]. 2024 Sep 20 [cited 2025 Sep 26];16(18):8207. Available from: <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/18/8207/htm>
 19. Morales B, Oviedo M. Diseño de un modelo de distribución de productos frescos para una cadena de supermercados. 2021 [cited 2025 Sep 26]; Available from:

- <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/51994> Zapata
20. J, Vélez Á, Arango M, Zapata J, Vélez Á, Arango M. Mejora del proceso de distribución en una empresa de transporte. Investigación administrativa [Internet]. 2020 Jun 1 [cited 2025 May 5];49(126). Available from: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-76782020000200008&lng=es&nrm=iso&tlng=es

AISLAMIENTO Y SELECCIÓN DE MICROORGANISMOS NATIVOS DE SUELOS CONTAMINADO CON HIDROCARBUROS Y METALES PESADOS CON POTENCIAL PARA FITORREMEDIACIÓN ASISTIDA POR BIOAUMENTO

ISOLATION AND SELECTION OF NATIVE MICROORGANISMS FROM SOILS CONTAMINATED WITH HYDROCARBONS AND HEAVY METALS WITH POTENTIAL FOR BIOAUGMENTATION- ASSISTED PHYTOREMEDIATION

Magaly I. Aulestia Herrera¹, Gissela Ponce Q.², Genny Herrera³

{miaulestia@espe.edu.ec¹, geponce1@espe.edu.ec², genny.herrera@hotmail.com³}

Fecha de recepción: 30/09/2025 / Fecha de aceptación: 06/09/2025 / Fecha de publicación: 07/10/2025

RESUMEN: La contaminación del suelo por metales pesados e hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) representa una seria amenaza para los ecosistemas y la salud humana. La fitorremediación surge como una alternativa sostenible para la rehabilitación de estos suelos, pero su eficacia en ambientes con co-contaminación severa a menudo se ve limitada por el estrés tóxico que suprime el desarrollo vegetal. Si bien el bioaumentación con microorganismos rizosféricos puede potenciar este proceso, los inoculantes comerciales frecuentemente fallan al no adaptarse a las condiciones específicas del suelo. Por ello, este estudio se orienta hacia la biorremediación con microorganismos nativos, partiendo de la hipótesis de que es posible aislar cepas autóctonas adaptadas a la co-contaminación, con capacidad para desarrollarse en la rizósfera y estimular el crecimiento vegetal. Para verificar esta hipótesis, se aislaron microorganismos nativos de un suelo contaminado con HAPs y metales, recolectando 15 muestras aleatorias en tres puntos (P, Q, R). De un total de 129 cepas iniciales, se seleccionaron 48 con morfologías distintivas (bacterias, levaduras y hongos). Estas fueron algunas pruebas de resistencia frente a una mezcla de HAPs (fluoranteno, benzo(β)fluoranteno, antraceno, benzo(α)antraceno y benzo(α)pireno) en tres concentraciones, y a diferentes niveles de pH (2,5, 4,0 y 7,5). Los resultados demostraron una superior tolerancia en las cepas fúngicas, identificándose ocho cepas capaces de crecer en todas las condiciones. Finalmente, se seleccionaron 23 cepas con base en su capacidad de adaptación a la rizósfera y potencial de degradación. Este trabajo sienta las bases para el desarrollo de un consorcio microbiano nativo

¹Laboratorio de Microbiología del Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sangolquí – Ecuador, <https://orcid.org/0000-0002-3376-1733>; +593939139802.

²Laboratorio de Microbiología del Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sangolquí – Ecuador; +593985970451.

³Departamento de medioambiente, JM Laboratorios S.C.C Quito – Ecuador; +593993333327.

aplicable en estrategias de fitorremediación asistida por bioaumento para suelos con co-contaminación compleja.

Palabras clave: *Microorganismos rizosféricos, bioprospección, bioaumento, metales pesados, HAPs*

ABSTRACT: Soil contamination by heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons (HAPs) represents a serious threat to ecosystems and human health. Phytoremediation is emerging as a sustainable alternative for the rehabilitation of these soils, but its effectiveness in severely co-contaminated environments is often limited by toxic stress that suppresses plant growth. While bioaugmentation with rhizosphere microorganisms can enhance this process, commercial inoculants frequently fail due to their lack of adaptation to specific soil conditions. Therefore, this study focuses on bioremediation with native microorganisms, based on the hypothesis that it is possible to isolate native strains adapted to co-contamination, capable of developing in the rhizosphere and stimulating plant growth. To test this hypothesis, native microorganisms were isolated from soil contaminated with HAPs and metals, collecting 15 random samples at three locations (P, Q, R). From a total of 129 initial strains, 48 with distinctive morphologies (bacteria, yeasts, and fungi) were selected. These were resistance tests against a mixture of HAPs (fluoranthene, benzo(β)fluoranthene, anthracene, benzo(α)anthracene, and benzo(α)pyrene) at three concentrations and different pH levels (2.5, 4.0, and 7.5). The results demonstrated superior tolerance among the fungal strains, with eight strains capable of growing under all conditions being identified. Finally, 23 strains were selected based on their adaptability to the rhizosphere and their degradation potential. This work lays the foundation for the development of a native microbial consortium applicable in bioaugmentation-assisted phytoremediation strategies for soils with complex co-contamination.

Keywords: *Rhizospheric microorganisms, bioprospecting, bioaugmentation, heavy metals, HAPs*

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas el rápido desarrollo del sector industrial a nivel mundial ha provocado grandes perjuicios en el medio ambiente, generando la contaminación de una gran variedad de ecosistemas. En la actualidad muchos sitios ubicados en zonas urbanas deben ser rehabilitados para evitar la migración de contaminantes y así reducir los daños que estos provocan en la salud de personas, animales y plantas. Los contaminantes que se encuentran típicamente en estos lugares son los metales pesados y los productos derivados del petróleo (1), (2).

Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), son considerados contaminantes prioritarios debido a su potencial toxicidad, mutagenicidad y carcinogenicidad. Debido a su naturaleza hidrofóbica, muchos HAPs se unen a partículas y sedimentos del suelo disminuyendo su biodisponibilidad y provocando su acumulación a través de la cadena trófica (3), (4).

La acumulación y las características de ubicuidad, persistencia y potenciales efectos nocivos para el medio ambiente y la salud humana que producen los metales, los ha convertido en un problema de gran preocupación en los países industrializados (5), (6). Los metales pesados al igual que los HPAs, producen efectos negativos en la salud de los organismos superiores; pueden provocar la disminución del crecimiento en plantas, daños en la cobertura vegetal del suelo provocando impactos negativos en su microflora (7), (8). El suelo al ser un medio estático es vulnerable a que los contaminantes permanezcan en él durante mucho tiempo. Esta permanencia a largo plazo es especialmente grave ya que estos contaminantes no pueden ser fácilmente degradados. La consecuencia directa de esta contaminación del suelo es una ausencia inicial de vegetación o la pérdida de su productividad, la disminución de la biodiversidad e indirectamente la contaminación del aire, aguas superficiales y subterráneas (9).

La acumulación de metales pesados y HAPs, agravada por sus características de persistencia, ubicuidad y sus efectos nocivos para los ecosistemas y la salud humana, representa un desafío ambiental a escala global (5), (6). Esta problemática no es exclusiva de los países industrializados; en América Latina, el acelerado desarrollo extractivo e industrial ha generado numerosos pasivos ambientales, donde la contaminación de suelos por estas sustancias es una constante (7), (8), (9). En Ecuador, esta realidad es particularmente evidente en áreas impactadas por actividades petroleras y mineras, que han alterado la integridad de extensas áreas de suelo (10), (11), (12).

Estos contaminantes ejercen efectos negativos directos sobre los organismos superiores y la vegetación, inhibiendo el crecimiento de las plantas y degradando la cobertura vegetal, lo que a su vez genera impactos cascada en la microflora edáfica (13), (14). Dada la naturaleza estática del suelo, los contaminantes pueden persistir en él durante décadas, especialmente porque los metales no pueden ser degradados y muchos HPA son altamente recalcitrantes. En ecosistemas sensibles como los tropicales, esta permanencia a largo plazo tiene consecuencias drásticas: la pérdida de productividad del suelo, la disminución crítica de la biodiversidad y la contaminación secundaria de fuentes de agua y aire, comprometiendo servicios ecosistémicos vitales y la seguridad de las comunidades locales (13).

Es evidente que la contaminación del suelo con metales y HAPs constituye un grave problema con consecuencias negativas tanto en la salud como a nivel económico. Es de esperar que la presencia simultánea de estos dos tipos de contaminantes en un mismo emplazamiento represente retos técnicos y económicos para el desarrollo de las estrategias de descontaminación, es por eso que, el proyecto planteado por nuestro grupo de investigación pretende juntar las tecnologías de bioaumentación y fitorremediación para descontaminar un emplazamiento, cuyo suelo se encuentra contaminado con metales HPAs. Se ha elegido juntar estas dos tecnologías de descontaminación puesto que se ha demostrado que tanto plantas como bacterias son capaces de disminuir las concentraciones de metales e hidrocarburos respectivamente.

Las pruebas realizadas en esta investigación, constituyen un pilar importante para el posterior desarrollo del proyecto antes descrito ya que, a través de los resultados obtenidos, se podrá: (i) seleccionar los microorganismos más idóneos para el posterior estudio de su capacidad de eliminación de los contaminantes, primeramente a nivel de laboratorio y después en un

emplazamiento real llevando a cabo el proceso de bioaumento y fitorremediación; (ii) seleccionar la vegetación más adecuada para los procesos de fitorremediación tomando en cuenta las características ambientales del emplazamiento en estudio así como los tipos de contaminantes que se encuentran en el suelo y (iii) estudiar la mejora de los procesos de fitorremediación cuando se establece una relación simbiótica entre las plantas y microorganismos seleccionados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de Investigación y Localización del Estudio: el presente estudio se enmarcó en una investigación de tipo experimental y aplicada, sustentada en análisis de laboratorio. El muestreo se realizó en un área identificada con suelos impactados por co-contaminación de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y metales pesados, ubicada en las cercanías de la estación de trenes de Chimbacalle, ubicada en la ciudad de Quito - Ecuador.

El diseño experimental comprendió tres fases principales:

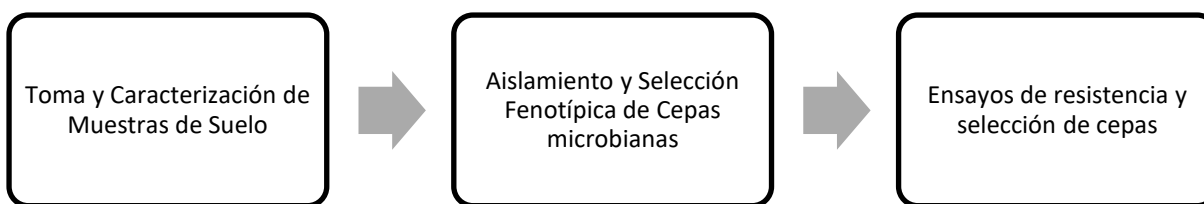


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de aislamiento y selección de cepas.

1. Toma y caracterización de muestras de suelo: Se realizó un muestreo previo de la zona afectada por contaminación de hidrocarburos y metales pesados con el fin de conocer la distribución espacial (homogénea o heterogénea) de los contaminantes y por otro lado obtener muestras para el aislamiento de microorganismos aclimatados al crecimiento en presencia de metales pesados y de hidrocarburos en la zona de estudio.

El diseño y realización del muestreo se llevó a cabo teniendo en cuenta los protocolos descritos por Boulding *et al* (14) para lo cual se determinaron aleatoriamente tres puntos de muestreo (P, Q y R) divididos en cuadrículas de cuatro columnas (A, B, C y D) por 5 filas en los puntos de muestreo P y Q y en tres columnas (A, B y C) por 5 filas en el punto de muestreo R. En cada punto se tomaron muestras aleatorias de las cuales 100 g fueron analizados en los laboratorios de química analítica de JM Laboratorios S.C.C, para la determinación de hidrocarburos y pesticidas. El resto de muestra se sometieron a secado previo a su caracterización fisicoquímica que permitió determinar los valores de pH, la salinidad del suelo y las concentraciones de contaminantes en cada punto de muestreo.

La Tabla 1 especifica los parámetros medidos en cada una de las muestras, habiéndose estudiado: i) TPHs para todas las muestras de suelo seleccionadas (en la tabla TPHs); ii) hidrocarburos

volátiles, separación en cadenas y PHAs (en la tabla HC) para las muestras A1 y A5 de los puntos P y Q y iii) herbicidas (en la tabla H) para las muestras del punto R más cercanas a la vía (A1 y A5). Esta selección se realizó atendiendo a criterios de tratamiento: en los puntos de muestreo P y Q se focalizará en la eliminación de hidrocarburos (además de metales) mientras que en el punto R el tratamiento estará focalizado a la fitorremediación de metales con plantas resistentes a los herbicidas que puedan aparecer en el medio.

Tabla 1. Parámetros analizados en las diferentes muestras de suelo.

Muestra			Parámetros analizados	
P	A	1	TPHs	HC
P	A	5	TPHs	HC
P	B	1	TPHs	
P	B	5	TPHs	
P	D	1	TPHs	
P	D	5	TPHs	
Q	A	1	TPHs	HC
Q	A	5	TPHs	HC
Q	B	1	TPHs	
Q	B	5	TPHs	
Q	D	1	TPHs	
Q	D	5	TPHs	
R	A	1	TPHs	H
R	A	5	TPHs	H
R	C	1	TPHs	
R	C	5	TPHs	

2. Aislamiento y Selección Fenotípica de Cepas microbianas: para el aislamiento de microorganismos, se tomaron como referencia los protocolos descritos por Aulestia et al (15) con determinadas modificaciones para adaptarlo a los requerimientos del proyecto. En primer lugar, se realizó un enriquecimiento en tampón fosfato salino (PBS) y HAPs como única fuente de carbono y a continuación se sembró en medio mínimo (MM) empleando el método de agotamiento en superficie, 100 µl de muestras diluidas de cada cultivo enriquecido utilizando HAPs como única fuente de carbono.

El aislamiento inicial de cepas se basó en un criterio de selección fenotípico. A partir de las placas originales, se seleccionaron aquellas que presentaron colonias morfológicamente distinguibles y bien separadas, asegurando que cada una represente un posible morfotipo diferente. Cada colonia seleccionada se purificó mediante siembra por extensión en placa en tres medios de cultivo sólidos diferentes para favorecer el crecimiento de los distintos grupos microbianos y verificar su pureza:

- Agar Triptona de Soja (TSA) suplementado con cicloheximida (1 mL/L) para inhibir el crecimiento fúngico y aislar selectivamente bacterias. Las placas se incubaron a 37 °C durante 24 horas.

- Agar Extracto de Malta (MEA) para favorecer el desarrollo de hongos. Las placas se incubaron a 30 °C durante 48 horas.
- Agar Sabouraud (SAB) con cloranfenicol para favorecer el desarrollo de levaduras e inhibir bacterias. Las placas se incubaron a 30 °C durante 72 horas.

Todos los aislamientos se realizaron por duplicado para garantizar la pureza y consistencia de cada cepa obtenida.

3. Ensayos de resistencia y selección de cepas: para evaluar la tolerancia de los microorganismos aislados a las condiciones de estrés del suelo de estudio, se realizaron ensayos de resistencia frente a un gradiente de pH (2,5; 4,0 y 7,5) y a diferentes concentraciones de una mezcla de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs). El diseño de las concentraciones de HAPs (Tabla 1) se basó en la concentración media encontrada in situ (C1), incluyendo también una concentración diez veces superior (C1x10) y otra diez veces inferior (C1/10), con el fin de evaluar un amplio rango de tolerancia.

El ensayo se llevó a cabo en placas de 24 pocillos. En cada pocillo se dispuso una mezcla de 0,9 ml de medio de cultivo con el contaminante como única fuente de carbono a la concentración deseada y 0,1 ml de una suspensión del inóculo ajustada a 10^5 UFC/mL. Las placas se incubaron a temperatura ambiente con agitación constante (120 rpm) durante 7 días. Para garantizar la validez de los ensayos, se incluyeron controles positivos (medio de cultivo sin contaminantes inoculado con cada cepa) y controles negativos (medio con contaminantes sin inóculo) en cada placa. La evaluación del crecimiento se realizó agregando 1 mL de resazurina (4 ppm) a cada pocillo tras el periodo de incubación. La funcionalidad metabólica se confirma con el cambio de color de azul (resazurina) a rosa o incoloro (resorufina).

Todos los ensayos se realizaron por duplicado para verificar la consistencia de los resultados y de forma paralela, se ejecutaron los mismos ensayos utilizando una biofórmula comercial para biorremediación como referencia comparativa.

La variable de respuesta en estos ensayos fue de naturaleza cualitativa binaria (crecimiento/sin crecimiento), determinada mediante el método colorimétrico con resazurina. Un resultado se consideró positivo únicamente al observar el cambio de color característico en ambas réplicas. Dada la naturaleza categórica y no paramétrica de estos datos, el análisis se basó en estadística descriptiva ya que en nuestro bioensayo de selección inicial el objetivo es clasificar a los aislados en función de su capacidad de supervivencia bajo estrés, y no modelar variaciones continuas.

Tabla 2. Hidrocarburos ensayados.

HAPs	Abreviatura	mg/kg (ppm)		
		C1	C1*10	C1/10
Antraceno	A	0,14	1,4	0,01
Fluorantreno	F	0,14	1,4	0,01
Benzo(α)antraceno	B(α)A	0,2	2	0,02
Benzo(β)fluorantreno	B(β)F	0,27	2,7	0,03
Benzo(α)pireno	B(α)P	0,12	1,2	0,01

Para las pruebas de resistencia a pH se prepararon medios de cultivo compuestos por BHB suplementado con 10% de TSB para bacterias y 10% de MEB para levaduras y hongos a pHs de 2.5, 4 y 7.5. Las placas de pocillos fueron incubadas a temperatura ambiente y en agitación por 24 horas para bacterias y para hongos y levaduras por 48 horas.

RESULTADOS

Caracterización físico-química del suelo: los contaminantes presentes en las muestras de suelo fueron: (i) HAPs como antraceno, fluorantreno, benzo(α)antraceno, benzo(β)fluorantreno y benzo(α)pireno, (ii) metales como bario (Ba), cobre (Cu), manganeso (Mn), zinc (Zn), cromo (Cr), arsénico (As), plomo (Pb) y (iii) herbicidas como terbutilazina (5,17 µg/kg). Además, se determinó que el suelo presenta carácter salino y es básico teniendo un valor medio de pH igual a 8.

Los análisis fisicoquímicos de las muestras de suelo recogidas han permitido caracterizar el medio en el que se proyecta la restauración, identificando sus propiedades intrínsecas y la problemática de contaminación asociada. El suelo se caracteriza por presentar salinidad, un pH básico y un bajo contenido general de materia orgánica, el cual es superior en las muestras asociadas a cobertura vegetal (punto Q).

Los resultados revelan la presencia significativa de hidrocarburos, tanto alifáticos como aromáticos, en el rango de C10 a C35, cuya concentración tiende a incrementarse con el número de átomos de carbono. Asimismo, se detectó una concentración considerable de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) y del herbicida terbutilazina. La evaluación de la contaminación por metales pesados mostró concentraciones elevadas de cobre (Cu), plomo (Pb), zinc (Zn), vanadio (V), bario (Ba) y manganeso (Mn). Cabe destacar que en algunas muestras los niveles de arsénico (As) y antimonio (Sb) superan los límites establecidos para suelos de uso urbano. Además, en las muestras procedentes del punto P, se identificó la presencia de cromo (Cr), un metal de elevada toxicidad que requiere especial consideración. El análisis confirma que el punto P constituye el foco de mayor contaminación por hidrocarburos aromáticos y alifáticos de todo el terreno.

La información obtenida constituye una base fundamental para seleccionar los organismos más adecuados para implementar las estrategias de biorremediación y fitorremediación en el sitio.

Aislamiento de microorganismo de las muestras de suelo: de las 15 muestras de suelo, se logró aislar un total de 48 cepas resistentes a HPAs de las cuales 10 corresponden a bacterias, 19 a levaduras y 19 a hongos filamentosos (Figura 2).

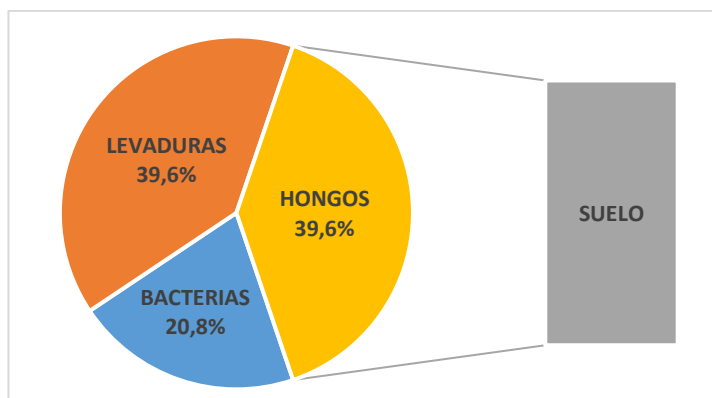


Figura 2. Biodiversidad microbiana del suelo en estudio.

Por otro lado, se pudo constatar que el punto de muestreo más megadiverso fue el punto R ya que de 3 muestras recolectadas en esta zona se aislaron 18 cepas, lo que representa el 37% del total. Aunque el punto Q aportó un porcentaje ligeramente mayor de cepas (40%), esto se explica porque de ese sitio se tomó el doble de muestras (6) en comparación con el punto R. El punto P fue el menos diverso, probablemente debido a qué es el punto con mayor contaminación de todo el terreno evaluado (Figura 3).

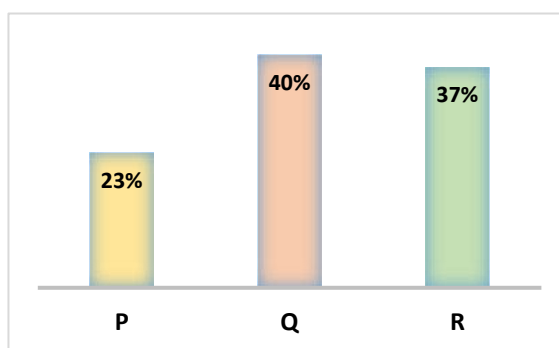


Figura 3. Diversidad de cepas en cada punto de muestreo.

La evaluación de resistencia permitió seleccionar las cepas más tolerantes mediante un criterio de exclusión basado en la capacidad de crecimiento en al menos el 50% de los ensayos. Tras esta selección, el conjunto de candidatos se redujo de 48 a 23 cepas, distribuidas en 5 bacterias, 7 levaduras y 11 hongos filamentosos, las cuales procederán a las siguientes fases del proyecto de bioaumentación.

Los resultados obtenidos en las pruebas de resistencia llevadas a cabo utilizando el consorcio de microorganismos obtenidos comercialmente, no arrojaron los resultados esperados ya que la biofórmula comercial no fue capaz de crecer en ninguno de los hidrocarburos testados y en

cuanto a las pruebas de pH, éstas no fueron consistentes ya que el consorcio se desarrolló a valores de 2,5 y 7,5 pero no al valor intermedio de 4.

DISCUSIÓN

La caracterización fisicoquímica inicial del suelo resultó fundamental para definir el escenario de co-contaminación por hidrocarburos policíclicos aromáticos (HPA) y metales pesados, estableciendo las condiciones base para la selección de microorganismos y plantas tolerantes. La estrategia de muestreo en puntos con gradientes de contaminación (P, Q y R) permitió capturar una biodiversidad microbiana representativa. Si bien el punto R, más alejado de la fuente principal, presentó una mayor riqueza de especies, la tolerancia a los contaminantes fue excepcionalmente homogénea en todos los puntos muestreados. Este hallazgo sugiere una adaptación generalizada y un proceso de selección de la microbiota nativa hacia fenotipos resilientes, inducida por la presión de contaminación crónica, un fenómeno observado en ecosistemas impactados de manera similar (16), (17).

Del total de cepas aisladas, se observará una clara predominancia de hongos filamentosos y levaduras sobre las bacterias. La superior tolerancia de los hongos a los HPA y a las variaciones de pH observadas en nuestros ensayos concuerda con la literatura reciente. Los hongos poseen sistemas enzimáticos extracelulares versátiles, como lacasas y peroxidasas, y una capacidad única de exploración del sustrato mediante el crecimiento micelial, lo que les confiere una ventaja competitiva en la división de contaminantes orgánicos recalcitrantes en suelos complejos (18), (19). Esta robustez metabólica y estructural los posiciona como actores clave en estrategias de biorremediación.

A pesar de la predominancia fúngica, es crucial destacar el potencial de las bacterias y levaduras aisladas. El paradigma actual en biorremediación se inclina hacia el uso de consorcios microbianos sinérgicos antes que al de cepas únicas. La eficacia de estos consorcios reside en las interacciones metabólicas donde los subproductos de un organismo sirven como sustrato para otro, mejorando la eficiencia degradativa global y la resiliencia comunitaria frente al estrés (20), (21). Por lo tanto, las 23 cepas seleccionadas, que abarcan los tres grupos microbianos, representan un banco genético invaluable para el diseño de un consorcio nativo altamente adaptado, destinado a la bioaumentación.

La decisión de evaluar un rango de concentraciones de HPA y de pH, en lugar de replicar únicamente las condiciones iniciales del suelo, fue estratégica. Este enfoque permite seleccionar no solo microorganismos adaptados, sino también robustos, capaces de mantener su actividad en un ambiente dinámico y heterogéneo como es el suelo. Bajo estas condiciones fluctuantes es un principio recomendado para asegurar el éxito de las intervenciones de biorremediación a escala de campo (22). El uso de los HPA como única fuente de carbono y energía en los medios de enriquecimiento constituyó una poderosa herramienta de selección, asegurando que las cepas recuperadas no solo fueran tolerantes, sino que también tuvieran el potencial metabólico para utilizar estos contaminantes como sustrato (23), (24).

El fracaso del consorcio comercial utilizado como control subraya un principio crítico pues, la eficacia de los inoculantes microbianos es altamente dependiente del medio. Los microorganismos nativos, co-adaptados al estrés específico y a la matriz del suelo, suelen superar a los cultivos exógenos no adaptados. Esta superioridad de los consorcios nativos ha sido documentada recientemente en estudios de bioaumentación, donde su capacidad de establecimiento y eficacia es significativamente mayor (25), (26).

CONCLUSIONES

Se demostró que el suelo, a pesar de su alto nivel de contaminación, alberga una notable biodiversidad de microorganismos nativos adaptados a estas condiciones adversas. La tolerancia a los hidrocarburos y metales pesados fue una característica generalizada, independientemente de la proximidad a la fuente de contaminación, lo que sugiere una adaptación bien establecida de la microbiota nativa al estrés por contaminación.

De la diversidad inicial, se seleccionan 23 cepas por su capacidad de desarrollarse en condiciones que simulan la rizósfera y su potencial para degradar hidrocarburos. Entre estos, los hongos mostraron una tolerancia significativamente mayor que las bacterias y levaduras, posicionándose como componentes clave para la formación de consorcios microbianos efectivos.

Las cepas seleccionadas representan candidatos ideales para futuros ensayos de bioaumentación, ya que su adaptación nativa y su resiliencia demostrada las hacen idóneas para establecer sinergias con plantas fitorremediadoras en estrategias de rehabilitación de suelos con co-contaminación compleja.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Roy S, Labelle S, Mehta P, Mihoc A, Fortin N, Masson C, et al. Phytoremediation of heavy metal and PAH-contaminated brownfield sites. *Plant Soil*. 2005;272(1):277-90.
2. Liu YR, Van der Heijden MGA, Riedo J, Sanz-Lazaro C, Eldridge DJ, Bastida F, et al. Soil contamination in nearby natural areas mirrors that in urban greenspaces worldwide. *Nat Commun*. 2023;14(1):1706.
3. Boonchan S, Britz ML, Stanley GA. Degradation and mineralization of high-molecular-weight polycyclic aromatic hydrocarbons by defined fungal-bacterial cocultures. *Appl Environ Microbiol*. 2000;66(3):1007-19.
4. Marvin CH, Tomy GT, Thomas PJ, Holloway AC, Sandau CD, Idowu I, et al. Considerations for prioritization of polycyclic aromatic compounds as environmental contaminants. *Environ Sci Technol*. 2020;54(23):14787-9.
5. Bidar G, Garçon G, Pruvot C, Dewaele D, Cazier F, Douay F, et al. Behavior of *Trifolium repens* and *Lolium perenne* growing in a heavy metal contaminated field: plant metal concentration and phytotoxicity. *Environ Pollut*. 2007;147(3):546-53.
6. Zhang Q, Wang C. Natural and human factors affect the distribution of soil heavy metal pollution: a review. *Water Air Soil Pollut*. 2020;231(7):350.

7. Wilcke W, Lilienfein J, do Carmo Lima S, Zech W. Contamination of highly weathered urban soils in Uberlândia, Brazil. *J Plant Nutr Soil Sci.* 1999;162(5):539-48.
8. Martins CC, Bicego MC, Mahiques MM, Figueira RC, Tessler MG, Montone RC. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in a large South American industrial coastal area (Santos Estuary, Southeastern Brazil): sources and depositional history. *Mar Pollut Bull.* 2011;63(5-12):452-8.
9. Khillare PS, Hasan A, Sarkar S. Accumulation and risks of polycyclic aromatic hydrocarbons and trace metals in tropical urban soils. *Environ Monit Assess.* 2014;186(5):2907-23.
10. Carriel SDRL. Bioremediation of hydrocarbon-contaminated soils: review and perspective for Ecuador in the Latin American context. *eVitroKhem Rev Innov Ing Bioméd Quím.* 2024;(3):145.
11. Carrión-Paladines V, Calva J, Ochoa-Pérez T, Ruiz L, López-Rodríguez F. Heavy metal contamination in Arenillas Ecological Reserve soils: correlation and conservation impact. *Land Degrad Dev.* 2025;36(10):3454-71.
12. Barraza F. Transfer of trace metals between air, soil and cacao beans in areas impacted by oil activities in Ecuador. In: *Proceedings of the 18th International Conference on Heavy Metals in the Environment*; 2016 Dec; Ghent, Belgium.
13. McGrath SP, Zhao FJ, Lombi E. Plant and rhizosphere processes involved in phytoremediation of metal-contaminated soils. *Plant Soil.* 2001;232(1-2):207-14.
14. Yan K, Wang H, Lan Z, Zhou J, Fu H, Wu L, et al. Heavy metal pollution in the soil of contaminated sites in China: Research status and pollution assessment over the past two decades. *J Clean Prod.* 2022;373:133780.
15. Crespo CG, Olano JM, Hernández A, García-Plazaola JL, Sarasua OB, Soto JMB. Especies nativas de suelos contaminados por metales: aspectos ecofisiológicos y su uso en fitorremediación. *Ecosistemas.* 2007;16(2):5.
16. Boulding JR. Description and sampling of contaminated soils: a field guide. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press; 1994. 176 p.
17. Aulestia M, Flores A, Mangas EL, Pérez-Pulido AJ, Santero E, Camacho EM. Isolation and genomic characterization of the ibuprofen-degrading bacterium *Sphingomonas* strain MPO218. *Environ Microbiol.* 2021;23(1):267-80.
18. Liu P, Zhang Y, Tang Q, Shi S. Bioremediation of metal-contaminated soils by microbially-induced carbonate precipitation and its effects on ecotoxicity and long-term stability. *Biochem Eng J.* 2021;166:107856.
19. López AMQ, dos Santos Silva AL. Biostimulation and Bioaugmentation: Case Studies. In: Kumar V, Thakur IS, editors. *Genomics Approach to Bioremediation: Principles, Tools, and Emerging Technologies.* Wiley; 2023. p. 53-68.
20. Bhatt P, Verma A, Gangola S, Bhandari G, Chen S. Microbial glycoconjugates in organic pollutant bioremediation: recent advances and applications. *Microb Cell Fact.* 2021;20(1):72.
21. Zheng W, Cui T, Li H. Combined technologies for the remediation of soils contaminated by organic pollutants. A review. *Environ Chem Lett.* 2022;20(3):2043-62.

22. Massot F, Bernard N, Alvarez LMM, Martorell MM, Mac Cormack WP, Ruberto LA. Microbial associations for bioremediation. What does “microbial consortia” mean?. *Appl Microbiol Biotechnol.* 2022;106(7):2283-97.
23. Zhang T, Zhang H. Microbial consortia are needed to degrade soil pollutants. *Microorganisms.* 2022;10(2):261.
24. Kour D, Kaur T, Devi R, Yadav A, Singh M, Joshi D, et al. Beneficial microbiomes for bioremediation of diverse contaminated environments for environmental sustainability: present status and future challenges. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2021;28(20):24917-39.
25. Patel AB, Shaikh S, Jain KR, Desai C, Madamwar D. Polycyclic aromatic hydrocarbons: sources, toxicity, and remediation approaches. *Front Microbiol.* 2020;11:562813.
26. Yan S, Wu G. What is the Advantage for Bacteria to Use Polycyclic Aromatic Hydrocarbons as Carbon Source under Aerobic Condition. *Biomed J Sci Tech Res.* 2020;30(3):23390-400.

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA FERMENTACIÓN Y CONTENIDO ALCOHÓLICO DE LOS VINOS DE MORA DE CASTILLA (*Rubus Glaucus*) Y UVA (*Vitis vinífera*)

COMPARATIVE ANALYSIS OF FERMENTATION AND ALCOHOL CONTENT OF CASTILIAN BLACKBERRY (*Rubus glaucus*) AND GRAPE (*Vitis vinifera*) WINES

Marco Pino-Vallejo¹, Arnulfo Tenesaca Ilbay²

{marcopinovallejo@hotmail.com¹, tenesacaarnulfo3@gmail.com²}

Fecha de recepción: 28/08/2025 / Fecha de aceptación: 06/10/2025 / Fecha de publicación: 07/10/2025

RESUMEN: Tradicionalmente el vino se ha elaborado con la uva, pero en la actualidad esta bebida alcohólica se está produciendo de manera artesanal e industrial con otras frutas como una extensión de la enología. Ecuador ofrece una amplia diversidad de frutas, debido a sus variados climas. La investigación es de tipo experimental y tiene como finalidad determinar la factibilidad de producir vino con mora de castilla (*Rubus glaucus*), sin control térmico y valorar su contenido alcohólico. Para la fermentación se utilizó levadura del género *Saccharomyces cerevisiae*. Los parámetros monitoreados en el transcurso de la fermentación fueron los grados Brix (°Bx) y la densidad. El proceso de fermentación se cotejó con el mosto de uva verde debido a que este fruto posee un contenido de azúcar similar al de la mora de castilla. La elaboración de los vinos se realizó en la comunidad de Nitluiza (Calpi-Riobamba-Ecuador, 3419.46 m.s.n.m.), sitio de clima gélido con una temperatura mínima de 7°C y máxima 18°C por debajo de los 27°C que se considera la temperatura óptima para que se produzca la fermentación. El contenido de azúcar en el mosto de uva llegó a 0 °Br a los 20 días y en el caso del mosto de mora de castilla el contenido de azúcar se mantuvo en 2°Bx hasta finalizar la fermentación. Debido a las condiciones de temperatura el proceso catabólico se ralentizó culminando la fermentación de los vinos a los 43 días. Al finalizar el proceso se obtuvieron vinos jóvenes con un contenido alcohólico de 6.81% ABV en el vino de mora de castilla y 7.86% ABV en el vino de uva.

Palabras clave: Mora de castilla, mosto, levadura, *Saccharomyces Cerevisiae*, fermentación, grados brix, densidad, vino

¹Coordinador de Investigación, Instituto Superior Tecnológico República Federal de Alemania, Docente de Química y Biología, Unidad Educativa Autachi - Especialidad: Producción Agropecuaria - Ecuador, <https://orcid.org/0000-0003-0611-9339>, +593997472676.

²Bachiller Técnico en Producción Agropecuaria, Unidad Educativa Autachi - Ecuador, <https://orcid.org/0009-0002-1413-5216>, +593967609386.

ABSTRACT: Traditionally, wine has been made from grapes, but this alcoholic beverage is now being produced both artisanally and industrially with other fruits as an extension of oenology. Ecuador offers a wide variety of fruits due to its varied climate. This experimental research aims to determine the feasibility of producing wine with blackberry (*Rubus glaucus*) without thermal control and to assess its alcohol content. Yeast of the genus *Saccharomyces cerevisiae* was used for fermentation. The parameters monitored during fermentation were Brix (°Bx) and density. The fermentation process was compared with green grape must because this fruit has a sugar content similar to that of blackberry. The wines were produced in the community of Nitiluiza (Calpi-Riobamba-Ecuador, 3419.46 m.a.s.l.), a site with a frigid climate with a minimum temperature of 7°C and a maximum of 18°C, below the 27°C considered the optimal temperature for fermentation to occur. The sugar content in the grape must reached 0°Br after 20 days, and in the case of the blackberry must, the sugar content remained at 2°Bx until the end of fermentation. Due to the temperature conditions, the catabolic process slowed down, culminating the fermentation of the wines after 43 days. At the end of the process, young wines were obtained with an alcohol content of 6.81% ABV in the blackberry wine and 7.86% ABV in the grape wine.

Keywords: *Blackberry, must, yeast, Saccharomyces Cerevisiae, fermentation, brix degrees, density, wine*

INTRODUCCIÓN

El vino ha estado presente a lo largo de la historia de la humanidad en ceremonias y banquetes, desde las antiguas civilizaciones hasta la actualidad representa un factor de cohesión social (1). La vitivinicultura en Latinoamérica tiene un sinuoso recorrido histórico desde su introducción por los conquistadores españoles en el siglo XV, hasta la actualidad, con la consolidación del llamado “Nuevo Mundo Vitivinícola” (2).

La fermentación a base de levaduras ha sido utilizada, desde la antigüedad, en la elaboración de cervezas, pan y vino, pero los fundamentos científicos de su cultivo y uso en grandes cantidades fueron descubiertos por el microbiólogo francés Louis Pasteur en el siglo XIX (3), (4).

Tradicionalmente el vino se ha elaborado con el mosto de uva, la fermentación se producía espontáneamente debido a las cepas de levaduras procedentes del epicarpio del mismo fruto llamadas levaduras salvajes. Las levaduras están presentes de forma natural en la pruina del hollejo durante el desarrollo de la uva, la más común es la *Kloeckera apiculata*, la cantidad de levaduras varían en relación a las condiciones climáticas, tipo de suelo, la variedad de la uva, la edad del viñedo, las técnicas de cultivo o el cuidado, entre otros factores (5). Las vinificaciones utilizando levaduras naturales garantizan una mayor tipicidad del vino, en cambio la adición de levaduras seleccionadas aporta un mayor control del proceso conocido como vinificación por cultivo starter (32).

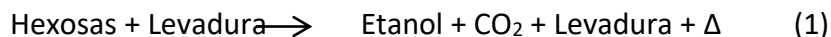
Las levaduras más estudiadas en el mundo son las cepas provenientes de las especies: *Saccharomyces cerevisiae* (levadura utilizada en la industria de la panificación y fermentación),

Kluyveromyces fragilis (levadura utilizada principalmente en la producción de derivados lácteos) y *Candida utilis* (levadura utilizada principalmente en la industria alimentaria y como fuente de proteína unicelular)(6)(7), estas especies de levaduras son consideradas como aptas para el consumo humano o GRAS (Generally Recognized As Safe) (8), (9).

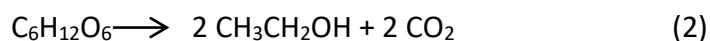
La levadura *Saccharomyces cerevisiae*, es probablemente el microorganismo más ampliamente utilizado por el hombre a través del tiempo en la elaboración de diversos alimentos como el pan o las bebidas alcohólicas (10), (11), esta levadura unicelular heterótrofa, de forma esférica, ovalada o elíptica, tiene dimensiones infinitesimales (5-30 μm de largo por 1-5 μm de ancho), obtiene la energía a partir del azúcar y tiene una elevada capacidad fermentativa (12), constituyendo el grupo de microorganismos más íntimamente asociado al progreso y bienestar de la humanidad; su nombre deriva del vocablo *Saccharo* (azúcar), *myces* (hongo) y *cerevisiae* (cerveza) (13).

La levadura *Saccharomyces cerevisiae* es la responsable de la fermentación alcohólica, dado que son los microorganismos que mejor se adaptan a las condiciones del mosto (jugo de fruta), al pH bajo y las elevadas concentraciones de azúcar, además de poseer una gran actividad enzimática capaz de influir en el proceso de vinificación y en su calidad (14).

En el proceso de fermentación las levaduras degradan el azúcar, químicamente conocido como hexosas (glucosa y fructuosa) contenidas en el mosto, liberando energía, dióxido de carbono (CO_2) y etanol o alcohol etílico (15). En la ecuación 1, se sintetiza el proceso de producción de alcohol por vía fermentativa a través de la conversión de hexosas en etanol (16), (17):



En la ecuación 2, se expresa químicamente como el azúcar en presencia de levadura es transformado en dos moléculas de alcohol etílico y dos moléculas de gas carbónico (18):



La fermentación se inicia mediante inoculación de los mostos con polvo liofilizado de *Saccharomyces cerevisiae* (19), en el proceso la levadura crece simultáneamente con la producción de alcohol por espacio de unas 20 horas y la velocidad de fermentación aumenta de forma rápida hasta alcanzar el máximo al término de 15 días (6), pasado este espacio de tiempo la producción de alcohol continúa a una velocidad decreciente, concluyendo el ciclo de fermentación de 24 a 30 días para obtener una concentración final de alcohol entre 6% y 7 % (20).

En el proceso la temperatura cumple un papel importante, es así que para activar la levadura el líquido que receptorá la levadura debe estar entre 30°C y 40°C. La temperatura adecuada para que las levaduras procesen los azúcares en el proceso de fermentación se encuentra entre 24°C y 32°C, siendo 27°C la temperatura óptima, pues si la temperatura es muy baja retrasa el tiempo de fermentación o a la vez si excede los 40°C la levadura deja de actuar y se detiene la fermentación (21).

La concentración de azúcares es crucial para el proceso de fermentación y se mide con un instrumento óptico llamado refractómetro de mano o también con un densímetro sacarímetro, la unidad es el grado Brix (°Bx) que equivale a los sólidos solubles totales (SST) disueltos en un líquido, es decir a la concentración de azúcar, expresado en porcentaje (22). El mosto para elaborar vino debe tener entre 16°Bx y 20°Bx, debido a que si el grado Brix es muy bajo el grado alcohólico será pobre, y si es superior al límite no permite que los microorganismos actúen correctamente en el líquido azucarado (21). En el proceso de fermentación no todo el azúcar se convierte en etanol, una parte se pierde en la respiración de la levadura, transformándose en otros subproductos químicos, o es liberado como CO₂.

La uva (*Vitis vinifera*), es un fruto carnoso de forma esférica que en conjunto forma racimos y se las puede encontrar en color verde, rojo, morada y negra. Su sabor va de lo dulce a lo ácido dependiendo de la variedad. El contenido de azúcares en el mosto de la uva verde se encuentra entre 6°Bx a 10 °Bx (23).

La mora (*Rubus subg. Rubus*) es una valla, formada por pequeñas drupas que en estado maduro se presenta con un color morado oscuro brillante. La mora de castilla (*Rubus glaucus*), es una variedad cultivada en las zonas altas tropicales de américa del sur, como Colombia y Ecuador. La concentración de azúcares en el mosto de la mora se aproxima a 11°Bx (24).

La concentración de alcohol en licores se puede medir en porcentaje de volumen (%v/v) o su equivalente grados Gay-Lussac (°GL), estas medidas indican el volumen de alcohol puro en relación con el volumen total de la bebida. Las bebidas fermentadas pueden alcanzar 15°GL, mientras que las bebidas destiladas pueden alcanzar un grado alcohólico que puede variar de 30°GL a 40°GL, incluso en algunos aguardientes su contenido puede ser superior (25).

Una medida internacional utilizada es la ABV (Alcohol by Volume), que determina el porcentaje de alcohol por volumen total de la bebida. Para calcular la graduación alcohólica ABV en el caso del vino, se necesita conocer la densidad del mosto antes y después de la fermentación (26). La densidad expresada g.cm⁻³ se puede medir con el densímetro o hidrómetro. La expresión matemática para calcular el % ABV, es la siguiente (27):

$$\% \text{ ABV} = \frac{(\delta_i - \delta_f)}{\delta_f} * K \quad (3)$$

Donde:

δ_i = Densidad inicial del mosto antes de la fermentación

δ_f = Densidad final del líquido fermentado

K = Constante 131 de la ecuación ABV

La investigación está orientada a elaborar artesanalmente vino de mora de castilla y vino de uva verde en condiciones que teóricamente no son favorables para la producción vinícola, monitorear

el proceso de fermentación para comparar las variaciones en el proceso catabólico y comparar el porcentaje de alcohol de los vinos al final del proceso.

MÉTODOS Y MATERIALES

La investigación de tipo experimental y se realizó en la comunidad de Nituiza (9824227.71 N, 748036.71 E), perteneciente a la parroquia Calpi del cantón Riobamba. El sitio se encuentra a una altitud de 3419.46 m.s.n.m., presenta características propias de las mesetas y valles de la región interandina del Ecuador con una temperatura de 7°C a 18°C.

La uva verde se tomó como piloto experimental por el contenido de azúcar que se equipara con el de la mora de castilla. Los vinos fueron elaborados a temperatura ambiente. Para la fermentación se utilizó levadura liofilizada del género *Saccharomyces cerevisiae* para conseguir una vinificación por cultivo starter.

El proceso de fermentación fue monitoreado en el laboratorio de Química y Biología de la “Unidad Educativa Autachi”, utilizando equipos de medición como densímetro, sacarímetro, hidrómetro y termómetro, además de otros materiales como probetas, vasos de precipitados, pinzas y mechero Bunsen.

Preparación de los vinos: Para elaborar el vino de mora de castilla y vino de uva verde, se utilizaron 3 libras de cada fruto (en proporción 50:50). En la Figura 1, se presenta los pasos de la elaboración de los vinos.

Las técnicas de fermentados por excelencia son las enológicas (28). Para la elaboración de los vinos se aplicaron medios prácticos artesanales con la finalidad de incentivar al emprendimiento.

- Lavado de las frutas: Verificar que las frutas se encuentren en buen estado. Retirar el sépalos de la mora de castilla y el pedicelo de la uva verde. Lavar las frutas en agua a 70 °C, para eliminar la levadura apiculada y evitar una fermentación espontánea.
- Preparación de los mostos: Lavar y triturar las frutas. Cernir para separar el mosto del bagazo. Se obtuvieron 1000 ml de mosto de mora de castilla y 1000 ml de mosto de uva verde. Los mostos fueron depositados en sus respectivos garrafones y se les agregó 4000 ml de agua previamente hervida a 70 °C., y enfriada. El pH del mosto de mora de castilla fue de 4.25 (ligeramente ácido) y 3.4 (moderadamente ácido) en el mosto de uva verde.
- Filtración: Filtrar los mostos, pasados 24 horas utilizando una tela fina.
- Adición de levadura: Para activar la levadura, apartar 250 ml del mosto de mora de castilla y 250 ml de mosto de uva verde, someter las muestras al calor hasta alcanzar 35°C, y agregar a cada muestra 30g de cepas de levadura *Saccharomyces cerevisiae* liofilizada, mezclar y dejar reposar 15 minutos.
- Incorporación de azúcar y levadura: Añadir al mosto de mora de castilla y al mosto de uva verde 3.50 libras de azúcar respectivamente para alcanzar el contenido de azúcar necesario para la fermentación.

- Fermentación: Colocar el preparado en botellones y codificar VMC (vino de mora de castilla) y VUV (vino de uva verde). Para crear un ambiente anaerobio dentro de los recipientes es necesario colocar en la boca del botellón una la trampa de aire.

Monitoreo: Los parámetros monitoreados fueron la temperatura ($^{\circ}\text{C}$), la densidad ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$) y contenido de azúcar ($^{\circ}\text{Bx}$). Las mediciones se realizaron aleatoriamente a las 10h00 hora en que los vinos a temperatura ambiente se encontraban entre 11.50°C y 12°C . Cada muestra de vino fue colocada en vasos de precipitados para someterlas al calor, hasta alcanzar los 15°C , temperatura necesaria para utilizar el densímetro sacarímetro y el hidrómetro. Los vinos se trasvasaron a una probeta de 100 ml llena hasta el borde para posteriormente realizar las medidas (Figura 2).



Figura 1. Monitoreo de densidad.

Para garantizar un ambiente anaerobio en el proceso de fermentación fue necesario colocar en la boca de los botellones trampas de aire. En la investigación, se improvisó una trampa de aire, que consistió en globos de látex a los que se les realizó una perforación con un alfiler (Figura 3). El globo fue colocado en la boca de cada botellón, con la finalidad de evitar que ingrese aire y facilitar la salida de dióxido de carbono (CO_2).

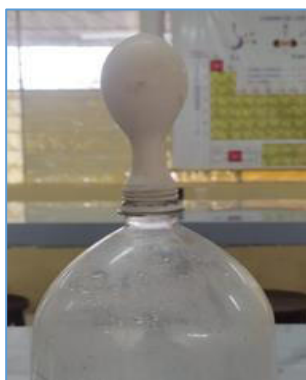


Figura 2. Trampa de aire con CO_2 .



Figura 3. Trampa de aire al finalizar el proceso.

Al inicio el globo se infló completamente con gas carbónico CO₂ producido por la levadura en el proceso de fermentación. Al pasar el tiempo el globo fue disminuyendo su volumen hasta quedar completamente sin gas (Figura 3), indicando la finalización del proceso de fermentación.

RESULTADOS

Durante el proceso metabólico de fermentación se realizaron 11 ensayos de control, con el doceavo monitoreo se corroboró la finalización del proceso.

Tabla 1. Monitoreo de °Bx y densidad en el proceso de fermentación.

No. Monitoreo	Tiempo de fermentación (Días)	Vino mora de castilla		Vino uva verde	
		Densidad g.cm ⁻³	°Bx	Densidad g.cm ⁻³	°Bx
1	1	1060	23.00	1042	15.50
2	5	1050	19.00	1040	15.00
3	8	1049	13.50	1038	10.00
4	12	1040	10.00	1020	5.50
5	14	1038	10.00	1018	5.00
6	20	1020	6.25	1005	0
7	23	1019	5.00	996	0
8	27	1014	3.25	995	0
9	33	1010	3.00	990	0
10	40	1008	2.50	985	0
11	43	1007	2	983	0
12	45	1007	2	983	0

En la Tabla 1, se registra el descenso progresivo del contenido de azúcar y el cambio de densidad producto del proceso metabólico. El contenido de azúcar del mosto de uva verde se redujo a 0°Bx a los 20 días, pero dentro los 23 días posteriores la densidad continuó descendiendo hasta fijarse en 983 g.cm⁻³. El contenido de azúcar en el mosto de mora de castilla se mantuvo en 2°Bx considerándose azúcar residual con una densidad de 1007 g.cm⁻³.

Para calcular el contenido alcohólico de cada vino se aplicó la ecuación % ABV, siendo necesario medir la densidad de los mostos antes de la fermentación y la densidad final es decir después de que los azúcares se han convertido en alcohol.

En la experiencia, una vez medida la densidad inicial, se consideró desde el segundo monitoreo como densidad final, estos datos se ingresaron a la ecuación %ABV dando como resultado la tabla

2, que contiene un registro del porcentaje de contenido alcohólico del mosto de mora de castilla como del mosto de uva verde dentro del proceso de fermentación.

Tabla 2. Contenido alcohólico del vino de mora de castilla y vino de uva verde.

No. Monitoreo	Tiempo de fermentación (Días)	% ABV	
		Vino mora de castilla	Vino uva verde
1	1	0	0
2	5	1.24	1.52
3	8	1.37	2.17
4	12	2.51	2.82
5	14	2.77	3.08
6	20	5.13	4.82
7	23	5.27	6.05
8	27	5.94	6.18
9	33	6.48	6.88
10	40	6.75	7.58
11	43	6.91	7.86
12	45	6.91	7.86

En la Tabla 2, se puede revisar que el porcentaje alcohólico del vino de mora de castilla, se incrementa en el día 20 de 2.77% ABV a 5.13% ABV, en los siguientes días sube gradualmente hasta fijarse en 6.91% ABV con un pH de 3.2. En el caso del vino de uva verde, el porcentaje alcohólico se incrementa en el día 23 de 4.82% ABV a 6.05% ABV, estabilizándose en el día 43 en 7.86% ABV con un pH de 2.8. En la Figura 5, se aprecia un cotejo entre los porcentajes de alcohol monitoreados.

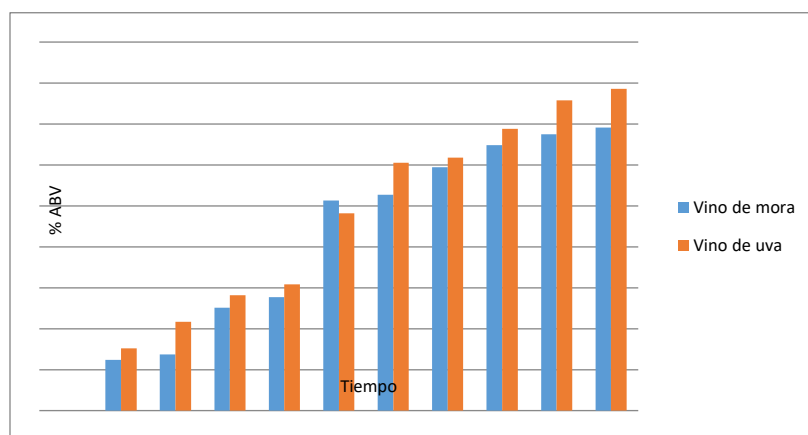


Figura 5. Comparación de porcentajes alcohólicos entre el vino de mora de castilla y uva verde.

En el día 20 se puede apreciar que el porcentaje alcohólico del vino de mora de castilla supera al vino de uva verde y pasado 3 días se produce una acción inversa existiendo al final el proceso una diferencia aproximada de 1%ABV superior en el vino de uva verde respecto al vino de mora de castilla.

DISCUSIÓN

La elaboración artesanal de vino con frutas se está abriendo campo en la vinicultura. En la investigación se elaboró de manera artesanal-experimental vino de mora de castilla (*Rubus glaucus*), con un contenido alcohólico de 6.91%ABV con 2°Bx totales. Frutas tradicionalmente conocidas por sus propiedades medicinales, han sido parte de estudios para la elaboración de vino como se describe en el artículo “Elaboración y caracterización fisicoquímica de un vino joven de fruta de borojó (*B patinoi Cuatrec*)”, el producto obtenido fue de un vino con 0.5 g.dm⁻³ de azúcares totales lo que le da una característica de vino seco con 9.25° de alcohol (29).

En cuanto al tipo de levadura utilizada en vinicultura, la plataforma AEB Academic, especializada de enología en su artículo “¿Qué son las levaduras para el vino?”, hace referencia a las levaduras indígenas o apiculadas es decir levaduras no *Saccharomyces* que inician una fermentación espontánea y desaparecen cuando el alcohol producido alcanza 4° a 6°, teniendo que aplicarse otro género de levadura para culminar la fermentación (30). En la elaboración de los vinos de mora de castilla y uva verde se eliminaron las levaduras conocidas como salvajes al lavar las frutas con agua a 70°C, para dar paso a una fermentación guiada con levadura *Saccharomyces cerevisiae*.

Para la fermentación del mosto de mora de castilla se añadió 3.50 libras de azúcar para alcanzar los °Bx necesarios para una fermentación efectiva. En la investigación “Producción y evaluación microbiana de vino de mesa a partir de tamarindo (*Tamarindus indica*) y guanábana (*Annona muricata*)”, señala la necesidad de incorporación de azúcar al mosto para que se produzca la fermentación con levadura *Saccharomyces cerevisiae*, dando como resultado una bebida con 8.14% de alcohol (31). En el estudio titulado “Producción de bebida alcohólica fermentada de carambola”, se obtuvo vino de 11.15% de graduación alcohólica a partir de la fermentación de la fruta conocida como estrella o carambola (*Averrhoa carambola*), utilizando la levadura *Saccharomyces cerevisiae* (32).

En el artículo “Temperatura ideal del vino tinto: Más que un simple número”, publicado en la plataforma Metalúrgica del Penedés, especializada en vinicultura, informa que la producción de vinos jóvenes en ambientes controlados a una temperatura entre 22°C a 26°C, facilita el crecimiento de las levaduras y la fermentación culmina en aproximadamente 10 a 15 días (33). El vino de mora de castilla y de uva verde se elaboró en la comunidad de Nitluisa a temperatura ambiente entre 7°C y 18°C, culminando el proceso de fermentación a los 43 días.

De acuerdo a The Grapevine Magazine, la mayoría de los vinos tienen un pH ácido entre 2.90 y 4.00, los vinos tintos suelen estar entre 3.40 - 3.80 y los vinos blancos, entre 3.20 - 3.58 (34). En el estudio “Oxidación de los vinos tintos: influencia del pH”, se indica que el vino al sobrepasar un

pH 4, aumenta significativamente el riesgo de contaminación microbiana (35). En el caso del vino de mora de castilla el pH fue de 3.60 y 3.25 en el vino de uva verde.

CONCLUSIONES

La temperatura gélida de la zona donde se realizó el estudio no fue limitante en el proceso de catabólico para la obtención del vino de mora de castilla y del vino de uva verde, comprobándose que, a menor temperatura, mayor tiempo de fermentación. La levadura *Saccharomyces cerevisiae* tuvo un rendimiento efectivo, por tanto, se considera una opción favorable cuando se trata de vinificación por cultivo starter.

En el mosto de mora de castilla la levadura metabolizó el azúcar gradualmente en 43 días, existiendo un consumo promedio de azúcar de $0.54^{\circ}\text{Bx}.\text{día}^{-1}$, a diferencia del mosto de uva verde, en donde se metabolizó la totalidad de azúcar en 20 días en un promedio de $1.10^{\circ}\text{Bx}.\text{día}^{-1}$. Al finalizar la fermentación se obtuvieron vinos jóvenes de sabor afrutado, fresco y con una acidez marcada con un pH dentro de los rangos de conservación y maduración. El porcentaje de alcohol del vino de mora de castilla fue de 6.91 %ABV y del vino de uva verde de 7.76 %ABV.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Jorge Angamarca Pinos, docente del área de producción agropecuaria de la “Unidad Educativa Autachi”, por facilitar el uso del densímetro sacarímetro, equipo que permitió realizar el monitoreo de °Bx.

REFERENCIAS

1. Palmero JR. El vino y la cultura wine and culture. 2014 [citado el 26 de agosto de 2025]; Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/23865/ARAMCV-2014-51-vino-cultura.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
2. Lacoste P. La vid y el vino en América del Sur: el desplazamiento de los polos vitivinícolas (siglos XVI al XX). Universum (Talca). 2004; 19(2).
3. Pelizer LH, Danesi EDG, Rangel C de O, Sassano CEN, Carvalho JCM, Sato S, et al. Influence of inoculum age and concentration in *Spirulina platensis* cultivation. J Food Eng. 2003; 56(4):371–5. [Internet], [Citado el 25 de agosto de 2025]. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/s0260-8774\(02\)00209-1](http://dx.doi.org/10.1016/s0260-8774(02)00209-1)
4. Hernández E, Meza E, Lozano N. Producción de proteína unicelular mediante cultivo continuo de levadura en suero de leche desproteínizado. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 2014; 5(2). [Internet], [Citado el 25 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/25835>
5. Padilla B, Gil JV, Manzanares P. Past and future of non-*Saccharomyces* yeasts: From spoilage microorganisms to biotechnological tools for improving wine aroma complexity. Front Microbiol. 2016; 7:411. [Internet], [Citado el 20 de agosto de 2025]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3389/fmicb.2016.00411>

6. Suárez-Machín C, Garrido-Carralero NA, Guevara-Rodríguez CA. Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. Revisión bibliográfica. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar. 2016;50(1):20-28 [Internet], [Citado el 22 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223148420004>
7. Manejo do uso da vinhaça no solo agrícola de acordo com a norma técnica. Nucleus. 2008; 5(2):231. [Internet], [Citado 25 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/view/100>
8. Boyle RJ, Robins-Browne RM, Tang MLK. Probiotic use in clinical practice: what are the risks? Am J Clin Nutr. 2006;83(6):1256–64. [Internet], [Citado el 21 de agosto de 2025]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/ajcn/83.6.1256>
9. Coenen TM, Bertens AM, de Hoog SC, Verspeek-Rip CM. Safety evaluation of a lactase enzyme preparation derived from *Kluyveromyces lactis*. Food Chem Toxicol. 2000;38(8):671–7. [Internet], [Citado el 21 de agosto de 2025]. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/s0278-6915\(00\)00053-3](http://dx.doi.org/10.1016/s0278-6915(00)00053-3)
10. Aranda JS, Salgado E, Taillandier P. Trehalose accumulation in *Saccharomyces cerevisiae* cells: experimental data and structured modeling. Biochem Eng J. 2004;17(2):129-40. [Internet], [Citado el 22 de agosto de 2025]. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/s1369-703x\(03\)00148-7](http://dx.doi.org/10.1016/s1369-703x(03)00148-7)
11. Otero MA, Guerrero I, Wagner JR, Cabello AJ, Sceni P, García R, *et al* . Yeast and its derivatives as ingredients in the food industry. Biotecnol Apl. 2011; 28(4): 272-275. [Internet], [Citado el 25 de agosto de 2025] Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-28522011000400010&lng=es.
12. Querol A, Belloch C, Fernández-Espinar MT, Barrio E. Molecular evolution in yeast of biotechnological interest. Int Microbiol. 2003;6(3):201-5. [Internet], [Citado el 25 de agosto de 2025]. Disponible en: doi: 10.1007/s10123-003-0134-z. Epub 2003 Jul 30. PMID: 12898400.
13. Hernández D. Efecto de un cultivo de *Saccharomyces cerevisiae* en consumo, digestibilidad y variables ruminales en borregos alimentados con pasto ovillo (*Dactylis glomerata*) cosechado a dos intervalos de rebrote. [México]: Montecillo; 1999.
14. Sánchez P. Estudio del impacto de levaduras no-*Saccharomyces* para mejorar la calidad de vinos tintos. [España]: Valladolid; 2021. [Internet]. Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/49168/TFG-L2879.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
15. Suárez-Lepe JA, Morata, A. Levaduras para vinificación en tinto. AMV Ediciones. 2015. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/283289823_Levaduras_para_vinificacion_en_Tinto_Yeasts_for_red_winemaking
16. García J, Suarez, MA; Domenech FL, Blanco GC; Santiesteban CM. 2000. Levadura *Saccharomyces*. Manual de los Derivados de la Caña de Azúcar. Tercera Edición. Capítulo 4.1, 2000: 97-201.
17. Estevéz RE. Fermentación y destilación alcohólica. Conferencia ICIDCA. 2015.
18. Kolb E. Vinos de frutas Elaboración artesanal e industrial. Ed Acribia, S.A. 2002.

19. Cruz-de Aquino MA, Martínez-Peniche RA, Becerril-Román AE & Chávaro-Ortiz MS. Caracterización física y química de vinos tintos producidos en Querétaro. *Revista fitotecnica mexicana*. 2012;35(5):61-67. [Internet], [citado 01 de julio de 2025]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802012000500013&lng=es&tlng=es.
20. García, J; Suarez, M. A; Domenech, F.L; Blanco, G.C; Santiesteban, C.M. *Levadura Saccharomyces*. Manual de los Derivados de la Caña de Azúcar. Tercera Edición. Capítulo 4.1, p.197 -201. 2000.
21. Romero RAG. Obtención de licor mediante destilación del fermentado de piña y pera. [México D.F.]: Instituto Politécnico Nacional; 2013. Disponible en: <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/17053/1/25-1-16616.pdf>
22. Cardona Iglesias JL, Castro Rincón E & Suárez Paternina EA. Los grados brix como herramienta para determinar el potencial nutricional en forrajes. *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (agrosavia)*. 2022. Disponible en: <https://www.agrosavia.co/media/euxjm4ms/los-grados-brix-como-herramienta-para-determinar-el-potencial-nutricional-en-forrajes.pdf>
23. Alcívar-Bravo A, Barreiro-Cobeña J, Navia-Mendoza J, Velásquez-Bazurto S, Vincés-Muñoz W. Obtención de alcohol a partir de la fermentación anaerobia del mosto de uva: Artículo de investigación. *Ycs*. 2019;3(5):1-7. [Internet], [Citado 26 de agosto de 2025]. Disponible en: <http://editorialibkn.com/index.php/Yachasun/article/view/16>
24. Vasco C, Ruales J, Kamal-Eldin A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. *Food Chem*. 2008; 111(4):816-23. [Internet], [Citado 27 de agosto de 2025]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.04.054>
25. Fernández PN. *Alcoholismo laboral*. Editorial Jurídica de Chile; 1988. [Internet], [Citado el 26 de agosto de 2025]. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=K_lxzAb18QoC&pg=PA13&dq=grados+gay+Lussac&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjB0PqgitjeAhVMqlkKHSScC8AQ6AEIJAA#v=onepage&q=grados%20gay%20Lussac&f=false
26. National Institute Standards and Tegnology - NIST. How is the alcohol content of beer, wine, and other beverages measured?, 2025. [Internet], [Citado el 26 de agosto de 2025]. Disponible en: https://www-nist-gov.translate.goog/how-do-you-measure-it/how-do-you-measure-percentage-alcohol-beer-wine-and-other-beverages?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc
27. Hall, ML. "Brew by the Numbers: Add Up What's in Your Beer". *Zymurgy*, 1995, 54-61.
28. Moreno-Pérez, A. A. *Técnicas enológicas de frío y enzimáticas aplicadas a la extractibilidad de Syrah, Cabernet Sauvignon y Monastrell*. Universidad de Murcia. 2013. [Internet], [Citado el 26 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://dspace.carm.es/jspui/bitstream/20.500.11914/1022/1/TESIS%20DOCTORAL%20ANA%20ADORACI%20c3%93N%20MORENO%20P%20c3%89REZ%5b1%5d.pdf>
29. García Zapateiro LA, Florez Mendoza CI & Marrugo Ligardo, Y. Elaboración y caracterización fisicoquímica de un vino joven de fruta de borojó (*B patinoi* Cuatrec). *Ciencia, docencia y tecnología*. 2026;(52):507-519. [Internet], [Citado el 20 de agosto de 2025]. Disponible en:

- https://www.researchgate.net/publication/305904114_Elaboracion_y_caracterizacion_fisicoquimica_de_un_vino_joven_de_fruta_de_borojo_B_patinoi_Cuatrec
30. AEB Academic, "¿Qué son las levaduras para el vino?. AEB, Barcelona, 2025. ,[Internet], [Citado el 26 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://www.aeb-group.com/es/que-s>
 31. Mbaeyi-Nwaoha I. y Ajumobi C. Production and Microbial Evaluation of table Wine from Tamarind (*Tamarindus indica*) and Soursop (*Annona muricata*), 2015;52(1),105-116. [Citado el 03 de septiembre de 2025]. Disponible en: doi.org/10.1007/s13197-013-0972-4, Journal of Food Science and Technology,
 32. Valim F de P, Aguiar-Oliveira E, Kamimura ES, Alves VD, Maldonado RR. Production of star fruit alcoholic fermented beverage. Indian J Microbiol. 2016;56(4):476-81. [Internet], [Citado el 03 de septiembre de 2025]. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5061694/>
 33. Metalurgica del Penedés. Temperatura ideal vino tinto. España, 2023, [Internet], [Citado el 26 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://www.metalurgicadelpenedes.com/blog/temperatura-ideal-vino-tinto/>
 34. The grapevine magazine. Manejo del pH en el vino, [Internet], España, 2025 https://thegrapevinemagazine-net.translate.goog/2024/08/managing-ph-in-wine/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc
 35. Paladino, S; Nazralla, J; Vila, H; Genovart, J; Sánchez, ML; Maza, M. Oxidación de los vinos tintos: influencia del pH. Rev. Facultad de Ciencias Agrarias. 2008; 40(2):105-112 [Internet], [Citado el 26 de agosto de 2025]. <https://www.redalyc.org/pdf/3828/382837643002.pdf>

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA FERMENTACIÓN Y CONTENIDO ALCOHÓLICO DE LOS VINOS DE MORA DE CASTILLA (*Rubus Glaucus*) Y UVA VERDE (*Vitis vinífera*)

COMPARATIVE ANALYSIS OF FERMENTATION AND ALCOHOL CONTENT OF CASTILIAN BLACKBERRY (*Rubus glaucus*) AND GREEN GRAPE (*Vitis vinífera*) WINES

Marco Pino-Vallejo¹, Arnulfo Tenesaca Ilbay²

{marcopinovallejo@hotmail.com¹ tenesacaarnulfo3@gmail.com²}

Fecha de recepción: 28/08/2025 / Fecha de aceptación: 06/10/2025 / Fecha de publicación: 07/10/2025

RESUMEN: Tradicionalmente el vino se ha elaborado con la uva, pero en la actualidad esta bebida alcohólica se está produciendo de manera artesanal e industrial con otras frutas como una extensión de la enología. Ecuador ofrece una amplia diversidad de frutas, debido a sus variados climas. La investigación es de tipo experimental y tiene como finalidad determinar la factibilidad de producir vino con mora de castilla (*Rubus glaucus*), sin control térmico y valorar su contenido alcohólico. Para la fermentación se utilizó levadura del género *Saccharomyces cerevisiae*. Los parámetros monitoreados en el transcurso de la fermentación fueron los grados Brix (°Bx) y la densidad. El proceso de fermentación se cotejó con el mosto de uva verde debido a que este fruto posee un contenido de azúcar similar al de la mora de castilla. La elaboración de los vinos se realizó en la comunidad de Nitiluiza (Calpi-Riobamba-Ecuador, 3419.46 m.s.n.m.), sitio de clima gélido con una temperatura mínima de 7°C y máxima 18°C por debajo de los 27°C que se considera la temperatura óptima para que se produzca la fermentación. El contenido de azúcar en el mosto de uva llegó a 0 °Br a los 20 días y en el caso del mosto de mora de castilla el contenido de azúcar se mantuvo en 2°Bx hasta finalizar la fermentación. Debido a las condiciones de temperatura el proceso catabólico se ralentizó culminando la fermentación de los vinos a los 43 días. Al finalizar el proceso se obtuvieron vinos jóvenes con un contenido alcohólico de 6.81% ABV en el vino de mora de castilla y 7.86% ABV en el vino de uva.

Palabras clave: Mora de castilla, mosto, levadura, *Saccharomyces Cerevisiae*, fermentación, grados brix, densidad, vino

¹Coordinador de Investigación, Instituto Superior Tecnológico República Federal de Alemania, Docente de Química y Biología, Unidad Educativa Autachi - Especialidad: Producción Agropecuaria - Ecuador, <https://orcid.org/0000-0003-0611-9339>, +593997472676.

²Bachiller Técnico en Producción Agropecuaria, Unidad Educativa Autachi - Ecuador, <https://orcid.org/0009-0002-1413-5216>, +593967609386.

ABSTRACT: Traditionally, wine has been made from grapes, but this alcoholic beverage is now being produced both artisanally and industrially with other fruits as an extension of oenology. Ecuador offers a wide variety of fruits due to its varied climate. This experimental research aims to determine the feasibility of producing wine with blackberry (*Rubus glaucus*) without thermal control and to assess its alcohol content. Yeast of the genus *Saccharomyces cerevisiae* was used for fermentation. The parameters monitored during fermentation were Brix (°Bx) and density. The fermentation process was compared with green grape must because this fruit has a sugar content similar to that of blackberry. The wines were produced in the community of Nitiluiza (Calpi-Riobamba-Ecuador, 3419.46 m.a.s.l.), a site with a frigid climate with a minimum temperature of 7°C and a maximum of 18°C, below the 27°C considered the optimal temperature for fermentation to occur. The sugar content in the grape must reached 0°Br after 20 days, and in the case of the blackberry must, the sugar content remained at 2°Bx until the end of fermentation. Due to the temperature conditions, the catabolic process slowed down, culminating the fermentation of the wines after 43 days. At the end of the process, young wines were obtained with an alcohol content of 6.81% ABV in the blackberry wine and 7.86% ABV in the grape wine.

Keywords: *Blackberry, must, yeast, Saccharomyces Cerevisiae, fermentation, brix degrees, density, wine*

INTRODUCCIÓN

El vino ha estado presente a lo largo de la historia de la humanidad en ceremonias y banquetes, desde las antiguas civilizaciones hasta la actualidad representa un factor de cohesión social (1). La vitivinicultura en Latinoamérica tiene un sinuoso recorrido histórico desde su introducción por los conquistadores españoles en el siglo XV, hasta la actualidad, con la consolidación del llamado “Nuevo Mundo Vitivinícola” (2).

La fermentación a base de levaduras ha sido utilizada, desde la antigüedad, en la elaboración de cervezas, pan y vino, pero los fundamentos científicos de su cultivo y uso en grandes cantidades fueron descubiertos por el microbiólogo francés Louis Pasteur en el siglo XIX (3)(4).

Tradicionalmente el vino se ha elaborado con el mosto de uva, la fermentación se producía espontáneamente debido a las cepas de levaduras procedentes del epicarpio del mismo fruto llamadas levaduras salvajes. Las levaduras están presentes de forma natural en la pruina del hollejo durante el desarrollo de la uva, la más común es la *Kloeckera apiculata*, la cantidad de levaduras varían en relación a las condiciones climáticas, tipo de suelo, la variedad de la uva, la edad del viñedo, las técnicas de cultivo o el cuidado, entre otros factores (5). Las vinificaciones utilizando levaduras naturales garantizan una mayor tipicidad del vino, en cambio la adición de levaduras seleccionadas aporta un mayor control del proceso conocido como vinificación por cultivo starter (32).

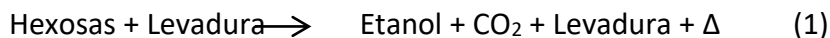
Las levaduras más estudiadas en el mundo son las cepas provenientes de las especies: *Saccharomyces cerevisiae* (levadura utilizada en la industria de la panificación y fermentación),

Kluyveromyces fragilis (levadura utilizada principalmente en la producción de derivados lácteos) y *Candida utilis* (levadura utilizada principalmente en la industria alimentaria y como fuente de proteína unicelular)(6)(7), estas especies de levaduras son consideradas como aptas para el consumo humano o GRAS (Generally Recognized As Safe) (8)(9).

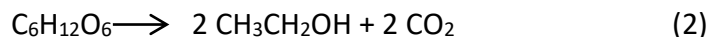
La levadura *Saccharomyces cerevisiae*, es probablemente el microorganismo más ampliamente utilizado por el hombre a través del tiempo en la elaboración de diversos alimentos como el pan o las bebidas alcohólicas (10)(11), esta levadura unicelular heterótrofa, de forma esférica, ovalada o elíptica, tiene dimensiones infinitesimales (5-30 μm de largo por 1-5 μm de ancho), obtiene la energía a partir del azúcar y tiene una elevada capacidad fermentativa (12), constituyendo el grupo de microorganismos más íntimamente asociado al progreso y bienestar de la humanidad; su nombre deriva del vocablo *Saccharo* (azúcar), *myces* (hongo) y *cerevisiae* (cerveza) (13).

La levadura *Saccharomyces cerevisiae* es la responsable de la fermentación alcohólica, dado que son los microorganismos que mejor se adaptan a las condiciones del mosto (jugo de fruta), al pH bajo y las elevadas concentraciones de azúcar, además de poseer una gran actividad enzimática capaz de influir en el proceso de vinificación y en su calidad (14).

En el proceso de fermentación las levaduras degradan el azúcar, químicamente conocido como hexosas (glucosa y fructuosa) contenidas en el mosto, liberando energía, dióxido de carbono (CO_2) y etanol o alcohol etílico (15). En la ecuación 1, se sintetiza el proceso de producción de alcohol por vía fermentativa a través de la conversión de hexosas en etanol (16)(17):



En la ecuación 2, se expresa químicamente como el azúcar en presencia de levadura es transformado en dos moléculas de alcohol etílico y dos moléculas de gas carbónico (18):



La fermentación se inicia mediante inoculación de los mostos con polvo liofilizado de *Saccharomyces cerevisiae* (19), en el proceso la levadura crece simultáneamente con la producción de alcohol por espacio de unas 20 horas y la velocidad de fermentación aumenta de forma rápida hasta alcanzar el máximo al término de 15 días (6), pasado este espacio de tiempo la producción de alcohol continúa a una velocidad decreciente, concluyendo el ciclo de fermentación de 24 a 30 días para obtener una concentración final de alcohol entre 6% y 7 % (20).

En el proceso la temperatura cumple un papel importante, es así que para activar la levadura el líquido que receptorá la levadura debe estar entre 30°C y 40°C. La temperatura adecuada para que las levaduras procesen los azúcares en el proceso de fermentación se encuentra entre 24°C y 32°C, siendo 27°C la temperatura óptima, pues si la temperatura es muy baja retrasa el tiempo de fermentación o a la vez si excede los 40°C la levadura deja de actuar y se detiene la fermentación (21).

La concentración de azúcares es crucial para el proceso de fermentación y se mide con un instrumento óptico llamado refractómetro de mano o también con un densímetro sacarímetro,

la unidad es el grado Brix (°Bx) que equivale a los sólidos solubles totales (SST) disueltos en un líquido, es decir a la concentración de azúcar, expresado en porcentaje (22). El mosto para elaborar vino debe tener entre 16°Bx y 20°Bx, debido a que si el grado Brix es muy bajo el grado alcohólico será pobre, y si es superior al límite no permite que los microorganismos actúen correctamente en el líquido azucarado (21). En el proceso de fermentación no todo el azúcar se convierte en etanol, una parte se pierde en la respiración de la levadura, transformándose en otros subproductos químicos, o es liberado como CO₂.

La uva (*Vitis vinifera*), es un fruto carnoso de forma esférica que en conjunto forma racimos y se las puede encontrar en color verde, rojo, morada y negra. Su sabor va de lo dulce a lo ácido dependiendo de la variedad. El contenido de azúcares en el mosto de la uva verde se encuentra entre 6°Bx a 10 °Bx (23).

La mora (*Rubus subg. Rubus*) es una valla, formada por pequeñas drupas que en estado maduro se presenta con un color morado oscuro brillante. La mora de castilla (*Rubus glaucus*), es una variedad cultivada en las zonas altas tropicales de américa del sur, como Colombia y Ecuador. La concentración de azúcares en el mosto de la mora se aproxima a 11°Bx (24).

La concentración de alcohol en licores se puede medir en porcentaje de volumen (%v/v) o su equivalente grados Gay-Lussac (°GL), estas medidas indican el volumen de alcohol puro en relación con el volumen total de la bebida. Las bebidas fermentadas pueden alcanzar 15°GL, mientras que las bebidas destiladas pueden alcanzar un grado alcohólico que puede variar de 30°GL a 40°GL, incluso en algunos aguardientes su contenido puede ser superior (25).

Una medida internacional utilizada es la ABV (Alcohol by Volume), que determina el porcentaje de alcohol por volumen total de la bebida. Para calcular la graduación alcohólica ABV en el caso del vino, se necesita conocer la densidad del mosto antes y después de la fermentación (26). La densidad expresada g.cm⁻³ se puede medir con el densímetro o hidrómetro. La expresión matemática para calcular el % ABV, es la siguiente (27):

$$\% \text{ ABV} = \frac{(\delta_i - \delta_f)}{\delta_f} * K \quad (3)$$

Donde:

δ_i = Densidad inicial del mosto antes de la fermentación

δ_f = Densidad final del líquido fermentado

K = Constante 131 de la ecuación ABV

La investigación está orientada a elaborar artesanalmente vino de mora de castilla y vino de uva verde en condiciones que teóricamente no son favorables para la producción vinícola, monitorear el proceso de fermentación para comparar las variaciones en el proceso catabólico y comparar el porcentaje de alcohol de los vinos al final del proceso.

MÉTODOS Y MATERIALES

La investigación de tipo experimental y se realizó en la comunidad de Nitiluiza (9824227.71 N, 748036.71 E), perteneciente a la parroquia Calpi del cantón Riobamba. El sitio se encuentra a una altitud de 3419.46 m.s.n.m., presenta características propias de las mesetas y valles de la región interandina del Ecuador con una temperatura de 7°C a 18°C.

La uva verde se tomó como piloto experimental por el contenido de azúcar que se equipara con el de la mora de castilla. Los vinos fueron elaborados a temperatura ambiente. Para la fermentación se utilizó levadura liofilizada del género *Saccharomyces cerevisiae* para conseguir una vinificación por cultivo starter.

El proceso de fermentación fue monitoreado en el laboratorio de Química y Biología de la “Unidad Educativa Autachi”, utilizando equipos de medición como densímetro sacarímetro, hidrómetro y termómetro, además de otros materiales como probetas, vasos de precipitados, pinzas y mechero Bunsen.

Preparación de los vinos: Para elaborar el vino de mora de castilla y vino de uva verde, se utilizaron 3 libras de cada fruto (en proporción 50:50). Las técnicas de fermentados por excelencia son las enológicas (28). Para la elaboración de los vinos se aplicaron medios prácticos artesanales con la finalidad de incentivar al emprendimiento.

- Lavado de las frutas: Verificar que las frutas se encuentren en buen estado. Retirar el sépalo de la mora de castilla y el pedicelo de la uva verde. Lavar las frutas en agua a 70 °C, para eliminar la levadura apiculada y evitar una fermentación espontánea.
- Preparación de los mostos: Lavar y triturar las frutas. Cernir para separar el mosto del bagazo. Se obtuvieron 1000 ml de mosto de mora de castilla y 1000 ml de mosto de uva verde. Los mostos fueron depositados en sus respectivos garrafones y se les agregó 4000 ml de agua previamente hervida a 70 °C., y enfriada. El ph del mosto de mora de castilla fue de 4.25 (ligeramente ácido) y 3.4 (moderadamente ácido) en el mosto de uva verde.
- Filtración: Filtrar los mostos, pasadas 24 horas utilizando una tela fina.
- Adición de levadura: Para activar la levadura, apartar 250 ml del mosto de mora de castilla y 250 ml de mosto de uva verde, someter las muestras al calor hasta alcanzar 35°C, y agregar a cada muestra 30g de cepas de levadura *Saccharomyces cerevisiae* liofilizada, mezclar y dejar reposar 15 minutos.
- Incorporación de azúcar y levadura: Añadir al mosto de mora de castilla y al mosto de uva verde 3.50 libras de azúcar respectivamente para alcanzar el contenido de azúcar necesario para la fermentación.
- Fermentación: Colocar el preparado en botellones y codificar VMC (vino de mora de castilla) y VUV (vino de uva verde). Para crear un ambiente anaerobio dentro de los recipientes es necesario colocar en la boca del botellón una la trampa de aire.

Monitoreo: Los parámetros monitoreados fueron la temperatura (°C), la densidad (g.cm⁻³) y contenido de azúcar (°Bx). Las mediciones se realizaron aleatoriamente a las 10h00 hora en que

los vinos a temperatura ambiente se encontraban entre 11.50°C y 12°C. Cada muestra de vino fue colocada en vasos de precipitados para someterlas al calor, hasta alcanzar los 15°C, temperatura necesaria para utilizar el densímetro sacarímetro y el hidrómetro. Los vinos se trasvasaron a una probeta de 100 ml llena hasta el borde para posteriormente realizar las medidas (Figura 1).



Figura 1. Monitoreo de densidad.

Para garantizar un ambiente anaerobio en el proceso de fermentación fue necesario colocar en la boca de los botellones trampas de aire. En la investigación, se improvisó una trampa de aire, que consistió en globos de látex a los que se les realizó una perforación con un alfiler (Figura 2). El globo fue colocado en la boca de cada botellón, con la finalidad de evitar que ingrese aire y facilitar la salida de dióxido de carbono (CO_2).

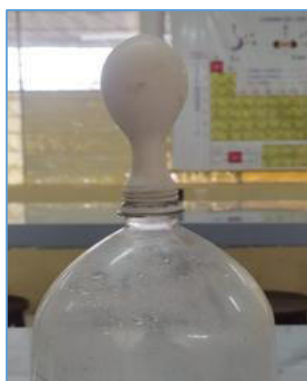


Figura 2. Trampa de aire con CO_2 .



Figura 3. Trampa de aire al finalizar el proceso.

Al inicio el globo se infló completamente con gas carbónico CO_2 producido por la levadura en el proceso de fermentación. Al pasar el tiempo el globo fue disminuyendo su volumen hasta quedar completamente sin gas (Figura 3), indicando la finalización del proceso de fermentación.

RESULTADOS

Durante el proceso metabólico de fermentación se realizaron 11 ensayos de control, con el doceavo monitoreo se corroboró la finalización del proceso.

Tabla 1. Monitoreo de °Bx y densidad en el proceso de fermentación.

No. Monitoreo	Tiempo de fermentación (Días)	Vino mora de castilla		Vino uva verde	
		Densidad g.cm ⁻³	°Bx	Densidad g.cm ⁻³	°Bx
1	1	1060	23.00	1042	15.50
2	5	1050	19.00	1040	15.00
3	8	1049	13.50	1038	10.00
4	12	1040	10.00	1020	5.50
5	14	1038	10.00	1018	5.00
6	20	1020	6.25	1005	0
7	23	1019	5.00	996	0
8	27	1014	3.25	995	0
9	33	1010	3.00	990	0
10	40	1008	2.50	985	0
11	43	1007	2	983	0
12	45	1007	2	983	0

En la Tabla 1, se registra el descenso progresivo del contenido de azúcar y el cambio de densidad producto del proceso metabólico. El contenido de azúcar del mosto de uva verde se redujo a 0°Bx a los 20 días, pero dentro los 23 días posteriores la densidad continuó descendiendo hasta fijarse en 983 g.cm⁻³. El contenido de azúcar en el mosto de mora de castilla se mantuvo en 2°Bx considerándose azúcar residual con una densidad de 1007 g.cm⁻³.

Para calcular el contenido alcohólico de cada vino se aplicó la ecuación % ABV, siendo necesario medir la densidad de los mostos antes de la fermentación y la densidad final es decir después de que los azúcares se han convertido en alcohol.

En la experiencia, una vez medida la densidad inicial, se consideró desde el segundo monitoreo como densidad final, estos datos se ingresaron a la ecuación %ABV dando como resultado la tabla 2, que contiene un registro del porcentaje de contenido alcohólico del mosto de mora de castilla como del mosto de uva verde dentro del proceso de fermentación.

Tabla 2. Contenido alcohólico del vino de mora de castilla y vino de uva verde.

No. Monitoreo	Tiempo de fermentación (Días)	% ABV	
		Vino mora de castilla	Vino uva verde
1	1	0	0
2	5	1.24	1.52
3	8	1.37	2.17
4	12	2.51	2.82
5	14	2.77	3.08
6	20	5.13	4.82
7	23	5.27	6.05
8	27	5.94	6.18
9	33	6.48	6.88
10	40	6.75	7.58
11	43	6.91	7.86
12	45	6.91	7.86

En la Tabla 2, se puede revisar que el porcentaje alcohólico del vino de mora de castilla, se incrementa en el día 20 de 2.77% ABV a 5.13% ABV, en los siguientes días sube gradualmente hasta fijarse en 6.91% ABV con un pH de 3.2. En el caso del vino de uva verde, el porcentaje alcohólico se incrementa en el día 23 de 4.82% ABV a 6.05% ABV, estabilizándose en el día 43 en 7.86% ABV con un pH de 2.8. En la Figura 4, se aprecia un cotejo entre los porcentajes de alcohol monitoreados.

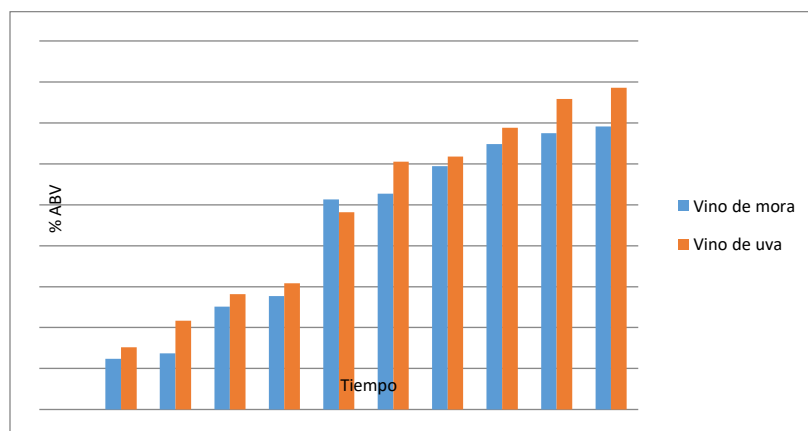


Figura 4. Comparación de porcentajes alcohólicos entre el vino de mora de castilla y uva verde.

En el día 20 se puede apreciar que el porcentaje alcohólico del vino de mora de castilla supera al vino de uva verde y pasado 3 días se produce una acción inversa existiendo al final el proceso una diferencia aproximada de 1%ABV superior en el vino de uva verde respecto al vino de mora de castilla.

DISCUSIÓN

La elaboración artesanal de vino con frutas se está abriendo campo en la vinicultura. En la investigación se elaboró de manera artesanal-experimental vino de mora de castilla (*Rubus glaucus*), con un contenido alcohólico de 6.91%ABV con 2°Bx totales. Frutas tradicionalmente conocidas por sus propiedades medicinales, han sido parte de estudios para la elaboración de vino como se describe en el artículo “Elaboración y caracterización fisicoquímica de un vino joven de fruta de borojó (*B patinoi Cuatrec*)”, el producto obtenido fue de un vino con 0.5 g.dm⁻³ de azúcares totales lo que le da una característica de vino seco con 9.25° de alcohol (29).

En cuanto al tipo de levadura utilizada en vinicultura, la plataforma AEB Academic, especializada de enología en su artículo “¿Qué son las levaduras para el vino?”, hace referencia a las levaduras indígenas o apiculadas es decir levaduras no *Saccharomyces* que inician una fermentación espontánea y desaparecen cuando el alcohol producido alcanza 4° a 6°, teniendo que aplicarse otro género de levadura para culminar la fermentación (30). En la elaboración de los vinos de mora de castilla y uva verde se eliminaron las levaduras conocidas como salvajes al lavar las frutas con agua a 70°C, para dar paso a una fermentación guiada con levadura *Saccharomyces cerevisiae*.

Para la fermentación del mosto de mora de castilla se añadió 3.50 libras de azúcar para alcanzar los °Bx necesarios para una fermentación efectiva. En la investigación “Producción y evaluación microbiana de vino de mesa a partir de tamarindo (*Tamarindus indica*) y guanábana (*Annona muricata*)”, señala la necesidad de incorporación de azúcar al mosto para que se produzca la fermentación con levadura *Saccharomyces cerevisiae*, dando como resultado una bebida con 8.14% de alcohol (31). En el estudio titulado “Producción de bebida alcohólica fermentada de carambola”, se obtuvo vino de 11.15% de graduación alcohólica a partir de la fermentación de la fruta conocida como estrella o carambola (*Averrhoa carambola*), utilizando la levadura *Saccharomyces cerevisiae* (32).

En el artículo “Temperatura ideal del vino tinto: Más que un simple número”, publicado en la plataforma Metalúrgica del Penedés, especializada en vinicultura, informa que la producción de vinos jóvenes en ambientes controlados a una temperatura entre 22°C a 26°C, facilita el crecimiento de las levaduras y la fermentación culmina en aproximadamente 10 a 15 días (33). El vino de mora de castilla y de uva verde se elaboró en la comunidad de Nitiluisa a temperatura ambiente ente 7°C y 18°C, culminando el proceso de fermentación a los 43 días.

De acuerdo a The Grapevine Magazine, la mayoría de los vinos tienen un pH ácido entre 2.90 y 4.00, los vinos tintos suelen estar entre 3.40 - 3.80 y los vinos blancos, entre 3.20 - 3.58 (34). En el estudio “Oxidación de los vinos tintos: influencia del pH”, se indica que el vino al sobrepasar un pH 4, aumenta significativamente el riesgo de contaminación microbiana (35). En el caso del vino de mora de castilla el pH fue de 3.60 y 3.25 en el vino de uva verde.

CONCLUSIONES

La temperatura gélida de la zona donde se realizó el estudio no fue limitante en el proceso de catabólico para la obtención del vino de mora de castilla y del vino de uva verde, comprobándose que, a menor temperatura, mayor tiempo de fermentación. La levadura *Saccharomyces cerevisiae* tuvo un rendimiento efectivo, por tanto, se considera una opción favorable cuando se trata de vinificación por cultivo starter.

En el mosto de mora de castilla la levadura metabolizó el azúcar gradualmente en 43 días, existiendo un consumo promedio de azúcar de $0.54^{\circ}\text{Bx.día}^{-1}$, a diferencia del mosto de uva verde, en donde se metabolizó la totalidad de azúcar en 20 días en un promedio de $1.10^{\circ}\text{Bx.día}^{-1}$. Al finalizar la fermentación se obtuvieron vinos jóvenes de sabor afrutado, fresco y con una acidez marcada con un pH dentro de los rangos de conservación y maduración. El porcentaje de alcohol del vino de mora de castilla fue de 6.91 %ABV y del vino de uva verde de 7.76 %ABV.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Jorge Angamarca Pinos, docente del área de producción agropecuaria de la “Unidad Educativa Autachi”, por facilitar el uso del densímetro sacarímetro, equipo que permitió realizar el monitoreo de $^{\circ}\text{Bx}$.

REFERENCIAS

1. Palmero JR. El vino y la cultura wine and culture. 2014 [citado el 26 de agosto de 2025]; Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/23865/ARAMCV-2014-51-vino-cultura.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
2. Lacoste P. La vid y el vino en América del Sur: el desplazamiento de los polos vitivinícolas (siglos XVI al XX). Universum (Talca). 2004; 19(2).
3. Pelizer LH, Danesi EDG, Rangel C de O, Sassano CEN, Carvalho JCM, Sato S, et al. Influence of inoculum age and concentration in *Spirulina platensis* cultivation. J Food Eng. 2003; 56(4):371–5. [Internet], [Citado el 25 de agosto de 2025]. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/s0260-8774\(02\)00209-1](http://dx.doi.org/10.1016/s0260-8774(02)00209-1)
4. Hernández E, Meza E, Lozano N. Producción de proteína unicelular mediante cultivo continuo de levadura en suero de leche desproteinizado. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 2014; 5(2). [Internet], [Citado el 25 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/25835>
5. Padilla B, Gil JV, Manzanares P. Past and future of non-*Saccharomyces* yeasts: From spoilage microorganisms to biotechnological tools for improving wine aroma complexity. Front Microbiol. 2016; 7:411. [Internet], [Citado el 20 de agosto de 2025]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3389/fmicb.2016.00411>
6. Suárez-Machín C, Garrido-Carralero NA, Guevara-Rodríguez CA. Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. Revisión bibliográfica. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar. 2016;50(1):20-28 [Internet], [Citado el 22 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223148420004>

7. Manejo do uso da vinhaça no solo agrícola de acordo com a norma técnica. Nucleus. 2008; 5(2):231. [Internet], [Citado 25 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/view/100>
8. Boyle RJ, Robins-Browne RM, Tang MLK. Probiotic use in clinical practice: what are the risks? Am J Clin Nutr. 2006;83(6):1256–64. [Internet], [Citado el 21 de agosto de 2025]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/ajcn/83.6.1256>
9. Coenen TM, Bertens AM, de Hoog SC, Verspeek-Rip CM. Safety evaluation of a lactase enzyme preparation derived from *Kluyveromyces lactis*. Food Chem Toxicol. 2000;38(8):671–7. [Internet], [Citado el 21 de agosto de 2025]. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/s0278-6915\(00\)00053-3](http://dx.doi.org/10.1016/s0278-6915(00)00053-3)
10. Aranda JS, Salgado E, Taillandier P. Trehalose accumulation in *Saccharomyces cerevisiae* cells: experimental data and structured modeling. Biochem Eng J. 2004;17(2):129-40. [Internet], [Citado el 22 de agosto de 2025]. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/s1369-703x\(03\)00148-7](http://dx.doi.org/10.1016/s1369-703x(03)00148-7)
11. Otero MA, Guerrero I, Wagner JR, Cabello AJ, Sceni P, García R, *et al* . Yeast and its derivatives as ingredients in the food industry. Biotechnol Apl. 2011; 28(4): 272-275. [Internet], [Citado el 25 de agosto de 2025] Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-28522011000400010&lng=es.
12. Querol A, Belloch C, Fernández-Espinar MT, Barrio E. Molecular evolution in yeast of biotechnological interest. Int Microbiol. 2003;6(3):201-5. [Internet], [Citado el 25 de agosto de 2025]. Disponible en: doi: 10.1007/s10123-003-0134-z. Epub 2003 Jul 30. PMID: 12898400.
13. Hernández D. Efecto de un cultivo de *Saccharomyces cerevisiae* en consumo, digestibilidad y variables ruminales en borregos alimentados con pasto ovillo (*Dactylis glomerata*) cosechado a dos intervalos de rebrote. [México]: Montecillo; 1999.
14. Sánchez P. Estudio del impacto de levaduras no-*Saccharomyces* para mejorar la calidad de vinos tintos. [España]: Valladolid; 2021. [Internet]. Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/49168/TFG-L2879.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
15. Suárez-Lepe JA, Morata, A. Levaduras para vinificación en tinto. AMV Ediciones. 2015. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/283289823_Levaduras_para_vinificacion_en_Tinto_Yeasts_for_red_winemaking
16. García J, Suarez, MA; Domenech FL, Blanco GC; Santiesteban CM. 2000. Levadura *Saccharomyces*. Manual de los Derivados de la Caña de Azúcar. Tercera Edición. Capítulo 4.1, 2000: 97-201.
17. Estevéz RE. Fermentación y destilación alcohólica. Conferencia ICIDCA. 2015.
18. Kolb E. Vinos de frutas Elaboración artesanal e industrial. Ed Acribia, S.A. 2002.
19. Cruz-de Aquino MA, Martínez-Peniche RA, Becerril-Román AE & Chávaro-Ortiz MS. Caracterización física y química de vinos tintos producidos en Querétaro. Revista fitotecnia mexicana. 2012;35(5):61-67. [Internet], [citado 01 de julio de 2025]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802012000500013&lng=es&tlng=es.

20. García, J; Suarez, M. A; Domenech, F.L; Blanco, G.C; Santiesteban, C.M. Levadura *Saccharomyces*. Manual de los Derivados de la Caña de Azúcar. Tercera Edición. Capítulo 4.1, p.197 -201. 2000.
21. Romero RAG. Obtención de licor mediante destilación del fermentado de piña y pera. [México D.F.]: Instituto Politécnico Nacional; 2013.
Disponible en: <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/17053/1/25-1-16616.pdf>
22. Cardona Iglesias JL, Castro Rincón E & Suárez Paternina EA. Los grados brix como herramienta para determinar el potencial nutricional en forrajes. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (agrosavia). 2022.
Disponible en: <https://www.agrosavia.co/media/euxjm4ms/los-grados-brix-como-herramienta-para-determinar-el-potencial-nutricional-en-forrajes.pdf>
23. Alcívar-Bravo A, Barreiro-Cobeña J, Navia-Mendoza J, Velásquez-Bazurto S, Vences-Muñoz W. Obtención de alcohol a partir de la fermentación anaerobia del mosto de uva: Artículo de investigación. Ycs. 2019;3(5):1-7. [Internet], [Citado 26 de agosto de 2025]. Disponible en: <http://editorialibkn.com/index.php/Yachasun/article/view/16>
24. Vasco C, Ruales J, Kamal-Eldin A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. Food Chem. 2008; 111(4):816-23. [Internet], [Citado 27 de agosto de 2025]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.04.054>
25. Fernández PN. Alcoholismo laboral. Editorial Jurídica de Chile; 1988. [Internet], [Citado el 26 de agosto de 2025]. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=K_lxzAb18QoC&pg=PA13&dq=grados+gay+Lussac&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjB0PqgitjeAhVMqlkKHSScC8AQ6AEIJAA#v=onepage&q=grados%20gay%20Lussac&f=false
26. National Institute Standards and Tegnology - NIST. How is the alcohol content of beer, wine, and other beverages measured?, 2025. [Internet], [Citado el 26 de agosto de 2025]. Disponible en: https://www-nist-gov.translate.goog/how-do-you-measure-it/how-do-you-measure-percentage-alcohol-beer-wine-and-other-beverages?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc
27. Hall, ML. "Brew by the Numbers: Add Up What's in Your Beer". Zymurgy, 1995, 54-61.
28. Moreno-Pérez, A. A. Técnicas enológicas de frío y enzimáticas aplicadas a la extractibilidad de Syrah, Cabernet Sauvignon y Monastrell. Universidad de Murcia. 2013. [Internet], [Citado el 26 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://dspace.carm.es/jspui/bitstream/20.500.11914/1022/1/TESIS%20DOCTORAL%20ANA%20ADORACI%20c3%93N%20MORENO%20P%20c3%89REZ%5b1%5d.pdf>
29. García Zapateiro LA, Florez Mendoza CI & Marrugo Ligardo, Y. Elaboración y caracterización fisicoquímica de un vino joven de fruta de borojó (*B. patinoi* Cuatrec). Ciencia, docencia y tecnología. 2026;(52):507-519. [Internet], [Citado el 20 de agosto de 2025]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/305904114_Elaboracion_y_caracterizacion_fisicoquimica_de_un_vino_joven_de_fruta_de_borojo_B_patinoi_Cuatrec

30. AEB Academic, “¿Qué son las levaduras para el vino?. AEB, Barcelona, 2025. ,[Internet], [Citado el 26 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://www.aeb-group.com/es/que-s>
31. Mbaeyi-Nwaoha I. y Ajumobi C. Production and Microbial Evaluation of table Wine from Tamarind (*Tamarindus indica*) and Soursop (*Annona muricata*), 2015;52(1),105-116. [Citado el 03 de septiembre de 2025]. Disponible en: doi.org/10.1007/s13197-013-0972-4, Journal of Food Science and Technology,
32. Valim F de P, Aguiar-Oliveira E, Kamimura ES, Alves VD, Maldonado RR. Production of star fruit alcoholic fermented beverage. Indian J Microbiol. 2016;56(4):476-81. [Internet], [Citado el 03 de septiembre de 2025]. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5061694/>
33. Metalurgica del Penedés. Temperatura ideal vino tinto. España, 2023, [Internet], [Citado el 26 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://www.metalurgicadelpenedes.com/blog/temperatura-ideal-vino-tinto/>
34. The grapevine magazine. Manejo del pH en el vino, [Internet], España, 2025 https://thegrapevinemagazine-net.translate.goog/2024/08/managing-ph-in-wine/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc
35. Paladino, S; Nazralla, J; Vila, H; Genovart, J; Sánchez, ML; Maza, M. Oxidación de los vinos tintos: influencia del pH. Rev. Facultad de Ciencias Agrarias. 2008; 40(2):105-112 [Internet], [Citado el 26 de agosto de 2025]. <https://www.redalyc.org/pdf/3828/382837643002.pdf>

ECONOMÍA CIRCULAR: ESTRATEGIAS SOSTENIBLES PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS Y LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN LA AMAZONÍA ECUATORIANA

CIRCULAR ECONOMY: SUSTAINABLE STRATEGIES FOR WASTE MANAGEMENT AND BIODIVERSITY CONSERVATION IN THE ECUADORIAN AMAZON

Daysi Lorena Caiza López¹, Mariano Fabrizio Jácome Viera², Edgar Fernando Macias Farias³,
Diego Andrés González Caiza⁴

{dl.caizal@uea.edu.ec¹, mf.jacomev@uea.edu.ec², ef.maciasf@uea.edu.ec³, da.gonzalezc@uea.edu.ec⁴}

Fecha de recepción: 01/10/2025 / Fecha de aceptación: 06/10/2025 / Fecha de publicación: 07/10/2025

RESUMEN: La creciente presión ambiental sobre la Amazonía, generada por prácticas extractivas y un manejo inadecuado de residuos, justifica la exploración de modelos alternativos de desarrollo sostenible. En este contexto, la economía circular se presenta como una estrategia pertinente para revalorizar los residuos y conservar la biodiversidad mediante ciclos productivos regenerativos. El objetivo del estudio fue proponer estrategias sostenibles de economía circular que integren dimensiones ecológicas, sociales y culturales en la gestión de residuos en la región amazónica. La investigación adoptó un enfoque cualitativo de tipo documental y alcance descriptivo, sustentada en una revisión sistemática de literatura científica publicada entre 2020 y 2025. Se aplicaron criterios de inclusión rigurosos, técnicas de análisis de contenido cualitativo y la metodología PRISMA, a fin de identificar prácticas circulares implementadas en territorios amazónicos, actores involucrados e impactos generados. Los resultados evidencian iniciativas como el compostaje comunitario, la bioconstrucción y la valorización de residuos agroforestales, las cuales han demostrado beneficios en la productividad, resiliencia comunitaria y sostenibilidad ecológica. Asimismo, se constató que las estrategias más eficaces incorporan conocimientos ancestrales, participación comunitaria y liderazgo femenino. La digitalización emergió como un factor habilitante para mejorar la trazabilidad, educación ambiental y gestión participativa, aunque su implementación requiere adaptación al contexto rural. En conclusión, la economía circular representa una alternativa viable para la sostenibilidad amazónica, siempre que se contextualice territorial y culturalmente. Se recomienda fortalecer marcos regulatorios

¹Universidad Estatal Amazónica (UEA), Facultad de Ciencias de la Vida, Puyo - Ecuador, <https://orcid.org/0000-0001-9582-0762>; 0983587981.

²Universidad Estatal Amazónica (UEA), Facultad de Ciencias de la Vida, Puyo - Ecuador, <https://orcid.org/0009-0008-3721-7461>.

³Universidad Estatal Amazónica (UEA), Facultad de Ciencias de la Vida, Puyo - Ecuador, <https://orcid.org/0009-0001-6976-9024>.

⁴Universidad Estatal Amazónica (UEA), Facultad de Ciencias de la Vida, Puyo - Ecuador, <https://orcid.org/0009-0004-7496-7860>.

inclusivos, diseñar indicadores de circularidad específicos, formalizar cooperativas de reciclaje con enfoque de género e integrar tecnologías digitales apropiadas al territorio.

Palabras clave: Amazonía, economía circular, gestión de residuos, saberes ancestrales, tecnologías digitales

ABSTRACT: The increasing environmental pressure on the Amazon, driven by extractive practices and inadequate waste management, justifies the exploration of alternative models for sustainable development. In this context, the circular economy emerges as a relevant strategy to revalorize waste and conserve biodiversity through regenerative production cycles. The aim of this study was to propose sustainable circular economy strategies that integrate ecological, social, and cultural dimensions into waste management in the Amazon region. The research adopted a qualitative documentary approach with a descriptive scope, based on a systematic review of scientific literature published between 2020 and 2025. Rigorous inclusion criteria, qualitative content analysis techniques, and the PRISMA methodology were applied to identify circular practices implemented in Amazonian territories, the stakeholders involved, and the impacts generated. The findings highlight initiatives such as community composting, bioconstruction, and the valorization of agroforestry waste, which have demonstrated benefits in productivity, community resilience, and ecological sustainability. Moreover, the most effective strategies were found to be those that incorporate ancestral knowledge, community participation, and female leadership. Digitalization emerged as an enabling factor to improve traceability, environmental education, and participatory management, although its implementation requires adaptation to rural contexts. In conclusion, the circular economy represents a viable alternative for sustainability in the Amazon, provided it is territorially and culturally contextualized. It is recommended to strengthen inclusive regulatory frameworks, design specific circularity indicators, formalize recycling cooperatives with a gender perspective, and integrate context-appropriate digital technologies.

Keywords: Amazon, circular economy, waste management, ancestral knowledge, digital technologies

INTRODUCCIÓN

La región amazónica, considerada uno de los ecosistemas más biodiversos del planeta, cumple funciones ecosistémicas clave como la regulación del clima, la provisión de agua y la captura de carbono (1). No obstante, enfrenta crecientes presiones derivadas de la expansión de actividades extractivas, la deforestación y un manejo ineficiente de residuos sólidos, lo que amenaza tanto su integridad ecológica como la calidad de vida de sus habitantes. Ante este escenario, la economía circular emerge como un modelo alternativo al paradigma lineal de producción y consumo, al promover la reducción, reutilización, reciclaje y valorización de residuos dentro de ciclos regenerativos (2).

En este contexto, la economía circular adquiere especial relevancia para territorios como la Amazonía, donde la gestión ambiental debe articularse con dinámicas socioculturales, saberes ancestrales y la resiliencia de comunidades locales (3). Las estrategias circulares permiten reconceptualizar los residuos como recursos, fomentando prácticas de compostaje, reciclaje, ecodiseño, bioeconomía y bioconstrucción, que contribuyen tanto a la conservación de la biodiversidad como a la sostenibilidad de sistemas productivos locales (4).

Sin embargo, la implementación de estas estrategias enfrenta múltiples barreras estructurales: desde la limitada infraestructura técnica y la débil institucionalidad ambiental, hasta la falta de articulación intersectorial y de incentivos normativos adecuados (5). A ello se suma la necesidad de generar marcos de gobernanza ambiental inclusiva que integren actores estatales, comunitarios y del sector privado, para garantizar la escalabilidad de las soluciones circulares.

Desde un enfoque teórico, la economía circular se plantea como un sistema económico restaurativo y regenerativo, en el que los flujos materiales y energéticos se mantienen dentro del sistema mediante el cierre de ciclos biológicos y técnicos (6). Esta lógica permite rediseñar procesos productivos bajo principios de eficiencia ecológica, minimización del impacto ambiental e inclusión social. En el ámbito amazónico, investigaciones aplicadas han demostrado que estrategias como el aprovechamiento de residuos orgánicos en plantaciones agroforestales (cacao o palma), o el uso de subproductos forestales, pueden incrementar la productividad al tiempo que se protege la diversidad biológica (7).

Asimismo, la integración de políticas públicas orientadas a la economía circular resulta fundamental para generar condiciones habilitantes. Se requieren planes diferenciados para residuos sanitarios, agrícolas y forestales, acompañados de normativas que promuevan innovación, inversión verde y participación ciudadana (8), (9). En esta línea, es indispensable la incorporación de indicadores de circularidad y de impacto socioambiental en los planes de ordenamiento territorial y desarrollo regional.

A nivel empírico, diversas experiencias en Brasil, Colombia, Perú y Ecuador evidencian avances en la implementación de estrategias circulares, tanto en contextos urbanos como rurales. Iniciativas comunitarias de compostaje, reciclaje inclusivo o construcción con materiales reciclados han demostrado su viabilidad técnica y social. No obstante, persisten desafíos vinculados con la informalidad del sector, la brecha tecnológica y la débil integración entre los diferentes niveles de gobernanza (10), (11).

En función de este panorama, el presente artículo tiene como objetivo proponer estrategias sostenibles de economía circular para la gestión de residuos y la conservación de la biodiversidad en la Amazonía, incorporando una mirada integral que articule aspectos ecológicos, sociales y económicos. Se aspira a identificar buenas prácticas con potencial de escalabilidad, barreras estructurales persistentes y oportunidades para una gobernanza ambiental multinivel e intercultural.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación adoptó un enfoque cualitativo de tipo documental, sustentado en una revisión sistemática de literatura científica (12). La elección metodológica respondió a la necesidad de comprender y proponer estrategias de economía circular pertinentes para contextos de alta diversidad biológica y cultural, como la Amazonía ecuatoriana, desde una perspectiva ecológica, territorial y sociocultural.

El alcance del estudio fue descriptivo, ya que permitió identificar, clasificar y examinar las estrategias implementadas, sus resultados, limitaciones y posibilidades de adaptación, integrando tanto conocimiento científico como saberes ancestrales en la gestión comunitaria del entorno (13). El proceso metodológico se desarrolló de manera cronológica y sistemática, a través de cinco fases interrelacionadas:

Formulación del problema y preguntas orientadoras

Se definieron interrogantes que guiaron la revisión, tales como: ¿Qué enfoques de economía circular se implementaron en territorios amazónicos? ¿Qué impactos tuvieron estas estrategias en la gestión de residuos y la conservación de la biodiversidad? ¿Cómo se integraron los saberes ancestrales en dichas iniciativas? Estas preguntas se formularon considerando estudios previos sobre sostenibilidad territorial y gestión ambiental en zonas de alta biodiversidad (14).

Recolección de literatura científica especializada

Esta fase se ejecutó entre marzo y mayo de 2025, mediante búsquedas estructuradas en bases de datos reconocidas como Scopus, Web of Science, Scielo, Redalyc, Dialnet y Google Scholar. Se aplicaron filtros por idioma (español e inglés), tipo de documento (artículos científicos, libros académicos e informes técnicos) y periodo de publicación (2020–2025).

Uso de operadores booleanos

Para maximizar la precisión en la recuperación de información relevante, se utilizaron operadores booleanos como AND, OR y NOT, combinados estratégicamente. Expresiones utilizadas que se incluyeron:

- "economía circular" AND "Amazonía ecuatoriana"
- "gestión de residuos" OR "manejo de desechos sólidos"
- "biodiversidad" AND "estrategias sostenibles" NOT "zonas urbanas"

Estas combinaciones permitieron delimitar los resultados a fuentes académicas altamente pertinentes al objeto de estudio, optimizando el proceso de selección.

Aplicación de la metodología PRISMA

La revisión bibliográfica se guio por el modelo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), lo cual permitió transparentar las fases de identificación, cribado, elegibilidad e inclusión de documentos.

La Figura 1 presenta el flujo de selección de estudios siguiendo la metodología PRISMA. Inicialmente, se identificaron 48 registros en bases de datos académicas, de los cuales se eliminaron 8 duplicados. Tras examinar títulos y resúmenes, se excluyeron 18 registros por no ajustarse a los criterios. Los 22 documentos restantes se evaluaron en texto completo, incorporándose finalmente 18 estudios que cumplieron con los requisitos de calidad y pertinencia temática. Este proceso aseguró que la revisión se basara en la evidencia más rigurosa disponible para el contexto analizado, pese a la limitada literatura existente.

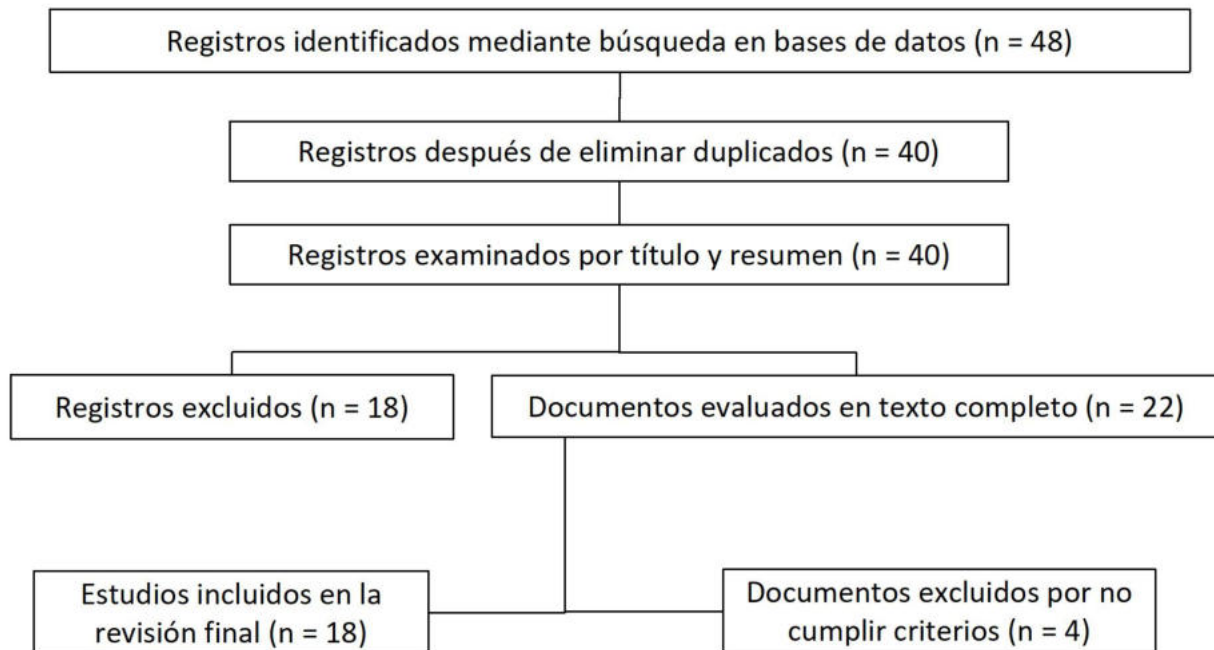


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de selección de estudios según la metodología PRISMA.

Criterios de inclusión y exclusión

Se incluyeron investigaciones empíricas y teóricas con revisión por pares, enfocadas en economía circular, gestión de residuos, biodiversidad y sostenibilidad en territorios amazónicos o contextos análogos. Se excluyeron documentos sin respaldo metodológico, estudios duplicados o publicaciones no relacionadas directamente con la región amazónica.

Las fuentes seleccionadas fueron organizadas en matrices de análisis documental, que permitieron su clasificación de acuerdo con variables clave: tipo de estrategia circular aplicada, actores involucrados (institucionales, comunitarios, académicos), impactos ecológicos, incorporación de saberes ancestrales y marcos normativos. Posteriormente, se aplicaron técnicas de análisis de contenido cualitativo, lo cual facilitó la identificación de categorías emergentes, relaciones temáticas y vacíos de conocimiento.

En síntesis, esta metodología permitió construir un panorama crítico, actualizado y multidimensional sobre la implementación de estrategias de economía circular en la Amazonía ecuatoriana. La articulación de fuentes científicas con el contexto socioambiental permitió evidenciar experiencias locales con potencial replicabilidad, y resaltar la necesidad de modelos sostenibles que integren la diversidad biológica y cultural del territorio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Estrategias circulares aplicadas en contextos amazónicos

Los hallazgos evidencian que existen múltiples iniciativas orientadas a la valorización de residuos en la Amazonía, especialmente a través del compostaje comunitario, el reciclaje inclusivo, la bioconstrucción y el aprovechamiento de subproductos agroindustriales. Destacan particularmente las experiencias relacionadas con el uso de residuos del cacao en sistemas agroforestales, donde el compostaje ha mejorado la eficiencia productiva y reducido la presión ambiental.

Según (15), el análisis de ciclo de vida de esta cadena productiva en la provincia de Orellana evidenció emisiones significativas (~228 kg CO₂ por unidad funcional), principalmente por el uso de diésel y transporte, así como afectaciones al agua y al suelo por insumos químicos. Este tipo de evaluaciones permite dimensionar el impacto ambiental de actividades productivas tradicionales y justifica la necesidad de modelos circulares más sostenibles.

A continuación, en la Tabla 1, se muestran estrategias circulares. Estas iniciativas destacan la relevancia de la economía circular en estos países.

Tabla 1. Estrategias de economía circular implementadas en contextos amazónicos y regiones análogas: países, impactos principales y referencias.

Estrategia circular	Países/Región	Impacto principal	Referencias
Políticas forestales y bioeconomía circular en la UE	Unión Europea	Fortalecimiento de políticas integradas para promover una bioeconomía circular basada en madera.	(16)
Desarrollo de economía circular en la construcción con madera	Finlandia / Europa	Incorporación del diseño circular en construcción, uso sostenible de recursos forestales.	(17)
Community Forest Management (CFM).	Sudeste Asiático (Indonesia, Filipinas, Tailandia, Camboya, etc.)	Conservación de biodiversidad, mejoría de medios de vida y gobernanza local.	(18)
Mercado de productos forestales no maderables (PFNM) como estrategia circular.	Amazonía brasileña (región amazónica).	Apoyo a comunidades locales, conservación de bosques, creación de mercados sostenibles.	(3)
Compostaje comunitario de residuos orgánicos	Ecuador, Brasil.	Recuperación de suelos, reducción de residuos domésticos y agrícolas.	(19,20)
Carpintería sostenible con residuos de madera.	Brasil (Manaos).	Valorización de residuos industriales, generación de empleo.	(21)
Aprovechamiento de productos forestales no maderables (PFNM).	Amazonía brasileña.	Conservación de bosques, ingresos para comunidades.	(22)
Integración de ecodiseño y tecnologías sostenibles.	Ecuador, Brasil.	Reducción de residuos técnicos, participación comunitaria.	(1,20)
Revalorización de residuos orgánicos en plantaciones de cacao.	Cantón Loreto, provincia de Orellana (Amazonía ecuatoriana).	Conversión de subproductos agrícolas en insumos útiles; sostenibilidad ambiental y socioeconómica.	(19)
Sistema de gestión integral de residuos sólidos domésticos con compostaje.	Comunidad Cofán A I Dureno, Amazonía ecuatoriana.	Producción de compost, reducción de quema de residuos, propuesta de autogestión comunitaria.	(23)

Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de la revisión de literatura realizada en el presente estudio.

Estas experiencias reflejan el potencial transformador de la economía circular para reducir la presión ecológica sobre los ecosistemas amazónicos. Además de mitigar la generación de residuos, estas estrategias permiten mantener los recursos en uso mediante el diseño regenerativo de productos y servicios.

2. Incorporación de saberes ancestrales y liderazgo femenino

La revisión también destaca que las estrategias más exitosas han sido aquellas que integran activamente el conocimiento ancestral y fomentan la co-gestión territorial.

- En la Amazonía Legal brasileña, se documentó que las comunidades locales ya aplican prácticas circulares en el manejo de PFNM como resinas, frutos y fibras vegetales, lo que contribuye a la conservación de los bosques y a su soberanía alimentaria (22).
- La gestión de residuos de cacao en Ecuador ha sido optimizada mediante el uso de compostaje comunitario, donde la participación ciudadana y la educación ambiental han sido claves para el éxito (19).

Otro hallazgo de gran valor estratégico es el rol activo de las mujeres indígenas amazónicas, quienes han logrado integrar conocimientos ancestrales en prácticas agroecológicas, de producción artesanal y uso sostenible de subproductos forestales. En la provincia de Pastaza, estas lideresas han impulsado modelos de economía circular desde una perspectiva culturalmente pertinente, reforzando la soberanía alimentaria, la resiliencia comunitaria y la conservación de la biodiversidad (20). Este tipo de experiencias demuestra que las estrategias de economía circular no deben replicarse de manera homogénea, sino adaptarse a las dinámicas culturales y territoriales de cada comunidad, reconociendo el valor de los conocimientos locales como un componente central en el diseño e implementación de soluciones sostenibles.

En la Tabla 2, se presentan diversas prácticas agroforestales y de manejo sostenible basadas en conocimientos ancestrales de comunidades indígenas amazónicas, destacando aplicaciones circulares tradicionales que promueven la conservación forestal, la fertilidad del suelo y la diversificación económica. Los resultados evidencian mejoras significativas en sostenibilidad ecológica y social, respaldadas por referencias recientes.

Tabla 2. Incorporación de conocimientos tradicionales en estrategias circulares.

Conocimiento ancestral	Aplicación circular	Comunidades/ Pueblos	Resultados obtenidos	Referencias
Agroforestería de cacao y café con conservación forestal.	Agroforestería tradicional circular.	Asháninka (Perú, Brasil).	Sostenibilidad económica, incremento de la diversidad.	(7), (20)
Compostaje orgánico para agricultura.	Uso medicinal y alimentario de subproductos.	Shipibo (Perú).	Fertilidad del suelo, diversificación de ingresos.	(22)
Sistemas de policultivos.	Agroforestería tradicional circular.	Ribereños (Brasil, Perú).	Incremento de la diversidad 60%	(7)
Aprovechamiento integral de recursos.	Uso medicinal y alimentario de subproductos.	Tikuna, Cocama (Amazonía trinacional).	Diversificación de ingresos 30%	(22)
Manejo de residuos orgánicos.	Compostaje con plantas medicinales.	Shuar, Achuar (Ecuador).	Mejora calidad suelos 40%	(3)
Agroforestería, cultivo de plantas medicinales.	Compostaje con plantas medicinales.	Kichwa (Pastaza, Ecuador).	Diversificación de ingresos, mejora de la calidad del suelo.	(3), (20)
Producción con	Bioconstrucción	Shuar (Amazonía	Fortalecimiento del	(4), (20)

métodos tradicionales y sostenibles.	con fibras vegetales.	ecuatoriana).	conocimiento tradicional, reducción de costos.
--------------------------------------	-----------------------	---------------	--

Fuente: *Elaboración propia de los autores a partir de la revisión de literatura realizada en el presente estudio.*

3. Potencial de la digitalización en la economía circular rural

Aunque la mayoría de las aplicaciones tecnológicas vinculadas a la economía circular se han desarrollado en entornos urbanos e industriales, existe un creciente interés por adaptar herramientas digitales a contextos rurales y biodiversos como la Amazonía. La digitalización, entendida como el uso de tecnologías emergentes para optimizar procesos, recopilar datos y facilitar la toma de decisiones, puede ser un catalizador para la transición hacia modelos circulares más eficientes y resilientes.

Se ha demostrado que la incorporación de herramientas digitales asociadas a la Industria 4.0 como sensores inteligentes, sistemas de trazabilidad y plataformas de gestión de residuos; mejora significativamente la eficiencia en el sector agroindustrial del Guayas (24). Aunque este estudio no se centró en la Amazonía, sus autores sugieren que estas tecnologías podrían adaptarse a territorios amazónicos si se integran con enfoques de bioeconomía, gestión descentralizada y participación comunitaria.

La transformación digital de la gestión de residuos sólidos en América Latina, según el Banco Interamericano de Desarrollo, incluye innovaciones como inteligencia artificial, Internet de las cosas (IoT), plataformas de datos abiertos y aplicaciones móviles para el monitoreo de residuos (25). Estas herramientas permiten optimizar rutas de recolección, mejorar la trazabilidad de materiales reciclables y facilitar la participación ciudadana en la separación de residuos.

En el contexto amazónico, la digitalización puede facilitar:

- La trazabilidad de productos agroforestales mediante códigos QR y blockchain, garantizando prácticas sostenibles.
- El uso de aplicaciones móviles para la educación ambiental y la gestión comunitaria de residuos.
- La implementación de sensores remotos para monitorear la calidad del suelo y el impacto de prácticas circulares en la biodiversidad.
- La creación de plataformas colaborativas para compartir conocimientos entre comunidades indígenas, técnicos y académicos.

Estos avances permiten pensar en una “tecnología socialmente apropiada”, es decir, adaptada a las condiciones de conectividad, infraestructura y formación técnica de las comunidades rurales amazónicas. La clave está en diseñar soluciones inclusivas, de bajo costo y culturalmente pertinentes, que fortalezcan la autonomía local y promuevan la innovación desde el territorio.

Además, iniciativas como el Proyecto ATPA-RAPS en Ecuador han comenzado a integrar instrumentos técnicos y digitales para la planificación agroproductiva sostenible, lo que

demuestra que la digitalización puede ser una herramienta estratégica para la reconversión productiva en la Amazonía (26).

4. Factores habilitantes y limitaciones

Entre los factores que favorecen la economía circular en la Amazonía se identifican:

- La participación comunitaria activa, especialmente de mujeres líderes, quienes desempeñan roles clave en la gestión de residuos, el compostaje y la producción agroecológica. Esta participación fortalece el tejido social y promueve la equidad de género en procesos ambientales
- El acompañamiento institucional por parte de gobiernos locales, universidades y organizaciones de cooperación internacional, que proveen asistencia técnica, formación y recursos para la implementación de proyectos piloto.
- La incorporación progresiva de tecnologías emergentes en procesos productivos rurales, como sensores para monitoreo ambiental, plataformas digitales para trazabilidad y aplicaciones móviles para educación ambiental.
- El fortalecimiento de cadenas de valor sostenibles basadas en cultivos nativos como el aguaje, camu camu y ají charapita, que promueven la producción circular y el biocomercio sin deforestación.
- La articulación de redes territoriales y alianzas público-privadas que permiten compartir buenas prácticas, generar inversión verde y fomentar la innovación social

Estos factores configuran un entorno propicio para la transición hacia modelos circulares adaptados a la diversidad ecológica y cultural de la región. No obstante, persisten barreras significativas que limitan la consolidación de la economía circular en la Amazonía:

- La ausencia de normativas específicas que promuevan la economía circular con enfoque intercultural y territorial. La legislación ambiental aún privilegia modelos lineales y no contempla la diversidad de prácticas locales.
- La informalidad de los sistemas de gestión de residuos, especialmente en zonas rurales, donde la recolección, clasificación y valorización de desechos carece de infraestructura y apoyo técnico.
- La escasa integración entre actores estatales, comunitarios y privados, lo que genera.

5. Propuestas estratégicas emergentes

A partir del análisis de los factores habilitantes y limitaciones identificadas, se plantean propuestas estratégicas orientadas a fortalecer la economía circular en la Amazonía ecuatoriana, con énfasis en la inclusión social, la sostenibilidad ambiental y la gobernanza territorial.

5.1. Diseño de indicadores de circularidad adaptados a los ecosistemas amazónicos: Es fundamental desarrollar indicadores que reflejen la especificidad ecológica, cultural y productiva de la Amazonía.

Estos deben considerar:

- Ciclos biológicos y técnicos propios de la región (uso de productos forestales no maderables).
- Participación comunitaria en la gestión de recursos.
- Impacto en biodiversidad y servicios ecosistémicos.

Modelos como el Indicador de Circularidad de Material (ICM) pueden ser adaptados para evaluar procesos locales (27), (28). Además, plataformas como la de Chile para monitorear la circularidad ofrecen referencias metodológicas útiles.

5.2. Fortalecimiento de cooperativas de reciclaje urbano y rural con enfoque de género

La formalización de cooperativas de reciclaje, especialmente aquellas lideradas por mujeres, es clave para la inclusión social y la sostenibilidad.

Se propone:

- Capacitación técnica y legal para la conformación de cooperativas.
- Reconocimiento del trabajo informal como parte del sistema circular.
- Promoción de redes de recicladoras con enfoque interseccional, que aborden género, etnicidad y territorio.

Estas acciones permiten dignificar el trabajo de reciclaje y generar empleo verde en zonas vulnerables.

5.3. Incorporación de tecnologías digitales apropiadas en la gestión de residuos y producción agroforestal

La digitalización puede transformar la eficiencia y trazabilidad de los procesos circulares.

Se recomienda:

- Uso de sensores, SIG y drones para monitoreo de cultivos y residuos.
- Aplicaciones móviles para educación ambiental y trazabilidad de productos.
- Inteligencia artificial para la detección de plagas y optimización de recursos.

Estas tecnologías deben ser accesibles, adaptadas al contexto rural y acompañadas de procesos de formación comunitaria.

5.4. Establecimiento de marcos regulatorios multiactor y multinivel que reconozcan saberes locales y biodiversidad

La gobernanza ambiental debe integrar múltiples escalas y actores, reconociendo los conocimientos ancestrales como base de sostenibilidad.

Se propone:

- Reformas normativas que articulen biodiversidad, derechos colectivos y economía circular.
- Instrumentos como los Acuerdos de Uso Sostenible y Custodia del Ecosistema Manglar (*Auscem*) como modelos de gestión participativa.
- Inclusión de pueblos indígenas en la co-creación de políticas públicas, con mecanismos de consulta previa, libre e informada.

Estos marcos deben garantizar la equidad, la transparencia y el respeto por la diversidad cultural y biológica de la región.

CONCLUSIONES

La economía circular representa una alternativa viable y necesaria frente al modelo lineal de producción y consumo que ha profundizado la degradación ambiental en la región amazónica. Las estrategias analizadas permiten evidenciar que la reconceptualización de los residuos como recursos puede generar impactos positivos tanto en la sostenibilidad de los ecosistemas como en el bienestar de las comunidades locales. Prácticas como el compostaje comunitario, la bioconstrucción, el aprovechamiento de productos forestales no maderables y el ecodiseño, han mostrado su potencial para reducir la presión ecológica, mejorar la eficiencia productiva y fortalecer la resiliencia territorial.

Las estrategias circulares más eficaces son aquellas que integran activamente los conocimientos ancestrales, la participación comunitaria y el liderazgo femenino. Estos elementos no solo aportan legitimidad sociocultural a los procesos, sino que también enriquecen la capacidad adaptativa de los territorios frente a los desafíos ambientales y sociales. La economía circular, en contextos amazónicos, debe ser comprendida desde una lógica intercultural, participativa y ecosistémica, que reconozca la diversidad como un valor estratégico para el desarrollo sostenible.

La digitalización emerge como un factor habilitante con alto potencial transformador. La incorporación de herramientas tecnológicas adaptadas a contextos rurales y biodiversos puede optimizar procesos de trazabilidad, monitoreo ambiental, educación comunitaria y gestión de residuos, siempre que se garantice su accesibilidad y pertinencia cultural. La clave radica en promover soluciones tecnológicas apropiadas que fortalezcan la autonomía local y favorezcan la innovación desde el territorio.

Además, se identificaron factores estructurales que obstaculizan la consolidación de modelos circulares en la Amazonía, como la falta de normativas específicas con enfoque territorial, la informalidad de los sistemas de manejo de residuos, la escasa articulación entre actores y la

limitada inversión en infraestructura y capacitación técnica. Superar estas barreras exige una gobernanza ambiental multinivel, articulada y basada en la equidad, que reconozca los derechos colectivos, los saberes locales y la biodiversidad como pilares fundamentales de las políticas públicas.

En definitiva, se plantea la necesidad de desarrollar indicadores de circularidad adaptados a los ecosistemas amazónicos, fortalecer las cooperativas de reciclaje con enfoque de género, incorporar tecnologías digitales apropiadas y establecer marcos regulatorios que integren a los pueblos indígenas en la formulación de estrategias. Estas acciones permitirán avanzar hacia una economía circular contextualizada, justa y regenerativa, capaz de armonizar la conservación de la biodiversidad con la justicia ambiental y el desarrollo sostenible en la Amazonía.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Estatal Amazónica.

DECLARACIÓN DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cavalcante RL da S, Araujo-Silva G. Circular economy in the Amazon: technology, design, and community. Concilium [Internet]. 2023 Nov 17;23(19):836–49. Available from: <https://clium.org/index.php/edicoes/article/view/2345>
2. Acosta I, Marrero F, Espinosa J. La economía circular como contribución a la sostenibilidad en un destino turístico cubano de sol y playa. CIRIEC-España Revista de Economía Publica, Social y Cooperativa [Internet]. 2020 [cited 2025 Sep 30];(93). Available from: <https://www.redalyc.org/journal/1807/180763168005/>
3. Paes MX, Campos-Silva JV, de Oliveira JAP. Integrating circular economy in urban Amazon. npj Urban Sustainability [Internet]. 2021 Jul 8;1(1):29. Available from: <https://www.nature.com/articles/s42949-021-00031-z>
4. Muñoz Mille OM, Yepes Jiménez A. Elaboración de compostaje con los residuos orgánicos del comedor para el huerto escolar ecológico. REIF: revista de educación, innovación y formación, ISSN-e 2659-8345, No 2, 2020 (Ejemplar dedicado a: Monográfico: Innovación educativa y atención a la diversidad), págs 123-136 [Internet]. 2020 [cited 2025 Aug 3];(2):123–36. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7394156&info=resumen&idioma=ENG>
5. Rodríguez Nivicela DM, Mosquera Cedillo XA, Vega Granda A del C. Análisis de la aplicación del modelo de economía circular en las empresas del Ecuador. Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas [Internet]. 2022 Jan 1;5(1):127–37. Available from: <https://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/360>

6. Hidalgo Carvajal D. A Circular Economy Living Lab –Supporting the transition of a university campus towards a circular and regenerative system [Internet]. Universidad Politécnica de Madrid; 2024 [cited 2025 Aug 3]. Available from: <http://oa.upm.es/84051/>
7. Geywitz Bernal S. Economía Circular. Implantación en Ingeniería, Fabricación y Diseño Industrial. Cuadernos del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación [Internet]. 2020 Aug 27;(87). Available from: <https://dspace.palermo.edu/ojs/index.php/cdc/article/view/3772>
8. Ramírez Sánchez-Maroto C. Proyecto de Ley de economía circular de Andalucía. Actualidad Jurídica Ambiental [Internet]. 2022 Jul 18;1–22. Available from: <https://www.actualidadjuridicaambiental.com/comentario-de-legislacion-proyecto-de-ley-de-economia-circular-de-andalucia/>
9. Martínez Navarro JA. Los residuos sanitarios en tiempos de pandemia y al amparo del actual modelo de economía circular. Actualidad Jurídica Ambiental [Internet]. 2022 Jun 1;1–39. Available from: <https://www.actualidadjuridicaambiental.com/articulo-doctrinal-los-residuos-sanitarios-en-tiempos-de-pandemia-y-al-amparo-del-actual-modelo-de-economia-circular/>
10. Denny DMT, Martins MMV, Burnquist HL. From extractivism and illegalities to a circular bioeconomy in the Amazon Region. Revista Tempo do Mundo (RTM): n 27, dez 2021 [Internet]. 2022 Aug 12;27:127–63. Available from: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/13334/1/Tempo_Mundo_27_Artigo5_from_extractivism.pdf
11. León-Cordero YP, Ayala-Ávila LA. Twice marca sostenible. In 2023. p. 233–8. Available from: <http://editorial.radcolombia.org/index.php/etrads/article/view/300>
12. Zawacki-Richter O. Introduction: Systematic Reviews in Educational Research. Systematic Reviews in Educational Research: Methodology, Perspectives and Application. 2019.
13. Tole Martínez J, Lancheros Sánchez P, Isaza Pérez M. Voces de la Amazonía: entre la conservación ancestral y la explotación económica de los recursos naturales. [Internet]. MARTÍNEZ JT, editor. Universidad del Externado; 2022 [cited 2025 Aug 3]. Available from: <http://www.jstor.org/stable/10.2307/j.ctv37xg180>
14. Peñafiel Arcos P, Cazares Carrión KY, Quilligana Vega AM, Pasquel Montenegro AC. Propuesta de un sistema de gestión integral. ACI Avances en Ciencias e Ingenierías [Internet]. 2021 May 18;12(2). Available from: <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/view/1889>
15. Torres Castillo RM, Bustamante Cuenca JC, Cabezas Andrade LD, Zabala Vizueté RF, Zurita Quishpe CY, Ochoa Cordero JK, et al. Ciclo de vida del cacao con economía circular en la Amazonía ecuatoriana. CIENCIA UNEMI [Internet]. 2025 May 19;18(48):39–49. Available from: <https://ojs.unemi.edu.ec/index.php/cienciaunemi/article/view/2233>
16. Aggestam F, Weiss G, Elomina J, Pülzl H. Taking a bird's eye view of EU wood-based policy: Untangling policy, institutional, and actor frameworks affecting the wood-based sectors. 2025 Apr 1 [cited 2025 Aug 6]; Available from: <https://efi.int/publications-bank/taking-birds-eye-view-eu-wood-based-policy-untangling-policy-institutional-and>
17. Husgafvel R, Sakaguchi D. Circular Economy Development in the Wood Construction Sector in Finland. Sustainability [Internet]. 2023 May 11;15(10):7871. Available from: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/10/7871>
18. Diansyah W, Abas A, Sakawi Z. A Systematic Review on Community Forest Management in Southeast Asia: Current Practices and Impacts on Biodiversity Conservation and Livelihood Quality of Local Communities. Human Ecology Review [Internet]. 2021 Dec 15;27(1):3–21.

- Available from: http://press-files.anu.edu.au/downloads/press/n9534/pdf/01_diansyah_et_al.pdf
19. Izurieta-Castelo MI, Vizuete-Montero MO, Chaglla-Cango MT, Zabala-Vizuete RF, Zurita-Quishpe CY, Ochoa-Cordero JK. Optimización del manejo de residuos orgánicos en plantaciones de cacao: potencial de subproductos en sistemas de economía circular: Optimization of organic waste management in cocoa plantations: potential of by-products in circular economy systems. Multidisciplinary Latin American Journal (MLAJ) [Internet]. 2025 Apr 9 [cited 2025 Aug 3];3(1):536–53. Available from: <https://mlaj-revista.org/index.php/journal/article/view/73>
20. Chafla Moina SP, Rivera Rojas FN, Chafla Moina AL, Benítez Abarca AB. Mujeres en la Economía Circular en Pastaza: Análisis de Propuestas Transformadoras para el Desarrollo Sostenible. Polo del Conocimiento [Internet]. 2024 Oct 13 [cited 2025 Aug 3];9(10):1006–25. Available from: <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/8159>
21. Azevedo Marques PF, Albuquerque De Oliveira M, Lima Rocha L, Cardoso A, De Mattos Veroneze G. The circular economy in the perspective of sustainable joinery: a case study in the Amazon / A economia circular na perspectiva da carpintaria sustentável: um estudo de caso na Amazônia. Brazilian Journal of Development [Internet]. 2022 Jun 10 [cited 2025 Aug 3];8(6):45482–504. Available from: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/49214>
22. Souza DO de. Economia circular: um modelo de governança florestal para conservação da Amazônia Legal Brasileira [Internet]. Centro Universitário FEI; 2023 [cited 2025 Aug 3]. Available from: <http://sofia.fei.edu.br:8080/pergamumweb/vinculos/0000e4/0000e428.pdf>
23. Peñafiel Arcos P, Cazares Carrión KY, Quilligana Vega AM, Pasquel Montenegro AC. Propuesta de un sistema de gestión integral. ACI Avances en Ciencias e Ingenierías [Internet]. 2021 May 18;12(2). Available from: <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/view/1889>
24. Pazmiño Linares SA, Ugalde Vicuña JW, Fierro Torres SA, Pazmiño Caicedo JP. Impacto de la Industria 4.0 en la implementación de estrategias de economía circular en el sector agrícola de Ecuador. Revista Mapa [Internet]. 2025 Mar 2 [cited 2025 Aug 3];9(39). Available from: <https://www.revistamapa.org/index.php/es/article/view/505/814>
25. Rihm A, Piamonte C, Restrepo Lagos EA, Correal M, Guerra Morán PG, Basani M. Digital Transformation of Solid Waste Management: Waste Collection Innovation, Business Intelligence, and Digital Technologies to Transition Waste Management Towards Circularity in Latin America and the Caribbean [Internet]. Pasquetti CM, editor. Washington, D. C.; 2024 Sep. Available from: <https://publications.iadb.org/en/digital-transformation-solid-waste-management-waste-collection-innovation-business-intelligence-and>
26. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Agenda de Transformación Productiva Amazónica Reconversión Agroproductiva Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana – Ministerio de Agricultura y Ganadería [Internet]. [cited 2025 Aug 3]. Available from: <https://www.agricultura.gob.ec/agenda-de-transformacion-productiva-amazonica-reconversion-agroproductiva-sostenible-en-la-amazonia-ecuatoriana/>
27. Saidani M, Yannou B, Leroy Y, Cluzel F, Kendall A. A taxonomy of circular economy indicators. J Clean Prod [Internet]. 2019 Jan;207:542–59. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652618330221>

28. Kirchherr J, Reike D, Hekkert M. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resour Conserv Recycl* [Internet]. 2017 Dec;127:221–32. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0921344917302835>

SABERES ANCESTRALES Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN EL TURISMO COMUNITARIO AMAZÓNICO

ANCESTRAL KNOWLEDGE AND KNOWLEDGE MANAGEMENT IN AMAZONIAN COMMUNITY-BASED TOURISM

Elsa Flor Ordóñez Bravo¹, Reydi Efren Ledesma Acosta², Shirley Maribel Mendez Espinoza³,
Joseline Estefanía Merino Ponce⁴

{eordonez@uea.edu.ec¹, re.jaramillo@uea.edu.ec², sm.mendes@uea.edu.ec³, je.merino@uea.edu.ec⁴}

Fecha de recepción: 02/10/2025 / Fecha de aceptación: 06/10/2025 / Fecha de publicación: 07/10/2025

RESUMEN: La Amazonía ecuatoriana alberga una vasta riqueza biocultural sustentada en los saberes ancestrales de los pueblos indígenas, los cuales constituyen un patrimonio inmaterial de alto valor para el turismo comunitario. No obstante, su gestión enfrenta desafíos relacionados con la transmisión intergeneracional, la apropiación cultural y la falta de marcos normativos que protejan la propiedad intelectual colectiva. **Objetivo:** Analizar cómo los saberes ancestrales pueden ser gestionados estratégicamente dentro del turismo comunitario amazónico, garantizando su valorización, protección y sostenibilidad. **Métodos:** Se aplicó un enfoque cualitativo con orientación interpretativa, basado en revisión bibliográfica sistemática y análisis documental de experiencias en comunidades indígenas de Napo, Pastaza y Morona Santiago. Se examinaron estudios de caso, entrevistas semiestructuradas publicadas y documentos técnicos de organismos como el Ministerio de Turismo, GIZ y Fundación Pachamama. El análisis de contenido permitió organizar la información en tres dimensiones: tipos de saberes, mecanismos de gestión del conocimiento y barreras-oportunidades. **Resultados:** Se identificó la integración de saberes ancestrales en cuatro ejes turísticos principales: medicina tradicional, gastronomía, cosmovisión indígena y agricultura sostenible. Las comunidades han desarrollado mecanismos de gestión del conocimiento mediante documentación oral y audiovisual, formación de guías locales, digitalización de saberes y creación de protocolos éticos. Los principales desafíos incluyen la falta de marcos legales, la folclorización de las prácticas culturales y la limitada capacidad tecnológica. El turismo comunitario amazónico, basado en la gestión participativa del conocimiento ancestral, constituye una vía efectiva para la preservación cultural, la sostenibilidad ambiental y el empoderamiento local. Se recomienda fortalecer los procesos de documentación comunitaria, establecer redes de cooperación intercultural y diseñar políticas

¹Universidad Estatal Amazónica (UEA), Facultad Ciencias de la Vida, Puyo-Ecuador, <https://orcid.org/0000-0002-2290-9763>, 0995283112.

²Universidad Estatal Amazónica (UEA), Facultad Ciencias de la Vida, Puyo-Ecuador, <https://orcid.org/0009-0007-6630-0902>.

³Universidad Estatal Amazónica (UEA), Facultad Ciencias de la Vida, Puyo-Ecuador, <https://orcid.org/0009-0004-9952-9410>.

⁴Universidad Estatal Amazónica (UEA), Facultad Ciencias de la Vida, Puyo-Ecuador, <https://orcid.org/0009-0006-4688-9660>.

públicas que reconozcan la propiedad colectiva del saber ancestral como eje del desarrollo turístico sostenible.

Palabras clave: Turismo comunitario, saberes ancestrales, Amazonía ecuatoriana, gestión del conocimiento, sostenibilidad cultural

ABSTRACT: The Ecuadorian Amazon harbors vast biocultural wealth sustained by Indigenous ancestral knowledge, which represents highly valuable intangible heritage for community-based tourism. However, its management faces challenges related to intergenerational transmission, cultural appropriation, and the absence of legal frameworks protecting collective intellectual property. Objective: To analyze how ancestral knowledge can be strategically managed within Amazonian community-based tourism to ensure its valorization, protection, and sustainability. Methods: A qualitative, interpretive approach was applied, based on a systematic literature review and documentary analysis of experiences in Indigenous communities from Napo, Pastaza, and Morona Santiago. Case studies, published semi-structured interviews, and technical reports from organizations such as the Ministry of Tourism, GIZ, and Fundación Pachamama were reviewed. Content analysis was used to organize information into three dimensions: types of ancestral knowledge, knowledge management mechanisms, and barriers-opportunities. Results: The study identified four main areas of ancestral knowledge integration: traditional medicine, ancestral gastronomy, Indigenous cosmovision, and sustainable agriculture. Knowledge management mechanisms include oral and audiovisual documentation, training of local guides, digitalization of knowledge, and ethical protocols for its use. Major challenges involve the lack of clear legal frameworks, the risk of cultural folklorization, and limited technological capacities. Community-based tourism in the Amazon, grounded in participatory management of ancestral knowledge, is an effective pathway for cultural preservation, environmental sustainability, and local empowerment. Strengthening community-led documentation, fostering intercultural cooperation networks, and developing public policies that protect collective intellectual property are recommended to enhance sustainable tourism development.

Keywords: Community-based tourism, ancestral knowledge, Ecuadorian Amazon, knowledge management, cultural sustainability

INTRODUCCIÓN

La Amazonía ecuatoriana, una de las regiones con mayor biodiversidad biológica y cultural del planeta, constituye un espacio vital donde convergen sistemas ecológicos complejos y saberes ancestrales profundamente arraigados en las comunidades indígenas. Esta región, hogar de pueblos como los Kichwa, Shuar, Achuar, Waorani, Cofán y Secoya, entre otros, se caracteriza por una cosmovisión holística que vincula la naturaleza con la espiritualidad, la salud, la alimentación y la organización social (1). Los saberes ancestrales transmitidos oralmente a través de generaciones incluyen prácticas medicinales basadas en el uso de plantas nativas,

sistemas agroforestales sostenibles, conocimientos astronómicos, técnicas artesanales y rituales simbólicos que refuerzan la identidad colectiva (2).

Estos conocimientos no solo constituyen un patrimonio inmaterial de valor incalculable, sino que también representan un potencial diferenciador para el desarrollo del turismo comunitario. Su incorporación responsable y estratégica en las experiencias turísticas puede generar procesos de aprendizaje intercultural, fortalecer las economías locales y promover la conservación ambiental (3). No obstante, la integración de los saberes ancestrales en la oferta turística requiere superar desafíos asociados a la apropiación indebida del conocimiento, la falta de documentación sistemática, la pérdida de las lenguas originarias y la escasa participación comunitaria en la toma de decisiones (4).

En este sentido, la gestión del conocimiento se presenta como un eje articulador esencial para salvaguardar, organizar y dinamizar el saber colectivo. Según (5), gestionar el conocimiento implica identificar, sistematizar, resguardar y transferir tanto el conocimiento tácito: propio de la experiencia vivida y las tradiciones orales; como el conocimiento explícito, aquel que puede ser registrado y difundido mediante documentos, registros audiovisuales o plataformas digitales. Aplicar este enfoque al ámbito turístico comunitario amazónico permite crear mecanismos sostenibles de transmisión intergeneracional, garantizando que el patrimonio inmaterial no solo se conserve, sino que también se proyecte como motor de desarrollo cultural y económico.

El turismo comunitario, en consecuencia, se configura como una alternativa de desarrollo endógeno e intercultural, donde las comunidades locales son protagonistas del diseño, gestión y ejecución de experiencias turísticas basadas en su identidad y visión del mundo (6). Este modelo no se limita a la generación de ingresos, sino que busca fortalecer la autonomía comunitaria, la cohesión social y el respeto por la diversidad cultural, elementos fundamentales para la sostenibilidad territorial. Sin embargo, su éxito depende de la capacidad para equilibrar los intereses económicos con la preservación cultural y ambiental, evitando la folklorización o mercantilización de los saberes tradicionales.

En este contexto, el presente artículo tiene como objetivo analizar cómo los saberes ancestrales pueden ser gestionados estratégicamente dentro del turismo comunitario amazónico, garantizando su valorización, protección y sostenibilidad. Asimismo, se pretende reflexionar sobre los mecanismos de gestión del conocimiento más adecuados para documentar, salvaguardar y transferir estos saberes en un marco ético, participativo y de respeto a los derechos colectivos de las comunidades indígenas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Enfoque de investigación

La presente investigación adoptó un enfoque cualitativo con orientación interpretativa, cuyo propósito fue comprender la gestión del conocimiento ancestral en el turismo comunitario amazónico desde la perspectiva de los propios actores sociales. Este enfoque permite explorar

los significados, valores y prácticas culturales que las comunidades atribuyen a sus saberes, reconociendo la subjetividad y el contexto sociocultural como elementos esenciales del análisis (7).

La metodología se sustentó en una revisión bibliográfica sistemática y en un análisis documental de experiencias de turismo comunitario desarrolladas en las provincias de Napo, Pastaza y Morona Santiago, zonas representativas de la Amazonía ecuatoriana por su diversidad étnica, ecológica y por el grado de consolidación de iniciativas turísticas comunitarias. La revisión permitió identificar patrones comunes y divergentes en torno a la gestión del conocimiento ancestral, los modelos de participación comunitaria y los procesos de transmisión intergeneracional.

Además, el diseño metodológico incluyó una fase de cartografía contextual, en la cual se elaboró un mapa de ubicación geográfica que muestra las provincias analizadas y los principales territorios indígenas involucrados en experiencias turísticas. Este recurso visual contribuyó a contextualizar espacialmente la investigación, facilitando la comprensión territorial de los resultados.

Técnicas e instrumentos

Se emplearon tres principales técnicas de recolección y análisis documental.

1. **Revisión bibliográfica y documental:** se consultaron artículos científicos, informes técnicos y publicaciones institucionales provenientes de fuentes especializadas como la *Organización Mundial del Turismo (OMT)*, la *Fundación Pachamama*, la *Cooperación Alemana GIZ* y el *Ministerio de Turismo del Ecuador (MINTUR)*. Estos documentos fueron seleccionados por su relevancia en el desarrollo del turismo comunitario y la salvaguarda de los saberes tradicionales en contextos amazónicos.
2. **Análisis de estudios de caso:** se sistematizaron experiencias documentadas en comunidades kichwa y shuar que han implementado prácticas de turismo comunitario con componentes de transmisión cultural, etnoturismo y educación ambiental. Los casos seleccionados permitieron observar cómo se gestionan los conocimientos ancestrales en la práctica, qué estrategias de protección cultural se aplican y cuáles son los resultados socioeconómicos obtenidos (8).
3. **Revisión de entrevistas semiestructuradas publicadas:** se consideraron testimonios y entrevistas registradas en estudios previos, medios institucionales y tesis académicas, en las que líderes comunitarios kichwa y shuar reflexionan sobre la relación entre su cosmovisión, el turismo y la preservación del conocimiento ancestral. Este material complementó la información documental, ofreciendo una mirada más vivencial y contextualizada.

Análisis de datos

El análisis de los datos se desarrolló mediante la técnica de análisis de contenido, que permite identificar categorías temáticas y patrones de significado en los documentos revisados (9). Los datos fueron organizados en tres dimensiones analíticas principales.

- a) **Tipos de saberes ancestrales aplicados al turismo:** se clasificaron las prácticas tradicionales vinculadas con la medicina natural, la gastronomía, los rituales espirituales, la artesanía y las técnicas agrícolas que se incorporan en la oferta turística.
- b) **Mecanismos de gestión del conocimiento implementados:** se identificaron las estrategias comunitarias y organizacionales destinadas a la documentación, resguardo y transmisión de los saberes, como la creación de centros culturales, guías locales y programas educativos interculturales.
- c) **Principales barreras y oportunidades:** se analizaron los factores que limitan o potencian la integración de los saberes ancestrales en el turismo, incluyendo aspectos normativos, económicos, tecnológicos y socioculturales.

El procesamiento de la información se realizó mediante un procedimiento inductivo, que permitió derivar interpretaciones teóricas a partir de las evidencias empíricas documentadas. Finalmente, los resultados fueron triangulados con las fuentes institucionales y académicas para asegurar su validez y confiabilidad.

RESULTADOS

1. Tipos de saberes ancestrales en la oferta turística

El análisis documental reveló que las comunidades amazónicas del Ecuador han incorporado una amplia gama de saberes ancestrales dentro de sus productos y experiencias turísticas, configurando una oferta basada en la autenticidad cultural, la espiritualidad y la sostenibilidad ambiental. Estos saberes, que constituyen expresiones vivas del patrimonio inmaterial, se articulan en cuatro dimensiones principales: la medicina tradicional, la gastronomía ancestral, la cosmovisión indígena y las prácticas agrícolas sostenibles.

2. Medicina tradicional

Las comunidades kichwa y shuar han desarrollado productos turísticos centrados en el uso de plantas medicinales, rituales de sanación y limpiezas energéticas, guiados por yachaks o sabios tradicionales. Estas prácticas, además de ser atractivos turísticos, cumplen una función pedagógica, pues transmiten conocimientos sobre la relación entre la salud humana y la naturaleza. Estudios previos señalan que este tipo de turismo espiritual o de bienestar ancestral contribuye a la revalorización del conocimiento tradicional y a la generación de ingresos complementarios (8).

3. Gastronomía ancestral

La alimentación se constituye en otro eje central del turismo comunitario amazónico. Platos como el *maito de pescado* (envuelto en hojas de bijao), las bebidas fermentadas como la *chicha de yuca* y el consumo ritual de *guayusa* son presentados como expresiones de hospitalidad y elementos identitarios. Estas prácticas gastronómicas fortalecen la soberanía alimentaria y la transmisión intergeneracional de saberes culinarios, en un contexto donde la cocina se convierte en vehículo de comunicación cultural (10).

4. Cosmovisión indígena

Las narrativas sobre el origen de la selva, las mitologías de los espíritus protectores del bosque, los relatos de animales sagrados y las ceremonias de conexión espiritual constituyen componentes esenciales en las experiencias turísticas. Estas manifestaciones contribuyen a difundir la cosmovisión amazónica y a promover un turismo reflexivo, donde el visitante aprende a comprender la relación simbiótica entre ser humano, territorio y espiritualidad (1).

5. Prácticas agrícolas sostenibles

Finalmente, el sistema de *chakra* huerto tradicional diversificado que combina cultivos alimenticios, frutales y plantas medicinales representa un modelo de sostenibilidad y manejo integral de la biodiversidad. Su incorporación en actividades de turismo vivencial o agroturismo permite al visitante participar en prácticas agrícolas respetuosas con el entorno, mientras las comunidades refuerzan su identidad productiva y ecológica.

En conjunto, estos saberes conforman una oferta turística diferenciada, que no solo aporta valor experiencial a los visitantes, sino que también se convierte en un instrumento de preservación cultural y empoderamiento comunitario.

6. Mecanismos de gestión del conocimiento

Los resultados evidencian que las comunidades amazónicas han desarrollado mecanismos diversos para gestionar y proteger su conocimiento ancestral, muchos de ellos con el apoyo de instituciones académicas, organismos de cooperación internacional y entidades gubernamentales.

Entre las principales estrategias destacan:

- **Documentación oral y visual:** Universidades como la Universidad Estatal Amazónica (UEA) y la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) han impulsado proyectos de registro audiovisual, catálogos etnobotánicos y repositorios digitales que documentan saberes sobre medicina tradicional, gastronomía y prácticas rituales.

- **Formación de guías locales como gestores del conocimiento:** A través de programas de capacitación, los guías comunitarios se convierten en mediadores culturales que interpretan el patrimonio intangible para los visitantes, transmitiendo la cosmovisión indígena desde un enfoque pedagógico e intercultural (6).
- **Digitalización de saberes:** Algunas comunidades han comenzado a utilizar plataformas educativas y turísticas digitales para difundir sus conocimientos de forma controlada, preservando la autoría colectiva y mejorando su acceso a mercados sostenibles
- **Protocolos éticos de uso del conocimiento:** Se observan esfuerzos por establecer normas internas y códigos comunitarios que regulan la representación y uso del conocimiento ancestral en paquetes turísticos, priorizando el respeto cultural y la distribución equitativa de beneficios (4).

Estos mecanismos constituyen formas emergentes de gestión del conocimiento comunitario, donde el aprendizaje colectivo, la innovación social y la interculturalidad son elementos articuladores del desarrollo turístico sostenible.

7. Desafíos y oportunidades

El estudio identificó una serie de desafíos estructurales que limitan la consolidación de un modelo de turismo basado en la gestión estratégica del conocimiento ancestral:

- Falta de marcos legales claros sobre la propiedad intelectual colectiva, lo cual genera vulnerabilidad frente a la apropiación indebida del conocimiento tradicional.
- Riesgo de banalización o folclorización de las prácticas culturales cuando se adaptan al mercado turístico sin respetar su sentido simbólico original.
- Débil capacidad técnica y tecnológica en las comunidades rurales para sistematizar, registrar y difundir sus saberes de manera autónoma.
- Escasez de apoyo institucional sostenido, lo que dificulta la continuidad de proyectos de documentación y capacitación intercultural.

No obstante, emergen oportunidades significativas que pueden fortalecer la sostenibilidad y resiliencia del turismo comunitario amazónico:

- Construcción de redes de conocimiento intercultural entre comunidades, universidades y organismos de cooperación, orientadas a la investigación participativa y al intercambio de buenas prácticas.
- Innovación social en modelos de turismo sostenible, que integren saberes ancestrales, tecnologías apropiadas y estrategias de marketing ético.

- Creciente interés del turismo internacional por experiencias auténticas, de bienestar y con impacto positivo en comunidades locales.

En suma, los resultados demuestran que el turismo comunitario amazónico, cuando se fundamenta en una gestión ética y participativa del conocimiento ancestral, puede transformarse en un modelo de desarrollo endógeno, culturalmente sostenible y ambientalmente responsable.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos evidencian que la incorporación de saberes ancestrales en la oferta turística amazónica constituye una estrategia integral de desarrollo sostenible, en la medida en que vincula la conservación cultural con la generación de ingresos para las comunidades locales. Este hallazgo coincide con lo planteado por (11), (12), quien señala que el turismo basado en el conocimiento tradicional fortalece la identidad colectiva y promueve la resiliencia territorial frente a la homogeneización cultural impuesta por el mercado global.

La diversidad de saberes medicina tradicional, gastronomía ancestral, cosmovisión indígena y prácticas agrícolas sostenibles demuestra que el conocimiento local no es estático, sino dinámico y adaptable a nuevos contextos de intercambio intercultural. En este sentido, el sistema de *chakras* o huertos tradicionales, además de tener un valor productivo, se configura como un espacio pedagógico para la interpretación del territorio y la transmisión intergeneracional del conocimiento (13), (14). Su inclusión en las rutas turísticas permite no solo la diversificación de productos, sino también la creación de experiencias educativas que fortalecen el turismo vivencial.

Asimismo, los mecanismos de gestión del conocimiento observados particularmente la documentación oral y audiovisual y la formación de guías locales representan pasos significativos hacia la conservación activa de los saberes. Sin embargo, aún existen vacíos estructurales en torno a la protección legal y la sistematización técnica de esta información. Tal como advierte (15), la ausencia de marcos normativos sobre propiedad intelectual colectiva pone en riesgo la apropiación indebida del patrimonio inmaterial y la pérdida de control sobre los significados culturales (16).

En relación con la digitalización de los saberes, esta emerge como una oportunidad para democratizar el acceso y la visibilidad de la cultura amazónica en entornos virtuales. No obstante, su implementación requiere una perspectiva ética e intercultural que evite la descontextualización o folclorización de las prácticas tradicionales. El uso de tecnologías en destinos comunitarios debe priorizar la participación directa de los portadores de conocimiento, garantizando beneficios equitativos y respeto cultural (17), (18).

Finalmente, la articulación entre academia, comunidades y sector turístico se perfila como un eje clave para consolidar modelos de turismo sostenible basados en el conocimiento (19). Las universidades, a través de programas de vinculación e investigación aplicada, pueden

desempeñar un papel mediador en la documentación, valorización y transferencia de los saberes ancestrales, promoviendo una verdadera gestión intercultural del conocimiento turístico (20).

CONCLUSIONES

El análisis realizado permite concluir que el turismo comunitario amazónico constituye un escenario privilegiado para la preservación, valorización y transmisión de los saberes ancestrales, siempre que se gestione de manera ética, participativa y sostenible. Las comunidades indígenas, al incorporar sus conocimientos tradicionales en productos turísticos, han logrado no solo diversificar su economía, sino también reafirmar su identidad cultural y fortalecer los lazos intergeneracionales.

Se identificó que los saberes ancestrales más representativos en la oferta turística corresponden a la medicina tradicional, la gastronomía, la cosmovisión espiritual y las prácticas agrícolas sostenibles. Estas expresiones no solo enriquecen la experiencia del visitante, sino que funcionan como instrumentos de educación intercultural y conservación ambiental.

Asimismo, la investigación evidencia que los mecanismos de gestión del conocimiento implementados como la documentación audiovisual, la formación de guías locales, la digitalización de saberes y la adopción de protocolos éticos constituyen pasos significativos hacia la institucionalización del conocimiento comunitario. No obstante, su alcance aún es limitado por la ausencia de marcos normativos claros sobre propiedad intelectual colectiva y por la insuficiente articulación entre comunidades, Estado y academia.

En términos sociales, el turismo basado en el conocimiento ancestral promueve la autonomía y el empoderamiento comunitario, siempre que se mantenga el control sobre la narrativa cultural y los beneficios económicos. En términos culturales, fortalece el orgullo identitario y la continuidad de las tradiciones. Y en el plano ambiental, fomenta la gestión responsable de los recursos naturales a partir de prácticas sostenibles como el sistema de chakras o la recolección racional de especies medicinales.

Finalmente, el estudio confirma que la gestión del conocimiento ancestral debe ser comprendida como un proceso dinámico y colectivo, que integra el saber local con herramientas contemporáneas de registro, comunicación y comercialización responsable. Este enfoque permite posicionar al turismo comunitario amazónico como un modelo de desarrollo endógeno y de resistencia cultural frente a la homogeneización global.

A partir de los hallazgos, se proponen las siguientes líneas de acción y recomendaciones para fortalecer la gestión del conocimiento ancestral en el turismo comunitario amazónico:

a) A nivel comunitario:

- Fortalecer los procesos internos de documentación participativa de los saberes, involucrando a los mayores sabios, mujeres y jóvenes como custodios del conocimiento.
- Desarrollar protocolos comunitarios de salvaguarda que definan los límites éticos y culturales del uso turístico del patrimonio inmaterial.
- Promover la formación continua de guías locales y emprendedores turísticos en gestión cultural, comunicación intercultural y tecnologías digitales.

b) A nivel institucional y académico:

- Establecer alianzas estratégicas entre universidades, ministerios y organizaciones comunitarias para crear observatorios o centros de gestión del conocimiento turístico con enfoque intercultural.
- Incorporar en los currículos de turismo, gastronomía y desarrollo local módulos sobre saberes ancestrales, patrimonio intangible y ética intercultural, fortaleciendo la educación superior vinculada a la realidad amazónica.
- Impulsar proyectos de investigación aplicada y vinculación con la comunidad, orientados a la sistematización de experiencias exitosas de turismo comunitario y transferencia tecnológica adaptada.

c) A nivel de política pública:

- Diseñar un marco legal específico sobre propiedad intelectual colectiva que proteja los saberes ancestrales frente a la apropiación o uso indebido en contextos turísticos o comerciales.
- Incluir la gestión del conocimiento ancestral como eje transversal en los planes nacionales de turismo sostenible y desarrollo territorial.
- Promover incentivos y fondos de financiamiento para proyectos turísticos comunitarios que integren innovación social, sostenibilidad ambiental y preservación cultural.

En conjunto, estas acciones contribuirán a consolidar un modelo de turismo amazónico que reconoce la sabiduría ancestral como fuente de conocimiento, identidad y desarrollo, reafirmando el papel de las comunidades como actores centrales en la construcción de un turismo verdaderamente intercultural, inclusivo y sostenible.

DECLARACIÓN DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

CONTRIBUCIONES DE AUTOR

Autor 1: (Experta en Turismo)

Encargada de la concepción del trabajo, adquisición y análisis de los datos sobre Saberes Ancestrales y Gestión del Conocimiento en el Turismo Comunitario Amazónico Redactó el manuscrito principal, aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada.

Autor 2: (Consultor en temas turísticos)

Responsable de la adquisición y análisis de los datos relacionados con la Gestión del Conocimiento en el Turismo Comunitario Amazónico. Participó en la redacción de secciones específicas del manuscrito, Contribuyó con el análisis comparativo, aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada.

Autor 3: (Digitador de datos)

Desarrolló la interpretación de resultados y análisis sobre las políticas públicas y barreras para el turismo comunitario. Aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada.

Autor 4: (Visitador de centros de turismo comunitario en la Amazonía)

Se encargó de la concepción del trabajo relacionado con las actividades relacionadas a los saberes ancestrales practicadas en el turismo comunitario en la -Amazonía y su interpretación. Contribuyó con el análisis comparativo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rival L. Amazonia: Nature and culture in a globalized world. London: Routledge; 2020.
2. Apaza R, Cuenca M. Turismo comunitario y patrimonio cultural inmaterial: desafíos para la sostenibilidad en América Latina. *Rev Latinoam Turismo*. 2021;18(2):55–74.
3. Ministerio de Turismo del Ecuador (MINTUR). Estrategia Nacional de Turismo Comunitario 2023–2030. Quito: MINTUR; 2023.
4. Chávez L, Pineda G. Saberes locales y turismo sostenible en territorios indígenas amazónicos. *Rev Estud Intercult*. 2022;9(1):45–62.
5. Nonaka I, Takeuchi H. The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation. New York: Oxford University Press; 1995. *Revista Latinoamericana de Derecho y Sociedad*. 2022;14(3):221–238.
6. Zorn E, Farthing L. Community-based tourism and Indigenous empowerment in Latin America. *J Sustain Tourism*. 2021;29(5):750–768.
7. Denzin NK, Lincoln YS. The Sage handbook of qualitative research. 5th ed. Thousand Oaks: SAGE Publications; 2018.
8. Maldonado F, Cueva J, Arias P. Turismo comunitario y gestión del conocimiento ancestral en la Amazonía ecuatoriana. *Rev Ecuat Estud Soc*. 2021;14(2):89–112.
9. Bardin L. Análisis de contenido. Madrid: Akal; 2011.

10. Cueva J, Vargas L. Gastronomía ancestral y turismo vivencial en la Amazonía ecuatoriana: identidad y sostenibilidad. *Rev Andina Turismo*. 2022;10(2):67–84.
11. Ruiz-Ballesteros E. Turismo comunitario y sostenibilidad cultural: aprendizajes desde la Amazonía ecuatoriana. *Estud Perspect Turismo*. 2021;30(2):351–370.
12. Scheyvens R, Russell M, Kuta M. Indigenous tourism and the sustainable development goals. *Tourism Management*. 2021;87:104398. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2021.104398>
13. Sarmiento M, Yépez M, Pineda L. Agricultura tradicional y educación ambiental en comunidades amazónicas del Ecuador. *Rev Cient Amazónica*. 2020;8(1):45–59.
14. Zainal S, Rahim SA, Anwar N, Ramli M, Paimin AN. Actualizing local knowledge for sustainable ecotourism. *Cogent Soc Sci*. 2024;10:2302218. <https://doi.org/10.1080/23311886.2024.2302218>
15. Gómez L. Propiedad intelectual colectiva y turismo cultural: desafíos para América Latina.
16. Russo AP, Segre G. Collective intellectual property rights for the development of creative tourist districts: an exploration. *Working Paper Series*, University of Turin / Universitat Rovira i Virgili. 2008. <https://ideas.repec.org/p/wiw/wiwrsa/ersa08p675.html>
17. Organización Mundial del Turismo (OMT). Turismo y comunidades indígenas: directrices para un desarrollo sostenible e inclusivo. Madrid: OMT; 2022.
18. George EW. Intangible cultural heritage, ownership, copyrights, and tourism. *Int J Cult Tour Hosp Res*. 2010;4(4):376–388. <https://doi.org/10.1108/17506181011081541>
19. Borissova V, Stancheva S, Todorov T. Cultural heritage digitization and related intellectual property management: an overview. *J Cult Herit Manag Sustain Dev*. 2018;8(2):130–148.
20. Vallejo D, Ramírez J. Gestión intercultural del conocimiento en proyectos de turismo rural sostenible. *Turismo Desarro Local*. 2021;14(27):99–118.



 **Revista Científica Multidisciplinaria InvestiGo**

ISSN: 2953-6367

Agosto 2025

© Ecuador

Código Postal 060102

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

✉ investigo@istra.edu.ec

