

CiENCIA

UNEMI

Revista de la Universidad Estatal de Milagro
Milagro, Ecuador

ojs.unemi.edu.ec

CiENCIA UNEMI

UNEMI
UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

Centro de **Recursos para el
Aprendizaje y la Investigación**
Editorial Universitaria

Lcdo. Fernando Pacheco Olea, Ph.D
Editor Ciencia UNEMI

Ing. María Angela Bermeo Fuentes, MSc.
Gestor Técnico

Quincuagésimo segundo Número

ISSN 1390-4272 Impreso

ISSN 2528-7737 Electrónico

Indexada en: Redalyc, ESCI (Emerging Sources
Citation Index) WoS, Latindex, Folio 19258

Dialnet, Código 23546

REDIB, CREI-OEI, Research Bib, OAJI
Actualidad Iberoamericana, MIAR, ERIHPLUS, BASE,
DOAJ, EBSCO, Google Scholar.
Septiembre - Diciembre, 2026
Milagro – Ecuador

La revista Ciencia UNEMI es una revista científica indizada y arbitrada, de publicación cuatrimestral. Dirigida a la población universitaria, que difunde los trabajos de investigación científica y reflexiones teóricas relacionadas con las áreas: Industrial; Tecnología, Informática y Comunicación; Administración y Gerencia; y Educación y Cultura. Se autoriza la reproducción total o parcial de los artículos, siempre y cuando se cite su procedencia. Las opiniones de los autores son de su exclusiva responsabilidad y la revista no se solidariza con doctrinas, ideas o pensamientos expresados en ellos.

Solicitudes, comentarios y sugerencias favor dirigirse a:

Universidad Estatal de Milagro,

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación, Revista
Ciencia UNEMI.

km 1.5, vía Milagro a Parroquia Virgen de Fátima.

O comunicarse por + 593 04 2715081 Ext. 3210.

Dirección electrónica: editorial@unemi.edu.ec

Portada:

La imagen representa la conexión entre naturaleza, ciencia y tecnología como un sistema vivo e interconectado. La estructura de ADN se fusiona con elementos botánicos, células, moléculas y frutos, simbolizando la biodiversidad y la investigación científica. A su alrededor, redes digitales, datos, innovación, educación y sostenibilidad integran las diferentes áreas del conocimiento. En conjunto, la composición transmite un mensaje de ciencia multidisciplinaria, innovación y equilibrio con la naturaleza.



Revista Ciencia UNEMI

Lcdo. Victor Enrique Zea Raffo, Mgtr
Arte y Diagramación

Contenido

Vol. 19, N° 52, Septiembre-Diciembre 2026 ISSN 1390-4272 Impreso ISSN 2528-7737 Digital

Editorial	00
Potencial terapéutico de péptidos derivados del veneno de escorpión en cáncer: evidencia experimental y clínica Melissa Nicole Barcia Chele; Marcela Madeline Gálvez Peralta; María Luisa Paz Loaiza; Julio César Iglesias Loo; Milena Nikol Zambrano Cedeño	01
Hipotiroidismo subclínico en el adulto. ¿Tratar o vigilar? evidencia actual, controversias y recomendaciones Marcela Madeline Gálvez Peralta; María Belén Vanegas Yaguana; Winston Andrés Zavala Alarcón; Elizabeth Cayetana Menéndez Zambrano; Alexi María Arroba Parraga	13
Lumbalgia principal desencadenante de enfermedad laboral e incapacidad en una empresa de Construcción Civil en Cartagena de Indias, Colombia Elias Alberto Bedoya Marrugo; Ing Valeria Padilla	24
Diseño de mezcla aplicado al desarrollo de formulaciones farmacéuticas: Una visión integral Viviana García-Mir	37
Actividad funcional de bebida de Selenicereus undatus enriquecida con cápsulas de extractos vegetales García Paredes Rosa Irina; Tubay Bermúdez Carlos Julio; Vélez Saltos Cristina Simone; Lucas Vera Kimberly Mayerlyn; Macías Vera Jorge David; Sacón Vera Ely Fernando; Carlos Andrés Guato Guevara; Bravo Looor Johnny Daniel	54
Prácticas agroecológicas tradicionales para las plantas medicinales amazónicas: Implicaciones para la conservación biocultural en Ecuador Marco Vizueté-Montero; Marco Usca-Tiuquinga; Josue Sanmiguel-Chimbo; Hilter Figueroa-Saavedra	62
R or QGIS? A Case Study on Raster Analysis Efficiency in Agricultural Engineering Education Alberto Macancela-Herrera; Eduardo Tacuri-Espinoza; Lucía Lupercio-Novillo; Mateo López-Espinoza	72
Recursos educativos digitales en el aprendizaje activo de las matemáticas Felix Salvador Moreira Mendoza; Eliécer F. Castillo Bravo	84
Competencias técnicas vs. aceptación actitudinal del lenguaje inclusivo: caso de estudio en la formación de futuros comunicadores Milena Victoria Celi Pardo; Daniela Stefanie Gallardo Ledesma; Pablo José Gutiérrez Quezada	98
Interculturalidad y paz escolar en desempeño académico por competencias en estudiantes del régimen Costa, 2025-2026 Mariana Elizabeth Espinoza León; Pablo José Gutiérrez Quezada; Jimmy Patricio Moreno; Holinda del Cisne Medina Montaña	112
Modelo Z de Altman como predictor de quiebra en el mercado de valores ecuatoriano, 2014-2024 Andrés Esteban Aguilar-Viteri; Edgar Efraín Osejos-Domínguez; Gabriela Alexandra Carrillo-Sánchez; Arminda Asunción Andrade Cabrera	128
Modelo de gestión exportadora digital para accesorios de acero inoxidable: caso Grupo Freire Carlos Ernesto Flores-Tapia Diego Alejandro Freire-Aldás Karla Lissette Flores-Cevallos	138
Reingeniería de procesos: Herramienta para el rediseño de congresos científicos y otros eventos análogos Antonio Rohman Montufar Melo	151
Redes sociales y experiencia turística tras la elección del destino: estudio exploratorio en estudiantes de la Universidad da Coruña, España Ángel Rodríguez-Pallas; Javier Luis Fernández-Fernández; Raquel Santiago-Romo; María González-Santiago	165
Normas de Publicación.	178

Content

Vol. 19, Nº 52, September-December 2026 ISSN 1390-4272 Printed ISSN 2528-7737 Electronic

Editorial	00
Therapeutic Potential of Peptides Derived from Scorpion Venom in Cancer: Experimental and Clinical Evidence Melissa Nicole Barcia Chele; Marcela Madeline Gálvez Peralta; María Luisa Paz Loaiza; Julio César Iglesias Lóor; Milena Nikol Zambrano Cedeño	01
Subclinical hypothyroidism in adults. treat or monitor? current evidence, controversies and recommendations Marcela Madeline Gálvez Peralta; María Belén Vanegas Yaguana; Winston Andrés Zavala Alarcón; Elizabeth Cayetana Menéndez Zambrano; Alexi María Arroba Parraga	13
Low back pain, the main cause of occupational illness and disability in a construction company in Cartagena de Indias, Colombia Elias Alberto Bedoya Marrugo; Ing Valeria Padilla	24
Mixture design in pharmaceutical formulation development: A comprehensive review Viviana García-Mir	37
Functional activity of Selenicereus undatus beverage enriched with plant extract capsules García Paredes Rosa Irina; Tubay Bermúdez Carlos Julio; Vélez Saltos Cristina Simone; Lucas Vera Kimberly Mayerlyn; Macías Vera Jorge David; Sacón Vera Ely Fernando; Carlos Andrés Guato Guevara; Bravo Lóor Johnny Daniel	54
Traditional agroecological practices for Amazonian medicinal plants: implications for biocultural conservation in Ecuador Marco Vizúete-Montero; Marco Usca-Tiuquina; Josue Sanmiguel-Chimbo; Hilter Figueroa-Saavedra	62
¿R o QGIS? Un estudio de caso sobre la eficiencia del análisis de imágenes ráster en la enseñanza de ingeniería agronómica Alberto Macancela-Herrera; Eduardo Tacuri-Espinoza; Lucía Lupercio-Novillo; Mateo López-Espinoza	72
Digital educational resources in active learning of mathematics Felix Salvador Moreira Mendoza; Eliécer F. Castillo Bravo	84
Technical competencies and attitudinal acceptance of inclusive language: a case study in the training of future communicators Milena Victoria Celi Pardo; Daniela Stefanie Gallardo Ledesma; Pablo José Gutiérrez Quezada	98
Interculturality and School Peace in Competency-Based Academic Performance Among Students in the Costa Regime, 2025-2026 Mariana Elizabeth Espinoza León; Pablo José Gutiérrez Quezada; Jimmy Patricio Moreno; Holinda del Cisne Medina Montaña	112
Altman's Z-Score Model as a Bankruptcy Predictor in the Ecuadorian Stock Market, 2014-2024 Andrés Esteban Aguilar-Viteri; Edgar Efraín Osejos-Domínguez; Gabriela Alexandra Carrillo-Sánchez; Arminda Asunción Andrade Cabrera	128
Digital export management model for stainless steel accessories: the Grupo Freire case Carlos Ernesto Flores-Tapia Diego Alejandro Freire-Aldás Karla Lissette Flores-Cevallos	138
Process Reengineering: A Tool for Redesigning Scientific Conferences and Similar Events Antonio Rohman Montufar Melo	151
Social media and the tourism experience after destination choice: an exploratory study of students at the University of A Coruña, Spain Ángel Rodríguez-Pallas; Javier Luis Fernández-Fernández; Raquel Santiago-Romo; María González-Santiago	165
Guidelines for Publishing	178

Comité Editorial

Dr. Antonio Rodríguez Antalejo

Doctor en Medicina y Cirugía
Universidad de Complutense de
Madrid
antonio.artalejo@vet.ucm.es
Madrid, España

Dr. Antonio Roldán-Ponce

PhD in Sociology
Universidad San Francisco de
Quito
a.roldan-ponce@fh.dresen.eu
Quito, Ecuador

Dra. Cheryl Martens

PhD in Sociology
Universidad San Francisco de
Quito
cmartens@usfq.edu.ec
Quito, Ecuador

Dr. Ernesto Vivares

PhD in Politics (International
Political Economy)
University of Birmingham
Birmingham, Inglaterra

Dr. José Galindo Duarte

PhD en Ciencias de la información
y computación
jagalindo@us.es
Universidad de Sevilla, España

Comité Científico Internacional

Dr. Joaquín Prats Cuevas

Doctor en Filosofía y Letras
Universidad de Barcelona
jprats@ub.edu
Barcelona, España

Dra. Carina Rey Martín

Doctora en Filología
Española
Universidad de
Barcelona
carina.rey@ub.edu
Barcelona, España

Msc. Josmel Pacheco Mendoza

Master en Gestión de la
Información y el Conocimiento
Universidad San Ignacio de
Loyola
josmel@gmail.com
Lima, Perú

Dra. Verónica Arancibia Moya

Doctor en Ciencias Exactas con
mención en Química
Pontificia Católica Universidad de
Chile
darancim@uc.cl
Santiago de Chile, Chile

Dra. Luisa Calvo Hernández

Doctor en Ciencias. Sección
Químicas
Universidad Autónoma de Madrid
luisa.calvo@uam.es
Madrid, España

La ciencia como puente entre disciplinas y territorios

América Latina enfrenta hoy desafíos que no admiten soluciones sectoriales. La salud de sus poblaciones, la seguridad alimentaria, la sostenibilidad de sus economías y la calidad de su educación son dimensiones interdependientes de un mismo desarrollo, y ninguna de ellas puede abordarse de manera aislada sin comprometer a las demás. Frente a esta realidad, la investigación científica está llamada a construir puentes: entre disciplinas, entre sectores y entre el conocimiento académico y las necesidades concretas de la sociedad.

Este llamado no es nuevo para Ciencia UNEMI. La edición anterior de la revista destacó el valor de una investigación aplicada capaz de transformar los territorios; esta edición avanza un paso más al mostrar que esa transformación exige, además, la articulación entre campos del saber que tradicionalmente han avanzado por separado. Ninguna disciplina agota por sí sola la comprensión de un problema complejo: la salud pública requiere del aporte de la biología, la clínica y la gestión laboral; la seguridad alimentaria, del diálogo entre la agroindustria, la química y los saberes tradicionales; el desarrollo económico, de la articulación entre gestión, tecnología y comunicación; y la educación, de la convergencia entre pedagogía, tecnología e interculturalidad.

Los artículos que integran esta edición dan cuenta de esa necesidad de puentes. Investigaciones sobre el tratamiento de condiciones clínicas y los riesgos laborales dialogan con estudios sobre el aprovechamiento de recursos naturales y prácticas agroecológicas ancestrales; trabajos sobre innovación educativa y competencias comunicativas se articulan con investigaciones en gestión empresarial, mercados financieros y desarrollo turístico. La coexistencia de estos temas en un mismo número no es casual: refleja la manera en que los problemas reales de la región atraviesan, simultáneamente, la salud, la economía, la educación y el ambiente, y exige por tanto una ciencia dispuesta a moverse entre fronteras disciplinares.

Una revista multidisciplinaria como Ciencia UNEMI cumple en este contexto un rol que trasciende la difusión del conocimiento: actúa como espacio de encuentro donde investigadores de distintas áreas encuentran un canal común de visibilidad y diálogo, y donde el lector puede reconocer las múltiples aristas de los desafíos que enfrenta su entorno. Construir puentes entre disciplinas no es, entonces, una aspiración adicional de la investigación científica, sino una condición para que sus resultados se traduzcan en respuestas integrales, capaces de responder a la complejidad real de los territorios latinoamericanos.

Ph. D. Fernando Pacheco Olea

Editor Ciencia UNEMI

Universidad Estatal de Milagro

Potencial terapéutico de péptidos derivados del veneno de escorpión en cáncer: evidencia experimental y clínica

Melissa Nicole Barcia Chele^{1*}; Marcela Madeline Gálvez Peralta²;
María Luisa Paz Loaiza³; Julio César Iglesias Loo⁴;
Milena Nikol Zambrano Cedeño⁵

Resumen

Los péptidos derivados del veneno de escorpión han despertado interés en la investigación oncológica debido a su capacidad para interactuar con blancos moleculares implicados en la progresión tumoral. Estas moléculas bioactivas representan una posible fuente de agentes terapéuticos innovadores en un contexto donde la selectividad y la eficacia continúan siendo desafíos centrales. El objetivo de esta revisión fue analizar críticamente la evidencia experimental y clínica disponible sobre el potencial terapéutico de estos péptidos en cáncer. Se realizó una revisión bibliográfica en bases de datos biomédicas internacionales, seleccionando estudios preclínicos y clínicos publicados en los últimos años, con criterios de inclusión definidos y análisis temático de resultados. La evidencia experimental muestra efectos antiproliferativos, proapoptóticos y de direccionamiento tumoral, destacando la clorotoxina en gliomas. No obstante, la evidencia clínica es limitada y aún exploratoria. Se concluye que, aunque estos péptidos son prometedores, requieren mayor validación clínica para consolidarse como opciones terapéuticas viables.

Palabras clave: cáncer; clorotoxina; péptidos bioactivos; terapia dirigida; veneno de escorpión.

Therapeutic Potential of Peptides Derived from Scorpion Venom in Cancer: Experimental and Clinical Evidence

Abstract

Peptides derived from scorpion venom have aroused interest in cancer research due to their ability to interact with molecular targets involved in tumour progression. These bioactive molecules represent a potential source of innovative therapeutic agents in a context where selectivity and efficacy remain central challenges. The aim of this review was to critically analyze the available experimental and clinical evidence on the therapeutic potential of these peptides in cancer. A bibliographic review was carried out in international biomedical databases, selecting preclinical and clinical studies published in recent years, with defined inclusion criteria and thematic analysis of results. Experimental evidence shows antiproliferative, proapoptotic and tumor-targeting effects, highlighting chlorotoxin in gliomas. However, clinical evidence is limited and still exploratory. It is concluded that, although these peptides are promising, they require further clinical validation to consolidate themselves as viable therapeutic options.

Keywords: cancer; chlorotoxin; bioactive peptides; targeted therapy; scorpion venom.

Recibido: 04 de mayo de 2026
Aceptado: 26 de agosto de 2026

¹ Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad de Ciencias de la Salud; nicole.barcia@uleam.edu.ec; <https://orcid.org/0009-0007-8551-1158>

² Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad de Ciencias de la Salud; marcela.galvez@uleam.edu.ec; <https://orcid.org/0009-0007-5906-9669>

³ Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Departamento de Admisión y Nivelación; maria.paz@uleam.edu.ec; <https://orcid.org/0009-0004-3991-5539>

⁴ Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Departamento de Admisión y Nivelación; julio.iglesias@uleam.edu.ec; <https://orcid.org/0009-0004-8591-8888>

⁵ Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Departamento de Admisión y Nivelación; p1313602391@dn.uleam.edu.ec; <https://orcid.org/0009-0007-5069-2227>

* Autor de correspondencia

I. INTRODUCCIÓN

El cáncer continúa siendo una de las principales causas de morbilidad y mortalidad a nivel mundial, con millones de nuevos casos diagnosticados anualmente y una elevada carga socioeconómica asociada. A pesar de los avances en terapias dirigidas, inmunoterapia y medicina personalizada, persisten limitaciones relacionadas con resistencia tumoral, toxicidad sistémica y baja selectividad terapéutica (Zhang & Chen, 2018; Gupta & Shukla 2022; Alfonso et al., 2025). En este contexto, la búsqueda de nuevas moléculas con mayor especificidad biológica ha impulsado el interés en compuestos de origen natural, particularmente aquellos derivados de venenos animales.

Los venenos constituyen bibliotecas naturales de péptidos bioactivos altamente selectivos, optimizados evolutivamente para interactuar con canales iónicos, receptores y enzimas (Utertre & Lewis, 2010; Yip et al., 2021). En los últimos años, diversos estudios han explorado el potencial anticancerígeno de péptidos derivados del veneno de escorpión, reportando efectos antiproliferativos, proapoptóticos y antiinvasivos en modelos experimentales (Zargan et al., 2011a; Guo et al., 2013; Satitmanwiwat et al., 2016; Al-Asmari et al., 2016). Entre estas moléculas, la clorotoxina aislada de *Leiurus quinquestriatus* ha sido ampliamente investigada por su capacidad de unirse selectivamente a células de glioma, favoreciendo aplicaciones en direccionamiento tumoral e imagenología (Deshane et al., 2003; Mamelak & Jacoby, 2007).

Revisiones recientes han señalado que, aunque la mayoría de la evidencia permanece en fase preclínica, se han desarrollado ensayos clínicos exploratorios con derivados de clorotoxina, evidenciando perfiles de seguridad preliminarmente aceptables y potencial utilidad en estrategias de terapia dirigida (Mamelak et al., 2006). Sin embargo, persisten desafíos relacionados con estabilidad molecular, biodisponibilidad, inmunogenicidad y validación clínica robusta.

Cabe resaltar, que aun cuando hay revisiones recientes acerca de péptidos de veneno de escorpión con potencial anticancerígeno, entre

ellas, las de Arcos et al. (2025) y Summer et al. (2026), las mismas presentan enfoques y alcances diferentes a los de esta revisión. La publicación de Arcos et al. (2025) pone el foco fundamentalmente en el análisis proteómico como eje organizador, dando prioridad al fraccionamiento del veneno, la identificación de componentes y su caracterización estructural, pero sin establecer un procedimiento sistemático explícito de búsqueda y selección bibliográfica.

Mientras tanto, Summer et al. (2026) ofrece un panorama farmacológico de mayor amplitud del veneno de escorpión, abarcando aplicaciones en dolor, anticoagulación, infecciones y cáncer, lo cual diluye la profundidad del análisis específicamente oncológico. Es así, como esta revisión se diferencia al enfocarse exclusivamente en el potencial antitumoral de estos péptidos, mediante una metodología clara y reproducible al articular la evidencia preclínica, las aplicaciones de direccionamiento tumoral y los desarrollos clínicos en un marco de valoración crítica del nivel de madurez traslacional por la línea de investigación. De tal manera, este enfoque ayuda a identificar con más precisión las brechas que separan la evidencia mecanística de la validación clínica en oncología, aspecto que las revisiones previas no abordan de forma sistemática.

Ante este panorama, resulta pertinente analizar de manera crítica el estado actual de la evidencia experimental y clínica disponible, con el fin de valorar el verdadero alcance terapéutico de los péptidos derivados del veneno de escorpión en el tratamiento del cáncer y sus perspectivas futuras dentro del desarrollo farmacológico oncológico.

II. METODOLOGÍA

La investigación se desarrolló como una revisión bibliográfica de carácter analítico, orientada a examinar de manera crítica la evidencia científica disponible sobre el potencial terapéutico de péptidos derivados del veneno de escorpión en cáncer. El diseño metodológico se estructuró según lo que indican Linares-Espinós et al. (2018) y García-Peñalvo (2022), es decir, con el propósito de garantizar un proceso de búsqueda sistemático, selección rigurosa de fuentes y síntesis temática de los hallazgos, priorizando estudios con respaldo

experimental y clínico reciente.

La identificación de literatura se realizó mediante indagatorias electrónicas en bases de datos biomédicas internacionales, incluyendo *PubMed/MEDLINE*, *Scopus*, *Web of Science* y *ScienceDirect*. Así mismo, se consultó el registro público de ensayos clínicos *ClinicalTrials.gov* con el fin de verificar desarrollos traslacionales relacionados con derivados peptídicos de veneno de escorpión, y se utilizó *Google Scholar* como herramienta complementaria para ampliar el rastreo bibliográfico y examinar citas relevantes.

La estrategia de búsqueda combinó términos en inglés y español mediante operadores booleanos. Entre las ecuaciones empleadas se incluyeron: *Scorpion, venom, cancer, peptide; chlorotoxin, glioma, therapy, scorpion venom peptide, anticancer activity*, veneno de escorpión, cáncer y péptidos.

Se estableció como período principal de análisis el intervalo comprendido entre 2015 y 2026, con el objetivo de priorizar literatura actualizada; no obstante, se incorporaron estudios previos considerados fundamentales para la caracterización molecular y el desarrollo experimental inicial de compuestos como la clorotoxina derivada de *Leiurus quinquestriatus*, ampliamente referenciada en investigaciones oncológicas (De Roodt, 2015; Rincón-Cortés et al., 2017; Solís et al., 2019).

Se incluyeron artículos originales, estudios experimentales *in vitro* e *in vivo*, revisiones sistemáticas y ensayos clínicos publicados en revistas indexadas y sometidas a revisión por pares. Los criterios de elegibilidad exigieron que los trabajos evaluaran péptidos específicos aislados o derivados del veneno de escorpión con actividad antitumoral demostrada mediante análisis mecanísticos, ensayos celulares, modelos animales o estudios clínicos preliminares. Se excluyeron publicaciones centradas en el uso de veneno completo sin caracterización molecular de sus componentes activos, reportes sin respaldo experimental verificable y documentos de divulgación no académica.

El proceso de selección se materializó en dos fases: una revisión inicial por título y resumen para descartar duplicados o estudios no pertinentes,

seguida de la evaluación a texto completo de los artículos potencialmente elegibles. La información extraída se organizó según describe Villanueva (2016), es decir, en una matriz analítica que incluyó variables como especie de escorpión, péptido identificado, tipo de cáncer estudiado, modelo experimental, mecanismo de acción propuesto, incluyendo modulación de canales iónicos, inhibición de metaloproteinasas, inducción de apoptosis o alteración de vías de señalización celular, principales resultados y limitaciones metodológicas reportadas.

La síntesis de la evidencia se hizo mediante análisis temático comparativo, agrupando los hallazgos en tres categorías centrales: evidencia preclínica de actividad antitumoral, aplicaciones en direccionamiento tumoral y desarrollos clínicos preliminares. Finalmente, se efectuó una valoración crítica del nivel de madurez traslacional de cada línea de investigación, considerando la consistencia de los resultados, la reproducibilidad experimental y los desafíos asociados a seguridad, biodisponibilidad y escalamiento terapéutico descritos en revisiones recientes del área (Arcos et al., 2025; Summer et al., 2026).

Importante resulta precisar que esta investigación fue concebida como una revisión bibliográfica narrativa y analítica, y no como una revisión sistemática en sentido estricto; por tal razón, no se empleó un protocolo PRISMA ni se generó un diagrama de flujo con el número exacto de registros identificados, duplicados removidos o artículos excluidos por fase, en armonía con el enfoque narrativo que igualmente han adoptado otras revisiones en torno al mismo tema, tal cual es la de Arcos et al. (2025). El proceso de identificación y selección de la literatura se efectuó de modo conjunto por la totalidad de los autores de este trabajo, quienes participaron en la revisión inicial por título y resumen, pero, además, en la evaluación a texto completo de los artículos potencialmente elegibles, resolviendo de forma colegiada los casos de discrepancia hasta alcanzar consenso. Dado el carácter narrativo-analítico de la revisión, no se aplicó una herramienta estandarizada de evaluación de calidad metodológica o riesgo de sesgo, hecho que forma parte de las limitaciones reconocidas en el presente trabajo y un aspecto

a fortalecer en futuras revisiones con alcance sistemático sobre el tema.

III. RESULTADOS

Evidencia preclínica de actividad antitumoral

Con la finalidad de sistematizar la evidencia analizada conforme a la matriz descrita en la Metodología, la tabla 1 muestra los estudios que evaluaron péptidos aislados o parcialmente purificados de veneno de escorpión con actividad antitumoral demostrada, organizados según especie, péptido, tipo de cáncer, modelo experimental, mecanismo de acción, principales resultados y limitaciones metodológicas.

Los estudios que emplearon veneno completo sin caracterización molecular de sus componentes (Yang et al., 2000; Zargan et al., 2011a, 2011b; Béchohra et al., 2016; Díaz et al., 2013), así como los péptidos de origen arácnido citados con fines comparativos y mecanísticos (gomesina, Soletti et al., 2010; latarcina Ltc2a, Vorontsova et al., 2011), no se incluyen en la matriz por no cumplir los criterios de elegibilidad definidos para péptidos de veneno de escorpión molecularmente caracterizados; su aporte se discute de forma narrativa en el texto anterior.

Tabla 1. Matriz analítica de péptidos de veneno de escorpión con actividad antitumoral evaluada

Especie de escorpión	Péptido/ compuesto	Tipo de cáncer / línea celular	Modelo experimental	Mecanismo de acción propuesto	Principales resultados	Limitaciones metodológicas
Leiurus quinquestriatus	Clorotoxina	Glioma	In vitro	Inhibición de invasión vía interacción con MMP-2	Reducción significativa de la invasión celular	No evalúa citotoxicidad global, solo invasión (Deshane et al., 2003)
Leiurus quinquestriatus	TM-601 (derivado sintético de clorotoxina)	Glioma recurrente	Ensayo clínico fase I (131I-TM-601)	Direccionamiento tumoral selectivo	Seguridad y biodistribución adecuadas; sin eficacia concluyente	Fase I, muestra reducida, sin datos de eficacia (Mamelak et al., 2006; Mamelak & Jacoby, 2007)
Tityus serrulatus	TsAP-1, TsAP-2	Líneas tumorales no especificadas	In vitro	No detallado (citotoxicidad directa)	Actividad citotóxica y antimicrobiana confirmada	Mecanismo antitumoral no profundizado (Guo et al., 2013)
No reportada en el estudio	BmKn2	Células orales cancerosas humanas	In vitro	Inducción de apoptosis selectiva	Apoptosis en células cancerosas sin afectar células normales	Selectividad no confirmada in vivo (Satitmanwivat et al., 2016)
Scorpio maurus palmatus	Maurocalcina	Cáncer de mama (MDA-MB-231)	In vitro	Transportador intracelular no tóxico; reversión de resistencia a doxorrubicina	Reversión de quimiorresistencia a doxorrubicina	Mecanismo de transporte no completamente caracterizado (Aroui et al., 2009)
Tityus discrepans	Toxina no denominada específicamente (caracterizada estructural y funcionalmente)	Línea celular neuro2A	In vitro	No detallado	Actividad anticancerígena reportada	Fuente: tesis doctoral, no publicada en revista indexada (López & Jorge, 2017)

Tityus macrochirus	Fracciones peptídicas parcialmente purificadas	Cáncer de próstata y cérvix	In vitro	Mecanismo citotóxico propuesto, no completamente aislado	Actividad citotóxica identificada en fracciones	Fracciones parcialmente purificadas, no péptido único caracterizado (Moreno Castellanos et al., 2022)
Tityus macrochirus	Péptido FV2-16	Cáncer cervical (HeLa)	In silico (predicción de interacción)	Interacción predicha con metaloproteasa-2 (MMP-2)	Predicción computacional de unión a MMP-2	Estudio de predicción, sin validación experimental (Parra & Salamanca, 2022)
Tityus macrochirus	Péptidos parcialmente purificados	Evaluación citotóxica preliminar	In vitro	No detallado	Actividad citotóxica preliminar	Purificación parcial, evaluación preliminar (Rincón-Cortés et al., 2017)

La revisión de la literatura demuestra que múltiples componentes peptídicos derivados del veneno de escorpión exhiben actividad biológica relevante en modelos experimentales de cáncer. Muchos estudios han documentado efectos citotóxicos, antiproliferativos y proapoptóticos en líneas celulares tumorales humanas López & Jorge, 2017; Moreno Castellanos et al., 2022; Parra & Salamanca, 2022).

En relación con la modulación de migración celular, los hallazgos de Schwab et al. (1999) evidenciaron que la actividad de canales de potasio influye directamente en la migración de fibroblastos y células de melanoma humano. Estos resultados resultan particularmente relevantes en el contexto de péptidos escorpiónicos, dado que muchos de ellos actúan sobre canales iónicos dependientes de voltaje, estructura frecuentemente sobreexpresada en células tumorales invasivas.

Estudios específicos con péptidos derivados de escorpiones han confirmado efectos proapoptóticos selectivos. Por ejemplo, Satitmanwiwat et al. (2016) demostraron que el péptido BmKn2 induce apoptosis en células orales cancerosas humanas sin afectar significativamente células normales, lo que sugiere cierto grado de selectividad biológica. De manera similar, Guo et al. (2013) caracterizaron los péptidos TsAP-1 y TsAP-2 del escorpión *Tityus serrulatus*, reportando actividad citotóxica frente a células tumorales además de su conocida actividad antimicrobiana.

Otros estudios como el de Béchohra et al. (2016) han evaluado venenos completos o fracciones parcialmente purificadas. Estos autores describieron actividad citotóxica dependiente de concentración del veneno de *Androctonus australis hector* en células de cáncer pulmonar humano. Del mismo modo, Díaz et al. (2013) observaron efecto antiproliferativo del veneno del escorpión cubano *Rhopalurus junceus* frente a diversas líneas tumorales. Aunque estos resultados son consistentes en términos de reducción de viabilidad celular, muchos estudios no incluyen análisis comparativos exhaustivos frente a células no malignas, lo cual limita la evaluación definitiva de su índice terapéutico.

Diversidad molecular y caracterización ómica del veneno

La expansión del conocimiento en este campo ha sido impulsada por estudios transcriptómicos y proteómicos que revelan la extraordinaria diversidad de componentes presentes en los venenos escorpiónicos. Romero et al. (2017) analizaron el veneno de *Thorellius atrox* mediante tecnologías ómicas, identificando múltiples péptidos con potencial bioactivo. De forma similar, Santibáñez et al. (2016) caracterizaron el transcriptoma y proteoma del escorpión *Superstitionia donensis*, proporcionando información de interés sobre la evolución y diversidad funcional de sus componentes. Posteriormente, Romero et al.

(2018) ampliaron este enfoque en *Serradigitus gertschi*, confirmando la presencia de péptidos con posibles aplicaciones farmacológicas.

Estos estudios no evalúan directamente actividad anticancerígena, pero proporcionan la base molecular indispensable para la identificación de nuevos candidatos terapéuticos. Desde una perspectiva estratégica, la caracterización ómica representa un paso esencial en el descubrimiento racional de péptidos con potencial antitumoral.

Clorotoxina y direccionamiento tumoral

La clorotoxina aislada del veneno de *Leiurus quinquestriatus* continúa siendo el compuesto con mayor desarrollo traslacional. Deshane et al. (2003) demostraron que este péptido inhibe la invasión de células de glioma mediante interacción con MMP-2. Este mecanismo, según sostienen Soroceanu et al. (1999), se integra con los hallazgos previos sobre el papel de canales iónicos en migración celular.

Desde el punto de vista clínico y tecnológico, Mamelak y Jacoby (2007) describieron el potencial del derivado sintético TM-601 para la entrega dirigida de terapias antitumorales a gliomas y otras neoplasias, resaltando su afinidad selectiva por tejido tumoral. Estos planteamientos se sustentaron en el ensayo fase I reportado por Mamelak et al. (2006), donde ¹³¹I-TM-601 mostró seguridad y biodistribución adecuada en pacientes con glioma recurrente.

Mecanismos celulares implicados

El análisis comparativo de los estudios revisados permite identificar mecanismos celulares recurrentes en la acción de péptidos bioactivos. Soletti et al. (2010) demostraron que el péptido gomesin induce muerte celular mediante activación de canales de calcio tipo L, señalización MAPK/ERK, PKC y PI3K, así como generación de especies reactivas de oxígeno. Estos mecanismos guardan relación con vías metabólicas y de estrés oxidativo descritas por Simons et al. (2012) en el contexto de señalización Akt y metabolismo tumoral.

Así mismo, Shuster et al. (2002) evidenciaron que la modulación enzimática del microambiente tumoral, en su caso mediante hialuronidasa, reduce xenoinjertos de cáncer de mama en modelos

murinos. Aunque no se trata de un péptido escorpiónico, este hallazgo respalda la relevancia de intervenir componentes extracelulares asociados a invasión tumoral, mecanismo también implicado en la acción de clorotoxina sobre metaloproteinasas.

Síntesis de los hallazgos

A grandes rasgos, los resultados muestran un panorama heterogéneo pero científicamente coherente. Existe evidencia sólida de actividad biológica antitumoral en modelos celulares y animales, respaldada por caracterización molecular avanzada y estudios mecanísticos. Sin embargo, el desarrollo clínico se concentra prácticamente en clorotoxina y sus derivados, mientras que la mayoría de los demás péptidos permanece en fases preclínicas. La convergencia entre estudios mecanísticos, caracterización ómica y primeros ensayos clínicos sugiere que el potencial terapéutico de estos péptidos se fundamenta en su selectividad molecular y en su posible integración con estrategias de direccionamiento tumoral. No obstante, la transición desde modelos experimentales hacia validación clínica amplia continúa siendo limitada.

En esta misma línea mecanística, resulta fundamental considerar el rol de los canales iónicos en la fisiopatología tumoral. Ya hace varios años, Ullrich y Sontheimer (1996) realizaron una caracterización biofísica y farmacológica detallada de las corrientes de cloruro en células de astrocitoma humano, demostrando que estos canales participan activamente en la regulación del volumen celular y en procesos asociados a migración e invasión. Estos resultados aportan un fundamento fisiológico sólido para comprender la acción de péptidos escorpiónicos moduladores de canales iónicos en tumores del sistema nervioso central.

De manera complementaria, estudios como el de Vorontsova et al. (2011) han puesto a la luz que péptidos citolíticos, en su caso latarcina Ltc2a, ejercen efectos hemolíticos y citotóxicos mediados por interacción directa con membranas celulares, lo cual apoya la hipótesis de que la alteración de la integridad de membrana y de gradientes iónicos representa un mecanismo central en la actividad

antitumoral de diversos péptidos derivados de venenos.

Por otro lado, investigaciones experimentales en modelos in vivo han ampliado la comprensión del impacto biológico de estos compuestos. En esa dirección, Yang et al. (2000) evaluaron un polipéptido anticancerígeno del veneno de *Buthus martensii*, observando efectos sobre la función inmune en ratones portadores de tumor H22, lo que indica una posible interacción entre actividad citotóxica y modulación inmunológica.

En modelos celulares humanos, Zargan et al. (2011a) demostraron que el veneno de *Odontobuthus doriae* induce apoptosis e inhibe la síntesis de ADN en células de neuroblastoma, mientras que Zargan et al. (2011b) reportaron detención del ciclo celular y citotoxicidad en líneas transformadas SH-SY5Y y MCF-7 tras exposición a veneno de *Androctonus crassicauda*. Igualmente, Yglesias et al. (2019) evidenciaron un efecto sinérgico del veneno de *Rhopalurus junceus* combinado con citostáticos convencionales en células HeLa, lo que abre la posibilidad de estrategias combinadas orientadas a potenciar la eficacia terapéutica. De forma global, estos estudios consolidan la idea de que los péptidos escorpiónicos son capaces de actuar mediante múltiples mecanismos convergentes, modulación iónica, apoptosis, arresto del ciclo celular y potencial regulación inmunológica, lo que amplía su relevancia dentro del panorama de investigación oncológica experimental.

IV. DISCUSIÓN

Grosso modo, la evidencia sometida a análisis permite trascender la simple enumeración de hallazgos individuales para reconocer patrones, tensiones y vacíos que caracterizan el estado actual del campo. A diferencia de la descripción realizada en los resultados, el propósito de este apartado es interpretar dichos hallazgos a la luz de la literatura más amplia sobre péptidos de veneno de escorpión con potencial oncológico, incluyendo las revisiones publicadas en los últimos años por Arcos et al. (2025) y Summer et al. (2026).

Arcos et al. (2025) organizaron su análisis en torno a la caracterización proteómica de los venenos escorpiónicos como eje central para la identificación de nuevos candidatos

anticancerígenos. Lo encontrado en esta revisión tiene consistencia con esa perspectiva (Romero et al., 2017, 2018; Santibáñez et al., 2016), en la medida en que los estudios de caracterización ómica conforman la base molecular sobre la que se han identificado péptidos con actividad posterior demostrada, como TsAP-1 y TsAP-2 (Guo et al., 2013) o BmKn2 (Satitmanwiwat et al., 2016). No obstante, mientras Arcos et al. (2025) enfatizan la diversidad proteómica como principal fuente de nuevos candidatos, la evidencia aquí sintetizada sugiere que dicha diversidad molecular no se ha traducido en una diversidad equivalente de desarrollo traslacional: de los péptidos y fracciones identificados, únicamente la clorotoxina ha alcanzado evaluación clínica, lo que apunta a una desconexión entre la riqueza del descubrimiento molecular y su validación posterior, aspecto que Arcos et al. (2025) no discuten en profundidad.

Por su parte, Summer et al. (2026) ofrecen una perspectiva traslacional de más amplio espectro, no limitada al cáncer, que sitúa a la clorotoxina y su derivado TM-601 como uno de varios ejemplos de traslación clínica de péptidos de veneno de escorpión. Esta perspectiva concuerda con lo observado en esta revisión respecto a la centralidad de la clorotoxina en el desarrollo clínico, pero contrasta en el nivel de detalle mecanístico: mientras Summer et al. (2026) abordan el direccionamiento tumoral de forma más general, la evidencia analizada aquí permite precisar que dicho direccionamiento, según señalan Deshane et al. (2003), depende específicamente de la interacción de la clorotoxina con MMP-2 y con canales iónicos previamente descritos por Ullrich y Sontheimer (1996), y Soroceanu et al. (1999) en la fisiología del glioma con un nivel de especificidad mecanística que aporta valor complementario al panorama farmacológico más general de Summer et al. (2026).

Un vacío relevante que emerge del análisis comparativo es la escasa evaluación de selectividad terapéutica en la mayoría de los estudios con venenos completos o fracciones parcialmente purificadas (Yang et al., 2000; Zargan et al., 2011a, 2011b; Díaz et al., 2013; Béchohra et al., 2016). A diferencia de los estudios con péptidos aislados y caracterizados, como la clorotoxina

o la maurocalcina (Aroui et al., 2009), estos trabajos no incluyen comparaciones sistemáticas frente a células no tumorales, lo que introduce una tensión no resuelta en el campo: la mayor parte de la evidencia sobre actividad citotóxica proviene de fuentes menos caracterizadas molecularmente, mientras que la evidencia con mayor rigor mecanístico se concentra en un número reducido de compuestos. Esta asimetría, no señalada explícitamente por Arcos et al. (2025) ni por Summer et al. (2026), limita la posibilidad de establecer conclusiones generalizables sobre la selectividad de los péptidos escorpiónicos como clase terapéutica.

De igual manera, se observa una concentración notable del desarrollo traslacional en un único compuesto. Si bien estudios recientes en otras especies siguen reportando actividad citotóxica prometedora, como el péptido S6540 (Wang et al., 2025) o Smp43 (Deng et al., 2023), y nuevas moléculas como el péptido tipo escorpión de *Brotheas amazonicus* (Reis et al., 2025) o el veneno de *Scorpio fuscus* en cáncer colorrectal (Karakurt et al., 2026), ninguno de estos hallazgos recientes ha alcanzado todavía las fases de evaluación in vivo avanzada o clínica. Esto da a entender que la concentración del desarrollo clínico en la clorotoxina no necesariamente refleja una superioridad biológica demostrada frente a otros péptidos, sino posiblemente una ventaja temporal de dos décadas de investigación acumulada, lo cual es un vacío importante para investigaciones futuras orientadas a diversificar el portafolio de candidatos en fase traslacional.

A fin de cuentas, el desafío futuro radica en estandarizar modelos experimentales, profundizar en estudios comparativos de toxicidad diferencial y avanzar hacia diseños clínicos con criterios de eficacia claramente definidos. Solo mediante esta transición será posible determinar el alcance terapéutico real de estos péptidos dentro del arsenal oncológico contemporáneo.

Limitaciones de la presente revisión

Además de las limitaciones inherentes a los estudios primarios señaladas a lo largo de este trabajo, es necesario reconocer las limitaciones propias del proceso de revisión. En primer lugar,

como se indicó en la Metodología, se trata de una revisión narrativa y no sistemática, sin protocolo PRISMA ni evaluación formal de riesgo de sesgo de los estudios incluidos, lo cual impide cuantificar la certeza global de la evidencia. En segundo lugar, la búsqueda se restringió a términos en inglés y español y a un número limitado de bases de datos, por lo que no puede descartarse la omisión de literatura relevante publicada en otros idiomas o en fuentes no indexadas. En tercer lugar, la síntesis fue de carácter cualitativo y temático; no se realizó meta-análisis ni estimación cuantitativa de tamaños de efecto, por lo que las comparaciones entre estudios deben interpretarse con cautela dada la heterogeneidad de modelos experimentales, especies y metodologías empleadas. Finalmente, no se evaluó de manera sistemática el riesgo de sesgo de publicación, por lo que es posible que estudios con resultados negativos o no concluyentes se encuentren subrepresentados en la literatura disponible y, en consecuencia, en la presente síntesis.

Conclusiones

La evidencia analizada indica que los péptidos derivados del veneno de escorpión representan una fuente molecular con propiedades biológicas relevantes en el ámbito oncológico. Los estudios preclínicos revisados describen actividad antiproliferativa, proapoptótica y moduladora de procesos asociados a invasión y migración tumoral en diversos modelos celulares y animales. Sin embargo, la mayor parte de esta información se mantiene en fases experimentales tempranas y requiere mayor validación traslacional.

Entre los compuestos estudiados, la clorotoxina aislada del veneno de *Leiurus quinquestriatus* destaca por su afinidad selectiva hacia células de glioma, lo que ha favorecido avances en estrategias de direccionamiento tumoral y en aplicaciones diagnósticas. Aun así, aunque existen estudios clínicos preliminares con perfiles de seguridad aceptables, la evidencia disponible todavía no justifica su incorporación en protocolos terapéuticos estandarizados.

La principal fortaleza de estos péptidos radica en su selectividad molecular y en su posible integración con sistemas de liberación controlada y tecnologías

de precisión. Persisten, no obstante, desafíos relacionados con estabilidad, biodisponibilidad, inmunogenicidad y confirmación clínica en fases avanzadas.

En síntesis, los péptidos derivados del veneno de escorpión configuran una línea de investigación prometedora dentro del desarrollo de terapias dirigidas en oncología, cuya consolidación clínica dependerá de investigaciones traslacionales rigurosas y ensayos clínicos controlados que demuestren eficacia y seguridad sostenida en el tiempo.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfonso Díaz, B. M., Avellaneda Arciniegas, M. A., Rueda Díaz, L. J., & Rincón-Orozco, B. (2025). Avances y desafíos en la inmunoterapia celular adoptiva contra el cáncer de cuello uterino: una revisión de alcance. *Revista de la Universidad Industrial de Santander. Salud*, 57. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-08072025000100041&script=sci_arttext
- Al-Asmari, A. K., Islam, M., & Al-Zahrani, A. M. (2016). In vitro analysis of the anticancer properties of scorpion venom in colorectal and breast cancer cell lines. *Oncology Letters*, 11(2), 1256–1262. <https://doi.org/10.3892/ol.2015.4036>
- Arcos, S. S. S., Aguiar, M. R. C., Oliveira, J., Silva, M. R., Pimentel, I. O. C., Anjos, N. G., Machado, G. H. R. S., Evangelista, K. B., Portaro, F. C. V., & Iwai, L. K. (2025). Scorpion venom as a source of cancer drugs: A comprehensive proteomic analysis and therapeutic potential. *International Journal of Molecular Sciences*, 26(20), 9907. <https://doi.org/10.3390/ijms26209907>
- Aroui, S., Ram, N., Appaix, F., Ronjat, M., Kenani, A., Pirollet, F., & De Waard, M. (2009). Maurocalcine as a non toxic drug carrier overcomes doxorubicin resistance in the cancer cell line MDA-MB 231. *Pharmaceutical Research*, 26(4), 836–845. <https://doi.org/10.1007/s11095-008-9782-1>
- Béchohra, L., Laraba, F., & Hammoudi, D. (2016). Cytotoxic activity of *Androctonus australis* hector venom and its toxic fractions on human lung cancer cell line. *Journal of Venomous Animals and Toxins Including Tropical Diseases*, 22, 29. <https://doi.org/10.1186/s40409-016-0085-4>
- De Roodt, A. R. (2015). Veneno de escorpiones (alacranes) y envenenamiento. *Acta bioquímica clínica latinoamericana*, 49(1), 55–71. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53541285007>
- Deng, Z., Gao, Y., Nguyen, T., Chai, J., Wu, J., Li, J., Abdel-Rahman, M. A., Xu, X., & Chen, X. (2023). The potent antitumor activity of Smp43 against non-small-cell lung cancer A549 cells via inducing membranolytic and mitochondrial dysfunction. *Toxins*, 15(5), 347. <https://doi.org/10.3390/toxins15050347>
- Deshane, J., Garner, C. C., & Sontheimer, H. (2003). Chlorotoxin inhibits glioma cell invasion via matrix metalloproteinase-2. *Journal of Biological Chemistry*, 278(6), 4135–4144. <https://doi.org/10.1074/jbc.M205662200>
- Díaz, A., Morier, L., Frión, Y., Rodríguez, H., Caballero, Y., Mendoza, D., & Chávez, M. (2013). In vitro anticancer effect of venom from Cuban scorpion *Rhopalurus junceus* against a panel of human cancer cell lines. *Journal of Venom Research*, 4, 5–12.
- García-Peñalvo, F. J. (2022). Desarrollo de estados de la cuestión robustos: Revisiones Sistemáticas de Literatura. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 23, e28600. <https://doi.org/10.14201/eks.28600>
- Guo, X., Ma, C., Du, Q., Wei, R., Wang, L., Zhou, M., & Shaw, C. (2013). Two peptides, TsAP-1 and TsAP-2, from the venom of the Brazilian yellow scorpion, *Tityus serrulatus*: Evaluation of their antimicrobial and anticancer activities. *Biochimie*, 95(9), 1784–1794. <https://doi.org/10.1016/j.biochi.2013.06.003>
- Gupta, S., & Shukla, S. (2022). Limitations of Immunotherapy in Cancer. *Cureus*, 14(10), e30856. <https://doi.org/10.7759/cureus.30856>
- Karakurt, S., Gokcek-Sarac, C., Kandir, S., Bilgiseven, İ. M., Yağmur, E. A., & Celebioglu, H. U. (2026). *Scorpio fuscus* venom as a promising anticancer agent against colorectal cancer. *Investigational New Drugs*, 44, 23–38. <https://doi.org/10.1007/s10637-026-01598-z>

- Linares-Espinós, E., Hernández, V., Domínguez-Escrig, J. L., Fernández-Pello, S., Hevia, V., Mayor, J., ... & Ribal, M. J. (2018). Metodología de una revisión sistemática. *Actas Urológicas Españolas*, 42(8), 499-506. <https://doi.org/10.1016/j.acuro.2018.01.010>
- López, G., & Jorge, A. (2017). *Caracterización estructural y funcional de una toxina aislada del veneno de Tityus discrepans con actividad anticancerígena en la línea celular neuro2A*. [Tesis de doctorado, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela]. Repositorio institucional de la UCV. <http://hdl.handle.net/10872/15137>
- Mamelak, A. N., & Jacoby, D. B. (2007). Targeted delivery of antitumoral therapy to glioma and other malignancies with synthetic chlorotoxin (TM-601). *Expert Opinion on Drug Delivery*, 4(2), 175-186. <https://doi.org/10.1517/17425247.4.2.175>
- Mamelak, A. N., Rosenfeld, S., Bucholz, R., Raubitschek, A., Nabors, L. B., Fiveash, J. B., Shen, S., Khazaeli, M. B., Colcher, D., & Liu, A. (2006). Phase I single-dose study of intracavitary-administered iodine-131-TM-601 in adults with recurrent high-grade glioma. *Journal of Clinical Oncology*, 24(22), 3644-3650. <https://doi.org/10.1200/JCO.2005.05.4569>
- Moreno Castellanos, N., Pinilla Camargo, S. C., & Solano Gil, A. L. (2022). *Identificación del posible mecanismo del efecto citotóxico del veneno de escorpión Tityus macrochirus y sus fracciones de péptidos parcialmente purificados en líneas celulares derivadas de cáncer de próstata y cérvix*. [Tesis de grado, Universidad de Ciencias Ambientales y Aplicadas, Bogotá, Colombia]. Repositorio institucional de la UDCA. <https://repository.udca.edu.co/server/api/core/bitstreams/539c0777-1f73-4c64-b327-fe9ddc-8c1eab/content>
- Parra, M. A. G., & Salamanca, N. T. R. (2022). *Predicción de la interacción que realiza el péptido FV2-16 del veneno del escorpión Tityus Macrochirus (Buthidae) sobre la metaloproteasa-2 presente en la línea celular del cáncer de cérvix (HeLa)*. [Tesis de grado, Universidad de Ciencias Ambientales y Aplicadas, Bogotá, Colombia]. Repositorio institucional de la UDCA. <https://repository.udca.edu.co/server/api/core/bitstreams/763d5fcf-a321-4a18-9feb-7cca-fa88680f/content>
- Reis, M. B., Bordon, K. C. F., Martins, J. G., Wiesel, G. A., Cipriano, U. G., Procópio, R. E. L., Bonato, V. L. D., & Arantes, E. C. (2025). A novel scorpine-like peptide from the amazonian scorpion *Brotheas amazonicus* with cytolytic activity. *Frontiers in Pharmacology*, 16, 1652614. <https://doi.org/10.3389/fphar.2025.1652614>
- Rincón-Cortés, C. A., Reyes-Montaña, É. A., & Vega-Castro, N. A. (2017). Purificación parcial de péptidos presentes en el veneno del escorpión *Tityus macrochirus* (Buthidae) y evaluación preliminar de su actividad citotóxica. *Biomédica*, 37(2), 238-249. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v37i3.3265>
- Romero, M. T., Santibáñez, C. E., Jiménez, J. M., Batista, C. V. F., Ortiz, E., & Possani, L. D. (2018). Transcriptomic and proteomic analyses reveal the diversity of venom components from the vaejovid scorpion *Serradigitus gertschi*. *Toxins*, 10(9), 359. <https://doi.org/10.3390/toxins10090359>
- Romero, T., Peguero, E., Cevallos, M. A., Batista, C. V. F., Ortiz, E., & Possani, L. D. (2017). A deeper examination of *Thorellius atrox* scorpion venom components with omic technologies. *Toxins*, 9(12), 399. <https://doi.org/10.3390/toxins9120399>
- Santibáñez, C. E., Cid-Urbe, J. I., Batista, C. V., Ortiz, E., & Possani, L. D. (2016). Venom gland transcriptomic and proteomic analyses of the enigmatic scorpion *Superstitionia donensis*, with insights on the evolution of its venom components. *Toxins*, 8(12), 367. <https://doi.org/10.3390/toxins8120367>
- Satitmanwiwat, S., Changsangfab, C., Khanuengthong, A., Promthep, K., Roytrakul, S., Arpornsuwan, T., & Pakmanee, N. (2016). The scorpion venom peptide BmKn2 induces apoptosis in cancerous but not in normal human oral cells. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 84, 1042-1050. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2016.10.041>
- Schwab, A., Reinhardt, J., Schneider, S. W., Gassner, B., & Schuricht, B. (1999). K⁺ channel-dependent mi-

- gration of fibroblasts and human melanoma cells. *Cellular Physiology and Biochemistry*, 9(3), 126–132. <https://doi.org/10.1159/000016309>
- Shuster, S., Frost, G. I., Csoka, A. B., Formby, B., & Stern, R. (2002). Hyaluronidase reduces human breast cancer xenografts in SCID mice. *International Journal of Cancer*, 102(2), 192–197. <https://doi.org/10.1002/ijc.10668>
- Simons, A. L., Orcutt, K. P., Madsen, J. M., Scarbrough, P. M., & Spitz, D. R. (2012). *The role of Akt pathway signaling in glucose metabolism and metabolic oxidative stress*. En D. Spitz, K. Dornfeld, K. Krishnan & D. Gius (Eds.), *Oxidative stress in applied basic research and clinical practice* (pp. 21–46). Humana Press. https://doi.org/10.1007/978-1-61779-397-4_2
- Soletti, R. C., del Barrio, L., Daffre, S., Miranda, A., Borges, H. L., Moura-Neto, V., Lopez, M. G., & Gabilan, N. H. (2010). Peptide gomesin triggers cell death through L-type channel calcium influx, MAPK/ERK, PKC and PI3K signaling and generation of reactive oxygen species. *Chemico-Biological Interactions*, 186(2), 135–143. <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2010.04.012>
- Solís, A. J. R., Villarreal, E. C. V., & Burguete, G. A. C. (2019). Venenos animales, fuente para el desarrollo de agentes terapéuticos. *Inventio*, 15(36), 45–53. <https://doi.org/10.30973/inventio/2019.15.36/6>
- Soroceanu, L., Manning, T. J., & Sontheimer, H. (1999). Modulation of glioma cell migration and invasion using Cl⁻ and K⁺ ion channel blockers. *Journal of Neuroscience*, 19(14), 5942–5954. <https://www.jneurosci.org/content/19/14/5942.short>
- Summer, M., Bibi, R., & Ali, S. (2026). Pharmacological potential of scorpion venom: From molecular targets, peptide chemistry to clinical translation. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 36(1), 35. <https://doi.org/10.1007/s43450-026-00739-y>
- Ullrich, N., & Sontheimer, H. (1996). Biophysical and pharmacological characterization of chloride currents in human astrocytoma cells. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*, 270(5), C1511–C1521. <https://doi.org/10.1152/ajpcell.1996.270.5.C1511>
- Utertre, S., & Lewis, R. (2010). Use of venom peptides to investigate the structure and function of ion channels. *Journal of Biological Chemistry*, 285, 13315–13320. [https://www.jbc.org/article/S0021-9258\(19\)62580-9/fulltext](https://www.jbc.org/article/S0021-9258(19)62580-9/fulltext)
- Villanueva, C. A. V. (2016). La Matriz de Variables (La MAVA): Brújula en la elaboración de proyectos de investigación. *Revista de Investigación de Contabilidad Accounting power for business*, 1(1). 91–104. https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/ri_apfb/article/view/899
- Vorontsova, O. V., Egorova, N. S., Arseniev, A. S., & Feofanov, A. V. (2011). Haemolytic and cytotoxic action of laticin Ltc2a. *Biochimie*, 93(2), 227–241. <https://doi.org/10.1016/j.biochi.2010.09.016>
- Wang, X., Gao, Y., Nguyen, T., Chai, J., Chen, X., & Xu, X. (2025). Scorpion venom peptide S6540 induces caspase-independent apoptosis in non-small cell lung cancer A549 cells. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 504, 117498. <https://doi.org/10.1016/j.taap.2025.117498>
- Yang, J. B., Li, X. W., Dong, W. H., Kong, T. H., Song, H. X., Zheng, X. Y., & Zhao, L. M. (2000). Effect of anticancer polypeptide from *Buthus martensii* venom on immune function in the H22-bearing mice. *Zhongguo Zhong Yao Za Zhi*, 25(12), 736–739.
- Yip, H.-K., Dubey, N. K., Lin, K.-C., Sung, P.-H., Chiang, J. Y., Chu, Y.-C., Huang, C.-R., Chen, Y.-L., Deng, Y.-H., Cheng, H.-C., & Deng, W.-P. (2021). Melatonin rescues cerebral ischemic events through upregulated tunneling nanotube-mediated mitochondrial transfer and downregulated mitochondrial oxidative stress in rat brain. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 139, 111593. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2021.111593>
- Yglesias, A., Rodríguez, H., & Díaz, A. (2019). Synergistic effect of *Rhopalurus junceus* scorpion venom combined with conventional cytostatics in cervical cancer cell line HeLa. *Journal of Pharmaceutical and Phar-*

- macognosy Research*, 7(1), 67–76. <https://jppres.com/jppres/synergistic-effect-of-rhopalurus-juncus-scorpion-venom-combined-with-conventional-cytostatics-in-cervical-cancer-cell-line-hela/>
- Zargan, J., Sajad, M., Umar, S., Naime, M., Ali, S., & Khan, H. A. (2011a). Scorpion (*Odontobuthus dorrii*) venom induces apoptosis and inhibits DNA synthesis in human neuroblastoma cells. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 348(1–2), 173–181. <https://doi.org/10.1007/s11010-010-0652-x>
- Zargan, J., Sajad, M., Umar, S., Naime, M., Ali, S., & Khan, H. A. (2011b). Scorpion (*Androctonus crassicauda*) venom limits growth of transformed cells (SH-SY5Y and MCF-7) by cytotoxicity and cell cycle arrest. *Experimental and Molecular Pathology*, 91(1), 447–454. <https://doi.org/10.1016/j.yexmp.2011.04.008>
- Zhang H, Chen J. (2018). Current status and future directions of cancer immunotherapy. *J Cancer*. 2018, 9:1773-81. 10.7150/jca.24577

Hipotiroidismo subclínico en el adulto. ¿Tratar o vigilar? evidencia actual, controversias y recomendaciones

Marcela Madeline Gálvez Peralta^{1*}; María Belén Vanegas Yaguana²; Winston Andrés Zavala Alarcón³; Elizabeth Cayetana Menéndez Zambrano⁴; Alexi María Arroba Parraga⁵

Resumen

El hipotiroidismo subclínico continúa generando incertidumbre terapéutica debido a la discrepancia entre las alteraciones bioquímicas y la expresión clínica observada en numerosos pacientes adultos. Ante la persistencia del debate sobre iniciar tratamiento hormonal o mantener vigilancia periódica, se examina críticamente la evidencia científica relacionada con los efectos de la levotiroxina en distintos contextos clínicos. Por medio de una revisión narrativa y crítica se integraron investigaciones publicadas en bases biomédicas internacionales, priorizando ensayos clínicos, estudios observacionales y análisis comparativos centrados en síntomas, perfil metabólico, riesgo cardiovascular y progresión hacia hipotiroidismo manifiesto. Los resultados evidencian beneficios heterogéneos, con mayor utilidad terapéutica en sujetos con concentraciones elevadas de la hormona estimulante de la tiroides (TSH), positividad de anticuerpos antitiroides y factores de riesgo cardiovascular, mientras que en adultos mayores y pacientes paucisintomáticos predomina un impacto clínico limitado. La conducta terapéutica requiere valoración individualizada, evitando tanto el infratratamiento como el sobretatamiento.

Palabras clave: adulto; dislipidemia; levotiroxina; riesgo cardiovascular; tiotropina.

Subclinical hypothyroidism in adults. treat or monitor? current evidence, controversies and recommendations

Abstract

Subclinical hypothyroidism continues to generate therapeutic uncertainty due to the discrepancy between biochemical alterations and clinical expression observed in numerous adult patients. Given the persistence of the debate about starting hormone treatment or maintaining periodic surveillance, the scientific evidence related to the effects of levothyroxine in different clinical contexts is critically examined. Through a narrative and critical review, research published in international biomedical databases was integrated, prioritizing clinical trials, observational studies and comparative analyses focused on symptoms, metabolic profile, cardiovascular risk and progression to overt hypothyroidism. The results show heterogeneous benefits, with greater therapeutic utility in subjects with elevated concentrations of thyroid-stimulating hormone (TSH), antithyroid antibody positivity and cardiovascular risk factors, while in older adults and paucisymptomatic patients a limited clinical impact predominates. Therapeutic conduct requires individualized assessment, avoiding both undertreatment and overtreatment.

Keywords: adult; dyslipidemia; levothyroxine; cardiovascular risk; thyrotropin.

Recibido: 04 de junio de 2026
Aceptado: 24 de agosto de 2026

¹ Universidad Laica Eloy Alfaro; marcela.galvez@uleam.edu.ec; <https://orcid.org/0009-0007-5906-9669>

² Dirección Provincial de Salud del Guayas; belen.vanegas@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0004-4841-6248>

³ Universidad Laica Eloy Alfaro; winston.zavala@uleam.edu.ec; <https://orcid.org/0009-0007-9894-4016>

⁴ Universidad Laica Eloy Alfaro; cayetana.menendez@uleam.edu.ec; <https://orcid.org/0009-0007-4634-6938>

⁵ Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí; alexi.arroba@uleam.edu.ec; <https://orcid.org/0009-0006-7394-5859>

*Autor de correspondencia.

I. INTRODUCCIÓN

El hipotiroidismo subclínico constituye una de las alteraciones endocrinas más frecuentes en la práctica clínica contemporánea y se caracteriza por la elevación de la hormona estimulante de la tiroides (TSH) con concentraciones normales de tiroxina libre (Bauer et al., 2021). Su prevalencia aumenta progresivamente con la edad y alcanza mayor incidencia en mujeres y adultos mayores, lo que ha convertido esta condición en un motivo recurrente de consulta y seguimiento médico. A pesar de ello, el significado clínico de esta entidad es aun objeto de debate, especialmente en pacientes con sintomatología inespecífica o elevaciones de niveles de TSH (Bekkering et al., 2019).

Durante la última década, la discusión científica se ha desplazado desde el diagnóstico hacia la verdadera utilidad del tratamiento sustitutivo. Investigaciones efectuadas en tiempos recientes (Carlé et al., 2016; Du Puy et al., 2021; Zijlstra et al., 2021) han mostrado resultados contradictorios respecto al impacto de la levotiroxina sobre síntomas, calidad de vida, riesgo cardiovascular y progresión hacia hipotiroidismo manifiesto. En este contexto, Biondi et al. (2019) señalan que gran parte de los pacientes con elevaciones moderadas de TSH no experimentaron beneficios clínicamente relevantes tras iniciar tratamiento hormonal, particularmente en edades avanzadas. Del mismo modo, Stott et al. (2017), a través del estudio TRUST, no identificaron mejoras significativas en adultos mayores tratados con levotiroxina, lo que reavivó la controversia sobre el riesgo de medicalizar alteraciones bioquímicas con escasa repercusión clínica.

Casi al mismo tiempo, Zhao et al. (2022) señalan que han sugerido posibles beneficios metabólicos y cardiovasculares en determinados subgrupos, sobre todo en individuos con concentraciones elevadas de TSH, positividad de anticuerpos antitiroideos o mayor riesgo de progresión a hipotiroidismo clínico. Estos autores describieron reducciones significativas en colesterol total y lipoproteínas de baja densidad tras el uso de levotiroxina en adultos mayores con hipotiroidismo subclínico, pero sin cambios importantes en fatiga, función cognitiva o calidad de vida. Tales discrepancias ponen de manifiesto la ausencia de consenso terapéutico y la necesidad de valorar factores individuales antes de instaurar el tratamiento.

La heterogeneidad de criterios de diagnóstico, los diferentes puntos de corte de TSH y la diversidad metodológica de los estudios disponibles han contribuido a que las recomendaciones clínicas difieran entre sociedades científicas y grupos de expertos (Mooijaart et al., 2019). Mientras algunas guías promueven una conducta más intervencionista en pacientes con TSH superior a 10 mUI/L o riesgo cardiovascular elevado, otras recomiendan vigilancia periódica y seguimiento clínico en ausencia de síntomas notables.

De cara a este escenario, surge una interrogante clínica persistente: ¿el tratamiento con levotiroxina ofrece beneficios clínicos reales en adultos con hipotiroidismo subclínico o la vigilancia constituye una estrategia más segura y racional en determinados grupos poblacionales?

A partir de esa premisa, esta revisión narrativa y crítica se propuso analizar la evidencia científica disponible acerca de los efectos del tratamiento hormonal frente a la vigilancia clínica en adultos con hipotiroidismo subclínico, considerando resultados cardiovasculares, metabólicos y relacionados con la calidad de vida. Del mismo modo, buscó aportar elementos útiles para la toma de decisiones terapéuticas individualizadas y contribuir a la discusión actual sobre el riesgo de sobretratamiento en endocrinología.

II. METODOLOGÍA

Se llevó a efecto una revisión narrativa y crítica de la evidencia científica disponible, con síntesis cualitativa organizada según variables clínicas, población estudiada y dirección del efecto terapéutico. La investigación se orientó a responder la siguiente pregunta: en adultos con hipotiroidismo subclínico, ¿el tratamiento con levotiroxina produjo mayores beneficios clínicos, metabólicos y cardiovasculares que la vigilancia clínica o la ausencia de tratamiento?

Se incluyeron investigaciones en las que los participantes recibieron levotiroxina y fueron comparados con grupos sometidos a vigilancia clínica, placebo o ausencia de intervención farmacológica. Se excluyeron estudios centrados exclusivamente en población pediátrica, mujeres embarazadas, pacientes con hipotiroidismo, enfermedad tiroidea maligna, hipotiroidismo central, antecedentes de tiroidectomía total o tratamiento con yodo radiactivo. También se descartaron editoriales, cartas científicas, informes

de caso, revisiones narrativas y publicaciones sin información clínica suficiente para el análisis.

La identificación de la evidencia científica se efectuó a través de la consulta sistemática de las bases de datos biomédicos *PubMed/MEDLINE*, *Scopus*, *Web of Science*, *Embase* y *Cochrane Library*. En paralelo, se revisaron las referencias bibliográficas de los artículos seleccionados con el propósito de identificar estudios potencialmente relevantes no recuperados en la búsqueda inicial. En atención al carácter narrativo y crítico de esta revisión, no se generó un diagrama de flujo estilo PRISMA con conteos formales de registros por base de datos, duplicados y exclusiones, ya que dicho reporte, de acuerdo con lo que señalan Baethge et al. (2019) y Page et al. (2021) es propio de las revisiones sistemáticas con protocolo de cribado predefinido.

Se consideraron publicaciones difundidas entre 2016 y 2025 en idioma inglés y español. La estrategia de búsqueda combinó descriptores controlados y términos libres relacionados con hipotiroidismo subclínico, levotiroxina, reemplazo hormonal tiroideo, vigilancia clínica, riesgo cardiovascular, perfil lipídico y calidad de vida. También se incluyeron ensayos clínicos aleatorios, estudios de cohortes y estudios observacionales analíticos. La selección se desarrolló en dos etapas; primero se revisaron títulos y resúmenes para identificar investigaciones potencialmente elegibles; después se hizo una lectura crítica del texto completo. El filtrado de títulos y resúmenes, así como la extracción de datos, fueron realizados por los cinco autores de este trabajo mediante discusión conjunta y consenso, sin protocolo registrado de forma prospectiva, por cuanto este tipo de registro se reserva para revisiones sistemáticas con diseño protocolizado y en atención a Gasparyan et al. (2019), no es requisito para revisiones narrativas y críticas.

La extracción de información se hizo por medio de una matriz diseñada previamente para homogeneizar los datos recuperados. Se recopilaban variables relacionadas con autor, año de publicación, país, diseño metodológico, tamaño muestral, edad promedio, distribución por sexo, concentraciones basales de TSH y T4 libre, presencia de anticuerpos antitiroideos, comorbilidades cardiovasculares, tipo de intervención, dosis administrada de levotiroxina, duración del seguimiento y desenlaces evaluados. Este procedimiento facilitó la diferenciación de subgrupos clínicos relevantes, principalmente en pacientes con

TSH entre 4,5–10 mUI/L, TSH superior a 10 mUI/L, adultos mayores, individuos sintomáticos y sujetos con autoinmunidad tiroidea.

Los principales resultados evaluados incluyeron calidad de vida, mejoría sintomática, eventos cardiovasculares mayores, mortalidad y progresión hacia hipotiroidismo manifiesto. Como variables secundarias se analizaron variaciones en TSH, T4 libre, colesterol total, lipoproteínas de baja densidad, presión arterial, función cognitiva, fatiga, fibrilación auricular, fracturas y eventos adversos asociados al tratamiento. La amplitud de estas variables respondió a las observaciones de Sue y Leung (2020), quienes señalaron que el beneficio cardiovascular de la levotiroxina en hipotiroidismo subclínico no mostró uniformidad entre los diferentes grupos poblacionales.

La calidad metodológica y las posibles fuentes de sesgo de cada estudio incluido se valoraron de forma crítica, tomando en cuenta el diseño, el tamaño muestral, el control de variables de confusión, la pérdida de seguimiento y el reporte selectivo de desenlaces, sin la aplicación formal de herramientas estandarizadas de evaluación del riesgo de sesgo ni el cálculo de estimadores agrupados.

En función de la heterogeneidad clínica y metodológica esperada entre los estudios, derivada de diferencias en criterios diagnósticos, puntos de corte de TSH y duración de seguimiento, no se consideró apropiado integrar los resultados mediante metaanálisis. En su lugar, los hallazgos se compararon de modo cualitativo entre subgrupos de interés clínico, es decir, edad, concentración basal de TSH, presencia de síntomas, positividad de anticuerpos antitiroideos y riesgo cardiovascular, y se contrastó la consistencia de las conclusiones al priorizar la lectura de los ensayos clínicos aleatorizados y los estudios con menor riesgo de sesgo aparente. Los resultados se sintetizaron de manera narrativa y se agruparon según variables clínicas, población estudiada y dirección del efecto terapéutico. Este enfoque se sustentó en las recomendaciones de Campbell et al. (2020) para la síntesis sin metaanálisis en revisiones con elevada heterogeneidad metodológica. Este enfoque se sustentó en Campbell et al. (2020) para revisiones sistemáticas con elevada heterogeneidad metodológica.

La interpretación de resultados distinguió cuidadosamente entre mejoría bioquímica y beneficio clínico real. Esta distinción resultó especialmente

relevante en investigaciones como la de Zijlstra et al. (2021), que no evidenciaron reducción significativa de eventos cardiovasculares en adultos mayores tratados con levotiroxina pese a la normalización hormonal. De igual forma, Holley et al. (2024) señalaron que la terapia sustitutiva no mostró asociación consistente con mejores resultados cardiovasculares u óseos en personas mayores, lo que reforzó la necesidad de individualizar las decisiones terapéuticas.

III. RESULTADOS

La búsqueda y depuración de la evidencia ayudó a organizar un cuerpo documental centrado en la comparación entre tratamiento con levotiroxina, vigilancia clínica, placebo o ausencia de intervención farmacológica en adultos con hipotiroidismo subclínico. Luego de la eliminación de duplicados y de la lectura secuencial de títulos, resúmenes y textos completos, se integraron estudios que aportaron información sobre calidad de vida, síntomas tiroideos, eventos cardiovasculares, metabolismo lipídico, función cognitiva, salud ósea, eventos adversos y progresión clínica. La síntesis final incorporó ensayos clínicos aleatorizados, análisis secundarios de ensayos, revisiones sistemáticas y estudios observacionales de base poblacional, lo que permitió contrastar eventos clínicos mayores con medidas subjetivas de salud.

La evidencia experimental más sólida procedió de ensayos y análisis derivados del programa TRUST y de estudios vinculados a poblaciones adultas mayores. Stott et al. (2017) no identificaron mejoría clínicamente relevante en síntomas ni en cansancio tras el uso de levotiroxina en adultos de 65 años o más. En una población todavía más envejecida, Mooijaart et al. (2019) tampoco reportaron beneficio sintomático en personas de 80 años o más. Estos hallazgos fueron consistentes con el análisis de Feller et al. (2018), que agrupó ensayos aleatorizados y evidenció ausencia de mejoría significativa en calidad de vida general o síntomas tiroideos.

Los estudios centrados en carga sintomática reforzaron esa tendencia. De Montmollin et al. (2020) evaluaron adultos mayores con mayor intensidad de síntomas hipotiroideos y no constataron ventaja clínica relevante de la levotiroxina frente a placebo. Stuber et al. (2020) analizaron fatigabilidad física y mental dentro de un ensayo controlado y tampoco evidenciaron cambios favorables atribuibles al tratamiento. Por su parte, Wildisen et al. (2021) no detectaron reducción significativa de síntomas depresivos en adultos mayores tratados con levotiroxina, incluso después de actualizar la síntesis cuantitativa disponible. Los más notorios desenlaces cardiovasculares, metabólicos y clínicos observados en los estudios incluidos se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Artículos incorporados en la síntesis de resultados

Autor/año	Diseño o tipo de estudio	Población/enfoque	Desenlace central	Lectura para esta revisión
Stott et al. (2017)	Ensayo clínico	Adultos ≥ 65 años	Síntomas y cansancio	Sin beneficio aparente
Feller et al. (2018)	Metaanálisis	Adultos no embarazados	Calidad de vida y síntomas	No apoyó uso rutinario
Mooijaart et al. (2019)	Análisis de ensayos	Adultos ≥ 80 años	Síntomas tiroideos	Sin mejoría significativa
de Montmollin et al. (2020)	Análisis secundario	Mayores con alta carga sintomática	Síntomas y cansancio	Sin ventaja clínica
Stuber et al. (2020)	Subestudio aleatorizado	Adultos mayores	Fatigabilidad	Efecto neutro
Wildisen et al. (2021)	Estudio complementario	Adultos mayores	Depresión	Sin reducción de síntomas
González et al. (2020)	Subestudio TRUST	Adultos mayores	Densidad mineral ósea	Sin efecto óseo
Büchi et al. (2022)	Subestudio aleatorizado	Adultos mayores	Geometría ósea	Sin efecto sobre estructura ósea
Blum et al. (2018)	Ensayo aleatorizado anidado	Adultos mayores	Aterosclerosis carotídea	Sin cambio relevante

Gencer et al. (2020)	Ensayo aleatorizado	Adultos mayores	Función cardíaca	Sin diferencia frente a placebo
Zijlstra et al. (2021)	Datos individuales agrupados	Adultos mayores	Eventos cardiovasculares	Sin reducción significativa
Triggiani et al. (2022)	Revisión sistemática	SCH e insuficiencia cardíaca	Eventos cardiovasculares	Evidencia insuficiente
Li et al. (2017)	Metaanálisis de ECA	Adultos con SCH	Perfil lipídico	Reducción de TC y LDL
Zhao et al. (2022)	Revisión y metaanálisis	Adultos mayores	Lípidos y desenlaces clínicos	Mejoría lipídica sin beneficio clínico global
Lyko et al. (2022)	Análisis agrupado	Adultos mayores con anticuerpos	Respuesta a LT4	Anticuerpos no predijeron mayor beneficio
Holley et al. (2024)	Revisión y metaanálisis	Personas mayores	Cardiovascular y óseo	Sin asociación beneficiosa consistente
Bekkering et al. (2019)	Guía basada en revisión	Adultos con SCH	Decisión terapéutica	Desaconsejó tratamiento rutinario
Sue y Leung (2020)	Revisión clínica	SCH y enfermedad cardiovascular	Beneficio cardiovascular	Beneficio incierto
Calissendorff y Falhammar (2020)	Revisión clínica	Adultos con SCH	Tratamiento versus vigilancia	Incertidumbre en TSH <10
Biondi y Cappola (2022)	Revisión narrativa crítica	Adultos mayores	Manejo individualizado	Considerar edad, TSH y comorbilidad

Nota: Los estudios de Stott et al. (2017), Mooijaart et al. (2019), de Montmollin et al. (2020), Stuber et al. (2020), Wildisen et al. (2021), González et al. (2020), Büchi et al. (2022), Blum et al. (2018), Gencer et al. (2020), Zijlstra et al. (2021) y Lyko et al. (2022) corresponden al ensayo TRUST (Stott et al., 2017) o a análisis secundarios, agrupados derivados de su población; Zijlstra et al. (2021) y Lyko et al. (2022) combinan además datos del ensayo IEMO80+. Por lo tanto, estas once entradas no constituyen evidencia mutuamente independiente.

En los eventos cardiovasculares, los resultados fueron prudentes y no respaldaron una indicación universal del tratamiento. Gencer et al. (2020) no hallaron diferencias significativas en función sistólica o diastólica luego de la normalización bioquímica de la TSH. Blum et al. (2018) tampoco manifestaron impacto favorable sobre grosor íntima-media carotídeo ni aterosclerosis carotídea.

Zijlstra et al. (2021), por medio del análisis combinado de datos individuales de dos ensayos aleatorizados, no evidenciaron reducción significativa de eventos cardiovasculares en adultos mayores tratados; en escenarios de insuficiencia cardíaca, Triggiani et al. (2022) concluyeron que la evidencia resultó escasa, indirecta e insuficiente para sostener beneficios cardiovasculares confiables.

La información relacionada con salud ósea expuso un patrón semejante. González et al. (2020) no hallaron cambios significativos en densidad mineral ósea, índice de microarquitectura trabecular ósea (puntuación ósea

trabecular, TBS) ni marcadores de recambio óseo tras un año de tratamiento.

Büchi et al. (2022), en una evaluación con tomografía cuantitativa periférica, tampoco observaron diferencias en geometría ósea, densidad volumétrica o masa ósea entre levotiroxina y placebo; y Holley et al. (2024), al integrar evidencia disponible sobre desenlaces cardiovasculares y óseos en personas mayores, no identificaron asociación consistente entre tratamiento y mejores resultados cardiovasculares u óseos.

El perfil metabólico representó el hallazgo más favorable, aunque de interpretación clínica moderada. Li et al. (2017) observaron reducción de colesterol total y lipoproteínas de baja densidad en pacientes tratados con levotiroxina, específicamente cuando existía dislipidemia basal.

Por su lado, Zhao et al. (2022) confirmaron una reducción significativa de colesterol total, triglicéridos, LDL y apolipoproteína B en adultos mayores; sin

embargo, el mismo análisis no demostró beneficios significativos sobre calidad de vida, fatiga, síntomas tiroideos, presión arterial, índice de masa corporal, función cognitiva o depresión. En consecuencia, la mejoría bioquímica no se tradujo necesariamente en beneficio clínico global.

La autoinmunidad tiroidea fue un modificador importante del riesgo de progresión, pero no garantizó respuesta clínica al tratamiento. Lyko et al. (2022) analizaron datos agrupados de ensayos aleatorizados y señalaron que la positividad de anticuerpos antitiroideos no se asoció con mayores beneficios clínicos derivados de la levotiroxina en adultos mayores.

No obstante, Biondi y Cappola (2022) subrayaron que la edad, la magnitud de la TSH, las comorbilidades y la esperanza de vida debían modular la decisión terapéutica, especialmente porque la elevación leve de TSH en personas mayores podía reflejar cambios fisiológicos asociados al envejecimiento más que enfermedad tiroidea progresiva.

Las guías y revisiones clínicas recientes coincidieron en que la decisión de tratar no debía depender exclusivamente del resultado bioquímico. Por ejemplo, Bekkering et al. (2019) recomendaron evitar el uso rutinario de hormonas tiroideas en adultos con hipotiroidismo subclínico sin indicaciones específicas, debido a la escasa mejoría de resultados centrados en el paciente.

En esos términos, Sue y Leung (2020) destacaron que el eventual beneficio cardiovascular de la levotiroxina todavía es incierto y probablemente restringido a subgrupos seleccionados; y Calissendorff y Falhammar (2020) también resaltaron la persistencia de incertidumbre clínica, particularmente en pacientes con TSH menor de 10 mUI/L.

La comparación entre subgrupos clínicos mostró que la magnitud basal de la TSH resultó el criterio con mayor utilidad práctica. En pacientes con TSH entre 4,5 y 10 mUI/L, el efecto de la levotiroxina fue predominantemente bioquímico, con escasa traducción sintomática o funcional. En cambio, en individuos con TSH persistentemente superior a 10 mUI/L, síntomas compatibles, dislipidemia relevante, autoinmunidad tiroidea o riesgo de progresión, el tratamiento pareció más defendible. Esta lectura fue compatible con los planteamientos de Biondi y Cappola (2022), Zhao et al. (2022) y Sue y Leung (2020), al coincidir que la conducta debía individualizarse.

La heterogeneidad clínica y metodológica fue elevada en las variables subjetivas, particularmente en calidad de vida, fatiga y síntomas tiroideos, lo que impidió una integración cuantitativa fiable de estos desenlaces.

Las diferencias en edad, sexo, umbral diagnóstico de TSH, duración del seguimiento, dosis inicial de levotiroxina, instrumentos de medición de síntomas y presencia de comorbilidades impidieron asumir equivalencia entre todos los estudios; en calidad de vida, fatiga, depresión y síntomas tiroideos, la dirección del efecto fue generalmente neutra; mientras que en lípidos, la dirección del efecto favoreció al tratamiento con variabilidad en la magnitud y con incertidumbre respecto a su repercusión en eventos cardiovasculares mayores.

La posibilidad de sesgo de publicación no fue posible evaluarla formalmente dado que el enfoque narrativo de esta revisión; no obstante, las revisiones sistemáticas y metaanálisis previos incorporados en la síntesis, por ejemplo, Feller et al. (2018); Li et al. (2017); Zhao et al. (2022) y Holley et al. (2024) no reportaron indicios importantes de sesgo de publicación en sus respectivos análisis.

La lectura crítica que priorizó los ensayos clínicos aleatorizados y los estudios con menor riesgo de sesgo aparente resultó coherente con la síntesis principal: se mantuvo la ausencia de beneficio clínico relevante en síntomas, calidad de vida, depresión, función cardíaca y parámetros óseos.

La exclusión de estudios observacionales redujo la posibilidad de confusión por indicación, particularmente en los eventos cardiovasculares. La evaluación del posible sesgo de publicación resultó limitada en varias variables clínicas debido al número reducido de estudios comparables, aunque las revisiones con mayor cobertura no sugirieron un beneficio clínico oculto de gran magnitud.

En general, los resultados indicaron que la levotiroxina normalizó parámetros bioquímicos, fundamentalmente TSH y algunos componentes lipídicos, pero no produjo beneficios clínicos uniformes en adultos con hipotiroidismo subclínico.

La vigilancia clínica se perfiló como una estrategia razonable en pacientes paucisintomáticos, adultos mayores y sujetos con TSH menor de 10 mUI/L. El tratamiento resultó más justificable en pacientes jóvenes o de mediana edad, con TSH persistentemente

superior a 10 mUI/L, síntomas consistentes, autoinmunidad tiroidea, dislipidemia relevante o alto riesgo de progresión a hipotiroidismo manifiesto.

En la tabla 2 se observa que los dominios centrados en el paciente tuvieron efectos predominantemente

neutros, mientras que los cambios más consistentes se concentraron en variables bioquímicas. Esta diferencia entre normalización analítica y beneficio clínico constituyó el eje interpretativo de la revisión.

Tabla 2. Síntesis de desenlaces según dominios clínicos evaluados

Dominio evaluado	Dirección del efecto	Interpretación clínica	Estudios clave
Síntomas y calidad de vida	Sin beneficio clínico consistente	La corrección de TSH no se tradujo en mejoría percibida por el paciente en adultos mayores o paucisintomáticos.	Stott et al. (2017); Feller et al. (2018); Mooijaart et al. (2019); de Montmollin et al. (2020)
Fatiga y depresión	Efecto neutro	No se observó reducción relevante de fatigabilidad ni síntomas depresivos con levotiroxina.	Stuber et al. (2020); Wildisen et al. (2021)
Función cardiovascular	Efecto incierto o neutro	No hubo reducción clara de eventos cardiovasculares ni mejoría consistente de función cardíaca o aterosclerosis subclínica.	Blum et al. (2018); Gencer et al. (2020); Zijlstra et al. (2021); Triggiani et al. (2022)
Perfil lipídico	Mejoría bioquímica parcial	Se observaron reducciones de colesterol total, LDL, triglicéridos o ApoB sin demostración directa de menor morbimortalidad.	Li et al. (2017); Zhao et al. (2022)
Salud ósea	Sin beneficio demostrable	No se evidenció mejoría de densidad mineral, geometría ósea o marcadores de recambio en adultos mayores.	González et al. (2020); Büchi et al. (2022); Holley et al. (2024)
Autoinmunidad tiroidea	Valor pronóstico, no predictivo claro	Los anticuerpos ayudaron a estimar progresión, pero no predijeron mayor respuesta clínica al tratamiento.	Lyko et al. (2022); Biondi y Cappola (2022)

IV. DISCUSIÓN

La evidencia analizada indicó que el tratamiento con levotiroxina en adultos con hipotiroidismo subclínico produjo una normalización consistente de los parámetros bioquímicos, específicamente de la TSH, sin embargo, dicho efecto no se acompañó de beneficios clínicos uniformes en la mayoría de los pacientes evaluados. Esta discrepancia entre mejoría analítica y respuesta clínica representó uno de los hallazgos más distinguidos de la revisión y reflejó la complejidad fisiopatológica del hipotiroidismo subclínico, especialmente en adultos mayores y sujetos con elevaciones de TSH.

Lo encontrado está en sintonía con los planteamientos de Taylor et al. (2014), al señalar que una proporción considerable de individuos con hipotiroidismo subclínico permaneció clínicamente estable durante largos períodos sin desarrollar sintomatología significativa ni progresión rápida hacia hipotiroidismo manifiesto. Así, la evidencia revisada sugiere que la elevación moderada de TSH no siempre representó una condición patológica

progresiva, sino que en determinados pacientes podría constituir una adaptación fisiológica relacionada con el envejecimiento, comorbilidades o variaciones interindividuales del eje hipotálamo-hipófisis-tiroides.

Uno de los aspectos más discutidos en la literatura reciente correspondió al verdadero impacto del tratamiento sobre la calidad de vida y síntomas inespecíficos. Fatiga, intolerancia al frío, alteraciones del estado de ánimo, enlentecimiento cognitivo y aumento de peso fueron descritos con frecuencia en pacientes con hipotiroidismo subclínico; sin embargo, dichos síntomas también son comunes en envejecimiento, obesidad, trastornos depresivos y enfermedades crónicas. Ante ello, Rosario y Calsolari (2019) advirtieron que la asociación entre síntomas inespecíficos y alteraciones de los niveles de TSH podía conducir a sobrediagnóstico y medicalización innecesaria, particularmente cuando las decisiones terapéuticas dependían más de parámetros analíticos que del contexto clínico integral.

La ausencia de beneficios sintomáticos consistentes observada en múltiples ensayos clínicos reforzó la

necesidad de evitar una interpretación exclusivamente bioquímica del trastorno. En concordancia con esto, Ejaz et al. (2021) destacaron que el tratamiento indiscriminado con levotiroxina en pacientes paucisintomáticos incrementó la probabilidad de sobretratamiento y exposición innecesaria a riesgos cardiovasculares y óseos sin una ganancia clínica completamente demostrable.

En relación con las manifestaciones cardiovasculares, los resultados continuaron siendo heterogéneos y, en ciertos casos, contradictorios. A pesar de que algunos estudios mostraron mejoras discretas en perfil lipídico y ciertos marcadores metabólicos, la reducción de eventos cardiovasculares mayores no fue consistente. Ningún ensayo clínico incluido logró demostrar de forma contundente disminución significativa de mortalidad cardiovascular o eventos coronarios mediante tratamiento sistemático de adultos con hipotiroidismo subclínico leve.

La edad surgió como uno de los elementos más determinantes en la toma de decisiones terapéuticas. En adultos mayores, principalmente en aquellos con TSH inferior a 10 mUI/L, el tratamiento mostró efectos limitados y un potencial riesgo de iatrogenia. Investigaciones adelantadas por Benseñor et al. (2022) aludieron que elevaciones leves de TSH en edades avanzadas podrían no siempre estar asociadas con peores resultados clínicos, lo que respaldó estrategias más conservadoras basadas en vigilancia periódica y reevaluación clínica antes de iniciar el tratamiento hormonal.

Otro aspecto notable correspondió a la influencia de la autoinmunidad tiroidea. Si bien la presencia de anticuerpos antiperoxidasa se relacionó con mayor probabilidad de progresión hacia hipotiroidismo manifiesto, los resultados no demostraron uniformemente que tales pacientes experimentaran mayores beneficios clínicos inmediatos con levotiroxina (Bonilla et al., 2025).

Una limitante de importancia en esta revisión es la sobrerrepresentación de evidencia procedente de un único programa de investigación. De los estudios incluidos en la Tabla 1, 11 corresponden al ensayo TRUST (Stott et al., 2017) o a análisis secundarios agrupados que reutilizan total o parcialmente su población de participantes: Mooijaart et al. (2019), de Montmollin et al. (2020), Stuber et al. (2020), Wildisen et al. (2021), González et al. (2020), Büchi et al. (2022), Blum et al. (2018), Gencer et al. (2020), Zijlstra et al.

(2021) y Lyko et al. (2022); los últimos dos, además del de Du Puy et al. (2021) citado en la Introducción, combinan también datos del ensayo IEMO80+. Esta concentración de evidencia en una misma cohorte implica que gran parte de los hallazgos presentados como líneas de evidencia independientes en realidad no lo son, lo que pudo inflar la aparente consistencia de los resultados, especialmente la falta de beneficio sintomático y cardiovascular en adultos mayores, y por tanto, limita la generalización de las conclusiones más allá de la población específica de TRUST/IEMO80+.

La revisión también puso de manifiesto importantes limitaciones metodológicas presentes en la literatura disponible. La heterogeneidad en los puntos de corte de TSH, duración de seguimiento, definición de desenlaces y características poblacionales dificultó la comparación directa entre estudios. Del mismo modo, varios ensayos incluyeron poblaciones envejecidas con múltiples comorbilidades, lo que pudo atenuar el impacto clínico del tratamiento hormonal. En palabras de McAninch y Bianco (2019), estas diferencias metodológicas han contribuido significativamente a la persistencia de controversias en torno al manejo del hipotiroidismo subclínico.

Otro elemento de interés radicó en la diferencia entre resultados bioquímicos y percepción subjetiva de bienestar. Aunque la normalización de TSH constituyó un objetivo terapéutico tradicional, la evidencia reciente ha cuestionado si dicho parámetro debe seguir considerándose el principal indicador de éxito clínico. Peterson et al. (2018) señalaron que la satisfacción del paciente y la percepción sintomática dependieron de múltiples variables fisiológicas y psicosociales que superan la simple corrección hormonal.

Desde un enfoque clínico, los hallazgos apoyan una estrategia terapéutica individualizada. La evidencia favoreció la vigilancia clínica en pacientes adultos mayores, paucisintomáticos y con elevaciones de TSH, mientras que el tratamiento parecía más razonable en individuos jóvenes o de mediana edad con TSH persistentemente superior a 10 mUI/L, síntomas compatibles, dislipidemia relevante, autoinmunidad tiroidea o alto riesgo de progresión hacia hipotiroidismo manifiesto.

A fin de cuentas, los resultados permitieron comprender que el hipotiroidismo subclínico no constituye una entidad homogénea, es más bien un espectro clínico con comportamiento variable según la edad, contexto metabólico, riesgo cardiovascular y carga

sintomática. En consecuencia, la decisión terapéutica no debería sustentarse puramente en cifras aisladas de TSH, sino en una valoración clínica integral capaz de equilibrar beneficios potenciales, riesgos asociados y expectativas individuales del paciente.

V. CONCLUSIONES

La evidencia disponible indicó que el tratamiento con levotiroxina en adultos con hipotiroidismo subclínico no produjo beneficios clínicos uniformes frente a la vigilancia, especialmente en pacientes con elevaciones de niveles de TSH y escasa carga sintomática. Aunque la terapia sustitutiva favoreció la normalización bioquímica y mostró efectos metabólicos discretos, estos hallazgos no se tradujeron consistentemente en mejoría de calidad de vida, función cognitiva ni reducción de repercusiones cardiovasculares mayores.

Los resultados respaldaron una aproximación terapéutica individualizada, sustentada en edad, concentración basal de TSH, sintomatología, riesgo cardiovascular y probabilidad de progresión hacia hipotiroidismo manifiesto. En adultos mayores y sujetos paucisintomáticos, la vigilancia clínica representó una estrategia razonable y potencialmente más segura frente al riesgo de sobretratamiento.

Por último, persisten limitaciones metodológicas y heterogeneidad entre estudios, por lo que futuros ensayos clínicos deberán definir con mayor precisión qué subgrupos podrían beneficiarse realmente del tratamiento hormonal.

VI. REFERENCIAS CITADAS

- Baethge, C., Goldbeck-Wood, S. & Mertens, S. (2019). SANRA a - scale for the quality assessment of narrative review articles. *Research Integrity and Peer Review*, 4, 5. <https://doi.org/10.1186/s41073-019-0064-8>
- Bauer, B., Meyer, S., Rix, M., Bonnema, S. & Hegedüs, L. (2021). Estrategias de manejo para pacientes con hipotiroidismo subclínico: una revisión sistemática. *Syst Rev*. 10(1):291. <https://doi.org/10.1186/s13643-021-01842-y>
- Bekkering, G. E., Agoritsas, T., Lytvyn, L., Heen, A.F., Feller, M. & Moutzouri, E. (2019). Tratamiento con hormonas tiroideas para el hipotiroidismo subclínico: una guía de práctica clínica. *BMJ*. 2019;365:l2006. <https://doi.org/10.1136/bmj.l2006>
- Benseñor, I. M., Goulart, A. C., Lotufo, P. A. & Olmos, R. D. (2022). Enfermedad tiroidea subclínica y riesgo cardiovascular en adultos mayores. *Archives of Endocrinology and Metabolism*, 66 (3), 345–353. <https://doi.org/10.20945/2359-3997000000487>
- Biondi, B. & Cappola, A. R. (2022). Subclinical hypothyroidism in older individuals. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, 10(2), 129-141. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(21\)00285-0](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(21)00285-0)
- Biondi, B., Cappola, A. & Cooper, D. (2019). Hipotiroidismo subclínico: una revisión. *Jama*. 322(2):153-160. <https://doi.org/10.1001/jama.2019.9052>
- Blum, M. R., Gencer, B., Adam, L., Feller, M., Collet, T. H., da Costa, B. R., Moutzouri, E., Dayer, E., Beglinger, S., Kearney, P. M., Westendorp, R. G. J., Gussekloo, J., Mooijaart, S. P., Stott, D. J., Bauer, D. C. & Rodondi, N. (2018). Impact of thyroid hormone therapy on atherosclerosis in the elderly with subclinical hypothyroidism: A randomized trial. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 103(8), 2988-2997. <https://doi.org/10.1210/jc.2018-00279>
- Bonilla Salinas, K. D., Luna Solano, D. E., Mejía Castillo, C. I., Moreira Hoppe, M. S., Villa Soxo, S. M., Villacrés Ajila, G. & Castañeda Bravo, C. A. (2025). Hipotiroidismo subclínico: controversias en su diagnóstico y tratamiento. *Ibero-American Journal of Health Science Research*, 5(2), 315–320. <https://doi.org/10.56183/iberojhr.v5i2.823>
- Büchi, A. E., Feller, M., Netzer, S., Blum, M. R., Gonzalez Rodriguez, E., Collet, T. H., Del Giovane, C., van Heemst, D., Quinn, T., Kearney, P. M., Westendorp, R. G. J., Gussekloo, J., Mooijaart, S. P., Hans, D., Bauer, D. C., Rodondi, N. & Aeberli, D. (2022). Bone geometry in older adults with subclinical hypothyroidism upon levothyroxine therapy: A nested study within a randomized placebo controlled trial. *Bone*, 161, 116404. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2022.116404>
- Calissendorff, J. & Falhammar, H. (2020). To treat or not to treat subclinical hypothyroidism, what is the evidence? *Medicina*, 56(1), 40. <https://doi.org/10.3390/medicina56010040>
- Campbell, M., McKenzie, J., Sowden, A., Katikireddi, S. V, Brennan, S. E, Ellis, S., Hartmann-Boyce, J., Ryan, R., Shepperd, S., Thomas, J., Welch, V. & Thomson,

- H. (2020). Síntesis sin metaanálisis (SWiM) en revisiones sistemáticas: Guía de presentación de informes. *BMJ*, 368, 16890. <https://doi.org/10.1136/bmj.16890>
- Carlé, A., Pedersen, IB, Knudsen, N., Perrild, H., Ovesen, L., Rasmussen, LB, Jørgensen, T. & Laurberg, P. (2016). Los síntomas de hipotiroidismo no predicen la insuficiencia tiroidea en personas mayores: un estudio de casos y controles basado en la población. *The American Journal of Medicine*, 129(10), 1082–1092. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2016.05.010>
- de Montmollin, M., Feller, M., Beglinger, S., McConnachie, A., Aujesky, D., Collet, T. H., Ford, I., Gussekloo, J., Kearney, P. M., Mooijaart, S. P., Quinn, T. J., Rodondi, N., Stott, D. J. & Westendorp, R. G. J. (2020). L-thyroxine therapy for older adults with subclinical hypothyroidism and hypothyroid symptoms: Secondary analysis of a randomized trial. *Annals of Internal Medicine*, 172(11), 709–716. <https://doi.org/10.7326/M19-3193>
- Du Puy, R. S., Poortvliet, R. K. E., Mooijaart, S. P., den Elzen, W. P. J., Jagger, C., Pearce, S. H. S., Arai, Y., Hirose, N., Teh, R., Menzies, O., Rolleston, A., Kerse, N. & Gussekloo, J. (2021). Outcomes of thyroid dysfunction in people aged eighty years and older: An individual patient data meta-analysis of four prospective studies (Towards Understanding Longitudinal International Older People Studies Consortium). *Thyroid*, 31(4), 552–562. <https://doi.org/10.1089/thy.2020.0567>
- Ejaz, S., Nasim, A. & Ashraf, M. (2021). Sobretratamiento e infratratamiento del hipotiroidismo: riesgos y evidencia actual. *Cureus*, 13 (8), e17244. <https://doi.org/10.7759/cureus.17244>
- Feller, M., Snel, M., Moutzouri, E., Bauer, D. C., de Montmollin, M., Aujesky, D., Ford, I., Gussekloo, J., Kearney, P. M., Mooijaart, S. P., Quinn, T. J., Stott, D. J., Westendorp, R. G. J., Rodondi, N. & Dekkers, O. M. (2018). Association of thyroid hormone therapy with quality of life and thyroid-related symptoms in patients with subclinical hypothyroidism: A systematic review and meta-analysis. *Jama*, 320(13), 1349–1359. <https://doi.org/10.1001/jama.2018.13770>
- Gasparyan, A. Y., Ayvazyan, L., Mukanova, U., Yessirkepov, M. & Kitas, G. D. (2019). Scientific hypotheses: writing, promoting, and predicting implications. *Journal of Korean Medical Science*, 34(45), e300. <https://doi.org/10.3346/jkms.2019.34.e300>
- Gencer, B., Moutzouri, E., Blum, M. R., Feller, M., Collet, T. H., Del Giovane, C., da Costa, B. R., Dayer, E., Beglinger, S., Kearney, P. M., Gussekloo, J., Westendorp, R. G. J., Mooijaart, S. P., Stott, D. J., Bauer, D. C. & Rodondi, N. (2020). The impact of levothyroxine on cardiac function in older adults with mild subclinical hypothyroidism: A randomized clinical trial. *The American Journal of Medicine*, 133(7), 848–856.e5. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2020.01.018>
- Gonzalez, E., Stuber, M., Del Giovane, C., Feller, M., Collet, T. H., Löwe, A. L., Blum, M. R., van Vliet, N. A., van Heemst, D., Kearney, P. M., Gussekloo, J., Mooijaart, S. P., Westendorp, R. G. J., Stott, D. J., Aeberli, D., Bauer, D. C., Hans, D. & Rodondi, N. (2020). Skeletal effects of levothyroxine for subclinical hypothyroidism in older adults: A TRUST randomized trial nested study. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 105(1), 336–343. <https://doi.org/10.1210/clinem/dgz058>
- Higgins, J. P. T., Thompson, S. G., Deeks, J. J. & Altman, D. G. (2003). Medición de la inconsistencia en metaanálisis. *BMJ*, 327 (7414), 557–560. <https://doi.org/10.1136/bmj.327.7414.557>
- Holley, M., Menon, V., Adderley, N., Akyea, R., Kyriacou, A. & Nirantharakumar, K. (2024). Resultados cardiovasculares y de salud ósea en personas mayores con hipotiroidismo subclínico tratadas con levotiroxina: una revisión sistemática y metaanálisis. *Systematic Reviews*, 13, 171. <https://doi.org/10.1186/s13643-024-02548-7>
- Li, X., Wang, Y., Guan, Q., Zhao, J. & Gao, L. (2017). The lipid-lowering effect of levothyroxine in patients with subclinical hypothyroidism: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Clinical Endocrinology*, 87(1), 1–9. <https://doi.org/10.1111/cen.13338>
- Lyko, C., Blum, M. R., Feller, M., Collet, T. H., Del Giovane, C., da Costa, B. R., Moutzouri, E., Aujesky, D.,

- Kearney, P. M., Gussekloo, J., Mooijaart, S. P., Stott, D. J., Westendorp, R. G. J., Bauer, D. C. & Rodondi, N. (2022). Thyroid antibodies and levothyroxine effects in subclinical hypothyroidism: A pooled analysis of two randomized controlled trials. *Journal of Internal Medicine*, 292(5), 809-820. <https://doi.org/10.1111/joim.13544>
- McAninch, E. A. & Bianco, A. C. (2019). Historia y futuro del tratamiento del hipotiroidismo. *Annals of Internal Medicine*, 171 (1), 50-56. <https://doi.org/10.7326/M18-3630>
- Mooijaart, S., Du Puy, R., Stott, D., Kearney, P. Rodondi, N. & Westendorp, R. (2019). Asociación entre el tratamiento con levotiroxina y síntomas relacionados con la tiroides en adultos mayores con hipotiroidismo subclínico. *Jama*. 322(20):1977-1986. <https://doi.org/10.1001/jama.2019.17274>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Peterson, SJ, Cappola, AR, Castro, MR, Dayan, CM, Farwell, A. P. & Hennessey, J. (2018). Una encuesta en línea a pacientes hipotiroideos demuestra una marcada insatisfacción. *Thyroid*, 28 (6), 707-721. <https://doi.org/10.1089/thy.2017.0681>
- Rosario, P. W. & Calsolari, M. R. (2019). Historia natural del hipotiroidismo subclínico con TSH ≤ 10 mUI/L: Un estudio prospectivo. *Clinical Endocrinology*, 90 (1), 111-115. <https://doi.org/10.1111/cen.13853>
- Stott, D. J., Rodondi, N., Kearney, P. M., Ford, I., Westendorp, R. G. J., Mooijaart, S. P., Sattar, N., Aubert, C. E., Aujesky, D., Bauer, D. C., Baumgartner, C., Blum, M. R., Browne, J. P., Byrne, S., Collet, T. H., Dekkers, O. M., den Elzen, W. P. J., Du Puy, R. S., Ellis, G. & Gussekloo, J. (2017). Thyroid hormone therapy for older adults with subclinical hypothyroidism. *The New England Journal of Medicine*, 376(26), 2534-2544. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1603825>
- Stuber, M. J., Del Giovane, C., Bauer, D. C., da Costa, B. R., Feller, M., Rodondi, N. & Stott, D. J. (2020). Effect of thyroid hormone therapy on fatigability in older adults with subclinical hypothyroidism: A nested study within a randomized placebo-controlled trial. *The Journals of Gerontology: Series A*, 75(9), e89-e94. <https://doi.org/10.1093/gerona/glaa123>
- Sue, L. Y. & Leung, A. M. (2020). Levotiroxina para el tratamiento del hipotiroidismo subclínico y la enfermedad cardiovascular. *Frontiers in Endocrinology*, 11 , 591588. <https://doi.org/10.3389/fendo.2020.591588>
- Taylor, PN, Iqbal, A., Minassian, C., Sayers, A., Draman, MS, Greenwood, R., Hamilton, W., Okosieme, O., Panicker, V., Thomas, S. L. & Dayan, C. M. (2014). Disminución del umbral para el tratamiento de niveles elevados limítrofes de hormona estimulante de la tiroides: equilibrio entre beneficios y riesgos. *Jama Internal Medicine*, 174 (1), 32-39. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2013.11312>
- Triggiani, V., Cittadini, A. & Lisco, G. (2022). Effect of levothyroxine replacement therapy in patients with subclinical hypothyroidism and chronic heart failure: A systematic review. *Frontiers in Endocrinology*, 13, 1013641. <https://doi.org/10.3389/fendo.2022.1013641>
- Wildisen, L., Feller, M., Del Giovane, C., Moutzouri, E., Collet, T. H., da Costa, B. R., Aujesky, D., Bauer, D. C., Ford, I., Gussekloo, J., Kearney, P. M., Mooijaart, S. P., Rodondi, N. & Stott, D. J. (2021). Effect of levothyroxine therapy on the development of depressive symptoms in older adults with subclinical hypothyroidism: An ancillary study of a randomized clinical trial. *Jama* 4(2), e2036645. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.36645>
- Zhao, C., Wang, C., Liu, J., Wang, H. & Zhang, Y. (2022). Efecto de la levotiroxina en pacientes mayores con hipotiroidismo subclínico: una revisión sistemática y metaanálisis. *Front Endocrinol*, 13:913749. <https://doi.org/10.3389/fendo.2022.913749>
- Zijlstra, L. E., Jukema, J. W., Westendorp, R. G. J., Du Puy, R. S., Poortvliet, R. K. E., & Kearney, P. M. (2021). Tratamiento con levotiroxina y resultados cardiovasculares en personas mayores con hipotiroidismo subclínico: Resultados individuales combinados de dos ensayos controlados aleatorizados. *Frontiers in Endocrinology*, 12 , 674841. <https://doi.org/10.3389/fendo.2021.674841>

Lumbalgia principal desencadenante de enfermedad laboral e incapacidad en una empresa de Construcción Civil en Cartagena de Indias, Colombia

Elias Alberto Bedoya Marrugo¹; Ing Valeria Padilla²

Resumen

Objetivo: Identificar factores que tienen incidencia sobre la marca de ausentismo (días) en una empresa contratista de Cartagena de Indias. **Método:** Estudio descriptivo correlacional, de carácter cuantitativo y corte transversal. Se tomó en cuenta la información de 193 empleados, enfatizando en una muestra de 77 incapacitados, que abordaba datos sociodemográficos, laborales, antropométricos y de salud; mediante el software estadístico Minitab en su versión 2022 se procesó la información obtenida de dicha muestra. **Resultados:** En este estudio, la lumbalgia predominó en el 10.88% de la población, todos ellos fueron remitidos a un periodo de incapacidad, lo que se relacionó con un incremento de 5.3 días en la duración promedio de dicho episodio (valor- $p < 0.001$). Así también, cuando canalizan al trabajador a un tratamiento farmacológico y refleja mejoras en extremidades superiores, el periodo de licencia aumenta en promedio 1.21 y 6.02 días (valor- $p < 0.001$, valor- $p = 0.004$), respectivamente. Dichos descubrimientos difieren de investigaciones precedentes, donde las condiciones organizacionales tenían mayor influencia sobre la marca de ausentismo en las empresas, en este caso, los determinantes sanitarios y biológicos resultaron tener mayor influencia sobre el indicador. **Conclusión:** En este estudio se identificó a la lumbalgia como la enfermedad de mayor incidencia en el índice de ausentismo laboral (días), y la intervención médica, como la rehabilitación (tratamiento y progreso de la afección), derivan la prolongación del periodo de baja. Es conveniente analizar de cerca el ejercicio de la ergonomía laboral, revisar la calidad del servicio médico y considerar algunos programas enfocados a fortalecer la salud musculoesquelética, si es que no los contemplan.

Palabras clave: Ausentismo laboral - Lumbalgia - Lumbago - Construcción civil - Días de incapacidad - Ergonomía ocupacional

Low back pain, the main cause of occupational illness and disability in a construction company in Cartagena de Indias, Colombia

Abstract

Objective: To identify factors that influence absenteeism (days) at a contracting company in Cartagena de Indias. **Method:** A descriptive, correlational, quantitative, cross-sectional study was conducted. Data from 193 employees were collected, focusing on a sample of 77 employees on sick leave. Sociodemographic, occupational, anthropometric, and health data were gathered. The statistical software Minitab version 2022 was used to process the data obtained from this sample. **Results:** In this study, low back pain was the most prevalent condition, affecting 10.88% of the population. All of these employees were placed on sick leave, which was associated with an increase of 5.3 days in the average duration of each episode (p-value < 0.001). Similarly, when workers are referred for pharmacological treatment and show improvements in their upper extremities, the leave period increases by an average of 1.21 and 6.02 days (p-value < 0.001 , p-value = 0.004), respectively. These findings differ from previous research, where organizational conditions had a greater influence on absenteeism rates in companies. In this case, health and biological factors proved to have a greater influence on the indicator. **Conclusion:** This study identified low back pain as the illness with the highest incidence in the work absenteeism rate (days), and medical intervention, such as rehabilitation (treatment and improvement of the condition), leads to a longer leave period. It is advisable to closely analyze the practice of workplace ergonomics, review the quality of medical services, and consider programs focused on strengthening musculoskeletal health, if they are not already in place.

Keywords: Workplace absenteeism - Low back pain - Lumbago - Civil construction - Sick leave - Occupational ergonomics

Recibido: 30 de octubre de 2025

Aceptado: 04 de agosto de 2026

¹ Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco; ebedoya@tecnologicomfenalco.edu.com; <https://orcid.org/0000-0002-2931-9600>

² Instituto Tecnológico de Morelia; Morelia, Michoacán, MX; ppadillavale@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0004-3349-4817>

I. INTRODUCCIÓN

En palabras de la Organización mundial de la salud (OMS), el ausentismo es definido como la inasistencia justificada o injustificada al trabajo de un trabajador. A este respecto, es ausentismo laboral si un operario está presente en su trabajo, pero realiza actividades que no corresponden a sus tareas asignadas (Berón et al., 2021, pág. 12), o bien, la Organización Internacional del trabajo (OIT) define a este fenómeno como, la inasistencia de alguien a su trabajo cuando se suponía debía hacerlo (Espiosa-Tigre & Vasquez-Álvarez, 2024, pág. 1745). Se puede traducir en la pérdida temporal de trabajo, independientemente de los factores que lo propicien (Mora et al. 2021, pág. 165). En algunos textos, se refieren al ausentismo laboral, como “absentismo”, vocablo latino que llegó a emplearse mayoritariamente en la era industrial y se aplicaba para los operarios que faltaban a su jornada gremial (Rojas-Pimentel & Izaguirre-Torres, 2020, pág. 76).

Cañas et al. (2025), demuestra que el ausentismo laboral decrementa la capacidad productiva de las empresas, dado que, tener empleados ausentes implica: rotación de personal, más capacitación, etc. Araujo (2022), empleó el coeficiente Rho Spearman y obtuvo una correlación del 41.3% entre la productividad y el número de ausencias laborales, en consecuencia, el ausentismo laboral es un acaecimiento costoso (M. Arboleda et al., 2021). Así, Béjar et al. (2025) y V. Ruban et al. (2025) coinciden en que las empresas interesadas en reducir niveles de ausentismo, necesitan acatar medidas que incentiven al autocuidado, orientación en temas como el estrés, implementar redes de apoyo para su personal, entre otros, así como, la planificación confiable de la empresa con los controles de asistencias (Rangel et al., 2020), por ende, otros estudios se han efectuado para comprender la naturaleza de las incapacidades de los trabajadores a nivel industrial, tal como hizo Allende en la Unidad Popular (1970-1973), abordando la problemática desde raíz y aterrizando el problema en las condiciones que rodeaban el entorno laboral (Portales & Thielemann, 2022). A continuación, una contextualización panorámica de los diversos agentes que explican el fenómeno de ausentismo laboral.

En condiciones de trabajo inciertas, Berón et al. (2021, pág. 11), encontró, que los trabajadores formales y las mujeres (en gran parte casadas) tienden a incapacitarse con mayor frecuencia, en

contraste a personas con nivel educativo inferior o de empresas más pequeñas, así como, los operarios que viven en matrimonio, son obesos, cuentan con nivel de presión arterial baja y llevan un tratamiento para la hipertensión son más propensos a acumular altos niveles de ausencias en la empresa (Hernández-Martínez et al., 2020).

En Lima metropolitana (2018), si son obesos, el ausentismo incrementa en un 35% (Ugarte et al., 2020). Llevar una relación desequilibrada a nivel nutricional, puede desfavorecer la productividad en el trabajo, en especial si se trata de un hombre (Meza, 2021). Gomero (2022), concluye que el IMC tiene una influencia significativa sobre los índices de incapacidad laboral.

Sánchez (2023), halló en la ansiedad y depresión una relación significativa con las incapacidades en el trabajo y su duración, puesto que, a medida de que el padecimiento incrementa, el ausentismo también lo hace (Miranda, 2024), en términos generales, el bienestar mental favorece el status de ausencias en el trabajo (Chaverra & Vásquez, 2022), y la fatiga mental, la falta de apoyo en el trabajo, así como la demeritación del empleado, pueden agravarlo (Espino-Porras et al., 2020).

En Bogotá 2023, Calle & Gil (2025), arrojaron cifras donde casi el 80% del ausentismo es explicado por alteraciones a la salud, específicamente por problemas osteomusculares y respiratorios, así como en Epiroc de Lima, donde la causa principal de las ausencias en varones fue por agravios a la salud lumbar o respiratoria (6.82%) (Espinoza, 2023).

El presente artículo aborda una base de datos extraída de una Industria Contratista de Construcción Civil, y, particularmente en empresas de dicho rubro, existe una tendencia a generar alteraciones a nivel de las lumbares (Velásquez, 2023). La OMS, reportó en 2023 cerca de 560 millones de casos asociadas a dolencias lumbares, a su vez relacionadas con las condiciones laborales (Garay & Garay, 2023), naciendo principalmente de la naturaleza de las malas posturas, mantenidas y repetitivas (Mancilla et. al, 2023). Más de la mitad del personal experimentó dolor en la zona lumbar en la empresa constructora analizada por Salazar et al. (2023).

Quispe & Peralta (2023, pág. 12), muestran que aproximadamente el 76.5% de los trabajadores de construcción civil presentaron dolencias músculo esqueléticas, con una tendencia en la zona lumbar

(61.76%) y donde la cantidad de incapacitados superó la mitad de dichos casos. Por su parte, Inga et al. (2021), reúne que 67,5% de trabajadores de construcción y/o minería sufren de dolor lumbar. Su investigación registró que el sexo masculino (91.8%) y casi el total de los empleados de construcción, 97%, (valor $p < 0,001$) presentaron más incidencia de dolor lumbar, desde una población de Huancayo.

Así también, Huaranga & Remache (2023), reunieron antecedentes donde el dolor lumbar tiene una presencia mayoritariamente en varones en edad de 45 años en promedio y que representa el 56% de los casos de ausentismo. En sus resultados halló que, el grado de incapacidad por dolor lumbar que registran los operarios de construcción civil de Trujillo, Perú, fue incapacidad moderada con 59,3% e incapacidad severa con 18.6 puntos porcentuales por debajo. Hay una relación estadísticamente fuerte entre la incapacidad y el grado de funcionalidad en operarios con lumbalgia (Cáceres & Melgar, 2020).

Por otra parte, respecto a la extensión de los días de incapacidad médica, Arocena & García (2023), se encontraron con variables que generan gran efecto en tal duración como género, antigüedad y tamaño de empresa en el sector manufacturero español. Kim et al., (2023, pág 6), recalca que es fundamental la atención eficaz tras una lesión, desde su estudio en industrias de Corea del Sur. Silva et al. (2022) investigaron acerca de la dorsalgia (padecimiento músculo esquelético) y lo denominaron como un factor potencialmente predictor de la prolongación de licencias médicas en el trabajo, en Brasil.

En vista de que el ausentismo laboral es un problema multifactorial (se ve influenciado por variables como el sexo, la edad, el estado de salud física y mental, entre muchos otros., como se observa en investigaciones precedentes), e incide desfavorablemente en la productividad de las empresas, costos de operación, ambiente de trabajo, y otros; resulta esencial analizar de cerca dicho fenómeno, como induce Montoya (2025), para detectar aquellas circunstancias que lo propician; en especial, estudiar minuciosamente si el indicador de incapacidad se ve afectado de alguna manera cuando los trabajadores presentan alguna enfermedad y si refieren mejoría de ello, especialmente la lumbalgia, puesto que es uno de los trastornos musculoesqueléticos con mayor peso en la marcación de licencias médicas en empresas de construcción (Carbonel et al., 2022).

II. METODOLOGÍA

Se realizó un estudio descriptivo y correlacional, de corte transversal y enfoque cuantitativo, donde la variable dependiente es el indicador de incapacidad laboral. Mediante dos pruebas de hipótesis, se buscó caracterizar el ausentismo a través de distintas variables independientes, explicar su interacción y determinar en qué medida estos factores asociados influyen en las ausencias en las ausencias que presentan los trabajadores.

Población y muestra

Se tomó una base de datos de una empresa del sector de la construcción y la ingeniería en la periferia de Cartagena de Indias, Colombia, con una población conformada por 193 empleados, con una muestra conformada por 77 de ellos, dado que presentan incapacidad. El criterio de selección de la muestra ($n=77$) fue intencional y no probabilístico, basado en la inclusión exclusiva de aquellos trabajadores que registraron al menos un día de incapacidad laboral durante el periodo de estudio. De una población total de 193 empleados, se seleccionó únicamente a quienes presentaron ausentismo por causa médica, con el fin de analizar los factores asociados específicamente a la duración de las licencias (variable dependiente). Los 116 trabajadores restantes no presentaron incapacidad en el periodo evaluado, por lo que fueron excluidos del análisis inferencial al no contribuir con variabilidad en la variable de interés.

Instrumentos estadísticos

En el análisis estadístico se utilizó el programa estadístico Minitab versión 2022. Se efectuó un análisis de varianza ANOVA (Modelo Lineal General: Paso a Paso, con el método de eliminación hacia atrás), efectuado para contrastar medidas de tendencia central, como las medias y la variabilidad entre los grupos y dentro de los mismos, del modelo completo, tomándolo como principal referente para el resto del análisis, modelando la relación de nuestros predictores continuos y categóricos más importantes en nuestro esquema estadístico. Previo a la aplicación del modelo ANOVA lineal general, se verificaron los supuestos estadísticos fundamentales: i) normalidad de los residuos, mediante la prueba de Shapiro-Wilk y gráficos Q-Q; ii) homocedasticidad (igualdad de varianzas entre grupos), evaluada con la prueba de Levene o Bartlett; y

iii) independencia de las observaciones, asumida por el diseño transversal y la aleatoriedad en la selección de la muestra. El cumplimiento de estos supuestos garantizó la validez de las pruebas F y la interpretación de los valores-p en los modelos depurados.

La información recopilada incluye: datos sociodemográficos como edad y sexo, indicadores antropométricos (clasificación del índice de masa corporal, peso y estatura), variables laborales (antigüedad, si realiza trabajo no rutinario, si fue calificado como ocupacional, si se remitió a medicina laboral), seguido por historial de salud y estilos de vida (fuma, si realiza actividad física y cuál, enfermedades padecidas actualmente, experimenta dolor, molestias o discomfort, parte del cuerpo afectada y sus síntomas), y el bloque de evaluación médica (si se realizó examen paraclínico e imagenología, si se confirmó el diagnóstico, tratamiento, si hay mejoría) y la variable dependiente, el indicador de incapacidad (días), así como, de ser necesario, el tiempo de incapacidad adicional (días).

III. RESULTADOS

La población bajo estudio está conformada de 193 empleados de una empresa de Construcción Civil en Cartagena de Indias.

Tabla 1. Datos sociodemográficos e IMC de la población en general

Incapacidad	N	%
Incapacitados:	77	39.90%
No incapacitados:	116	60.10%
Sexo	N	%
Femenino	71	36.79%
Masculino	122	63.21%
Edad	N	%
18-35 años	24	12.44%
36-60 años	164	84.97%
Mayores de 60 años	5	2.59%
IMC	N	%
Bajo peso	2	1.04%
Normopeso	55	28.50%
Sobrepeso	85	44.04%
Obesidad Tipo I	42	21.76%
Obesidad Tipo II	7	3.63%
Obesidad Tipo III	2	1.04%

Fuente: Autores

La base de datos tuvo en su mayoría hombres (63.21%), gente en edad adulta media (36 a 60 años) (84.97%) y en condición de sobrepeso (44.04%). El 39.9% de la población de empleados se incapacitaron, es decir, 77 de ellos, y, de tal muestra, se observaron los siguientes resultados:

Tabla 2. Datos sociodemográficos e IMC de la muestra de incapacitados

Sexo	N	%
Femenino	19	24.68%
Masculino	58	75.32%
Edad	N	%
18-35	6	7.79%
36-60	71	92.21%
mayores de 60	0	0.00%
IMC	N	%
Bajo peso	0	0.00%
Normopeso	14	18.18%
Sobrepeso	37	48.05%
Obesidad Tipo I	22	28.57%
Obesidad Tipo II	3	3.90%
Obesidad Tipo III	1	1.30%

Fuente: Autores

La información en general arrojó que, casi una cuarta parte de los incapacitados se conforma por las empleadas de género femenino (24.68%), el grupo etario más numeroso, representando el 92.21%, son aquellos en la adultez media (36-60 años), y casi la mitad de incapacitados superan un nivel su peso corporal adecuado (48.05%).

Contextualización de la información laboral, salud y estilo de vida, y lo pertinente a la intervención médica

En cuanto a la información laboral, el 33.77% tienen una antigüedad de 1 a 5 años, seguido del 32.47% de quienes llevan más de 16 años en la empresa. 68 personas realizan trabajo rutinario (88.31%). Solo en el 24.68% de los casos, la incapacidad es calificada como ocupacional. De las 77, 17 situaciones de ausencia no fueron remitidas a medicina laboral.

Así también, el 35.06% llevan un estilo de vida sedentario. 43 empleados (55.84%), se incapacitan dado que padecen alguna enfermedad, principalmente lumbalgia (19/77); y el 51.95% (40/77) se incapacita y presenta dolor, discomfort y molestias, principalmente dolor en la espalda baja. La media de la duración por episodio de incapacidad fue de 2.69 días en general, y cuando presentaba lumbalgia aumenta a 9.47 días en promedio; 30 operarios incapacitados requirieron extensión de licencia, con una media de 8.07 días adicionales. A continuación, se rescata la información más importante del estudio estadístico.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se analizaron dos variables dependientes: si requirió incapacidad (días) y si requirió días adicionales de incapacidad. A continuación, las pruebas para cada una de ellas.

1. Días de Incapacidad

Hipótesis

Ho: Ninguno de los factores incluidos en el modelo (¿realiza algún tipo de actividad física?, tipo de enfermedad, ¿refiere mejoría?) tiene efecto estadísticamente significativo sobre si requirió incapacidad (días).

Ha: Al menos uno de los factores (¿realiza algún tipo de actividad física?, tipo de enfermedad, ¿refiere mejoría?), tiene un efecto significativo sobre si requirió incapacidad (días).

El coeficiente de determinación R^2 indica la proporción de variabilidad de los días de incapacidad explicada por el modelo; un R^2 de 61.07% señala un poder predictivo moderado. El error estándar residual ($S = 2.7$ días) refleja la desviación promedio de los días observados respecto a los estimados por el modelo. Los coeficientes del modelo representan el cambio esperado en los días de incapacidad para cada categoría respecto

a la categoría de referencia, manteniendo constantes las demás variables; su significancia se evaluó mediante valor-p (significativo si < 0.05).

1.1. ANOVA (Modelo Lineal General depurado)

De acuerdo a los datos arrojados en Minitab v.2022, el modelo explica el 61.07% de la variabilidad en los días de incapacidad (R -cuadrado = 61.07%), con un error estándar residual de 2.7 días ($S = 2.7$), indicando la variación entre los días observados y aquellos revelados por el modelo. La depuración del modelo lineal general se realizó mediante el método de Eliminación hacia atrás (backward elimination). Se partió de un modelo completo que incluía todas las variables predictoras (sociodemográficas, laborales, antropométricas, de salud y de intervención médica). Los criterios de eliminación fueron: variables con valor-p ≥ 0.05 (nivel de significancia establecido) y aquellas que no contribuían significativamente a la reducción del criterio de información de Akaike (AIC) o al aumento del R -cuadrado ajustado. El proceso se iteró hasta obtener un modelo final donde todos los predictores restantes presentaron valor-p < 0.05 .

Tabla 3. ANOVA (Modelo Lineal General depurado): Días de incapacidad

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
¿Realiza actividad física?	1	39.3	39.298	5.4	0.021
Enfermedad	14	1101.32	78.666	10.8	0
¿Refiere mejoría?	6	967.1	161.183	22.14	0
Error	168	1223.27	7.281		
Falta de ajuste	164	1223.27	7.459	*	*
Error puro	4	0	0		
Total	189	3142.21			

Por tanto, se rechazó la Hipótesis Nula, puesto que todos las variables tabuladas anteriormente resultan tener una incidencia estadística significativa (valor-p < 0.05) sobre los días de incapacidad. Se interpretó como

agentes de asociación más predominantes en el índice de incapacidad a las variables “Enfermedad” y “¿Refiere mejoría?”, con valor-p < 0.001 .

Tabla 4. Modelo Lineal General depurado - Coeficientes

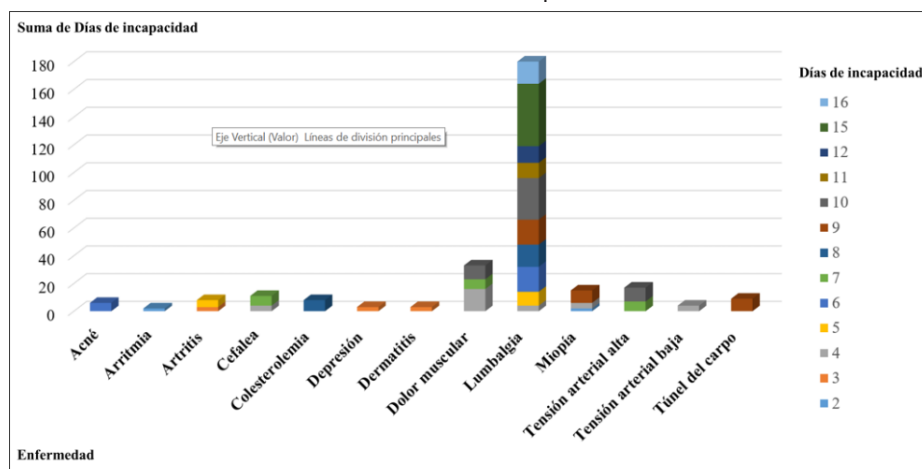
Coeficientes					
Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	6.255	0.877	7.13	0	
¿Realiza actividad física?					
No	-0.508	0.219	-2.32	0.021	1.22
Enfermedad					
Acné	2.43	2.57	0.94	0.347	2.72
Arritmia	-0.56	2.58	-0.22	0.829	2.73
Artritis	0.44	2.58	0.17	0.864	2.73
Cefalea	-1.02	1.23	-0.83	0.408	1.45
Colesterolemia	5.44	2.58	2.11	0.036	2.73
Depresión	-0.84	2.63	-0.32	0.749	2.84
Dermatitis	-2.57	1.36	-1.88	0.061	1.53
Dolor muscular	-0.732	0.913	-0.8	0.424	1.44
Insomnio	-3.84	2.63	-1.46	0.146	2.84
Lumbalgia	5.296	0.749	7.07	0	1.63
Miopía	0.09	1.55	0.06	0.952	1.66
Ninguna	-2.579	0.571	-4.52	0	2.14
Tensión arterial alta	-0.938	0.972	-0.96	0.336	1.51
Tensión arterial baja	-1.56	1.38	-1.13	0.262	1.57
¿Refiere mejoría?					
Brazo	5.824	0.968	6.02	0	4.19
Hombro	-3.18	2.39	-1.33	0.185	15.67
Manos	1.83	1.24	1.47	0.144	5.24
No	-3.191	0.734	-4.34	0	6.21
Pierna	-0.17	2.4	-0.07	0.944	15.76
Piernas	1.82	2.39	0.76	0.449	15.67

Fuente: Autores

Tomando en cuenta la información expuesta, la media de la duración de incapacidad es de 6.26 días, si éste realiza algún tipo de actividad física, no presenta algún padecimiento sanitario y sí refiere mejoría. Si el sujeto no se ejercita, refleja una disminución de 0.51 días en promedio (valor-p = 0.021). Si el operador no registra enfermedad, reduce la duración de las

ausencias en 2.58 días (valor-p < 0.001), por lo que sería conveniente profundizar en el estudio de estas condiciones específicas. En el tipo de enfermedad destacó la lumbalgia (valor-p < 0.001), como principal padecimiento del índice de ausentismo, asociando un incremento promedio de 5.3 días de la licencia base, a comparación con el resto de padecimientos.

Gráfica 1. Modelo Lineal General depurado - Coeficientes



Fuente: Autores

En nuestra base de datos hubo 21 casos de lumbalgia, donde solo 3 de ellos no requirieron incapacidad; de los 19 incapacitados, una docena extendió su licencia en un rango de 5 a 12 días; y, la totalidad de las incapacidades por dicho padecimiento fueron calificadas como ocupacional.

El 61.9% de las situaciones que registran lumbago son en varones, situados en una edad promedio de 47 años de edad (de entre los 36 y 60 años). En general, la población total de empleados registró 37 casos de dolencias musculoesqueléticas y 28 de ellas ameritaron licencia médica.

2. Días adicionales de Incapacidad

Hipótesis:

Ho: Ninguno de los factores incluidos en el modelo (¿realiza actividad física?, tipo de enfermedad,

tratamiento sugerido, ¿refiere mejoría?) tiene un efecto estadísticamente significativo sobre si requirió más incapacidad (días).

Ha: Al menos uno de los factores (¿realiza actividad física?, tipo de enfermedad, tratamiento sugerido, ¿refiere mejoría?), tiene un efecto significativo sobre si requirió más incapacidad (días).

2.1. ANOVA (Modelo Lineal General depurado)

El modelo es más débil que en el caso anterior, explica el 49.28% de la variabilidad en los días adicionales de incapacidad (R -cuadrado = 49.28%), con un error estándar residual de 2.52 días ($S = 2.52$), que arrojan una diferencia mayor respecto a los valores reales.

Tabla 5. ANOVA (Modelo Lineal General depurado): Días adicionales de incapacidad

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
¿Realiza actividad física?	1	31.68	31.684	5	0.027
Enfermedad	14	162.16	11.583	1.83	0.038
Tratamiento sugerido	2	142.99	71.496	11.29	0
¿Refiere mejoría?	6	473.63	78.938	12.46	0
Error	166	1051.68	6.335		
Falta de ajuste	162	939.18	5.797	0.21	0.999
Error puro	4	112.5	28.125		
Total	189	2073.37			

Fuente: Autores

Acorde a la presente información, se rechazó nuevamente la Hipótesis Nula, dado que todos los factores registran un valor- $p < 0.05$ e influyen de manera significativa al momento de extender el tiempo de la incapacidad inicial.

Se observó que las variables más fuertes sobre el índice de prolongación de incapacidad son “Tratamiento sugerido” y “Refiere mejoría” (valor- $p < 0.001$).

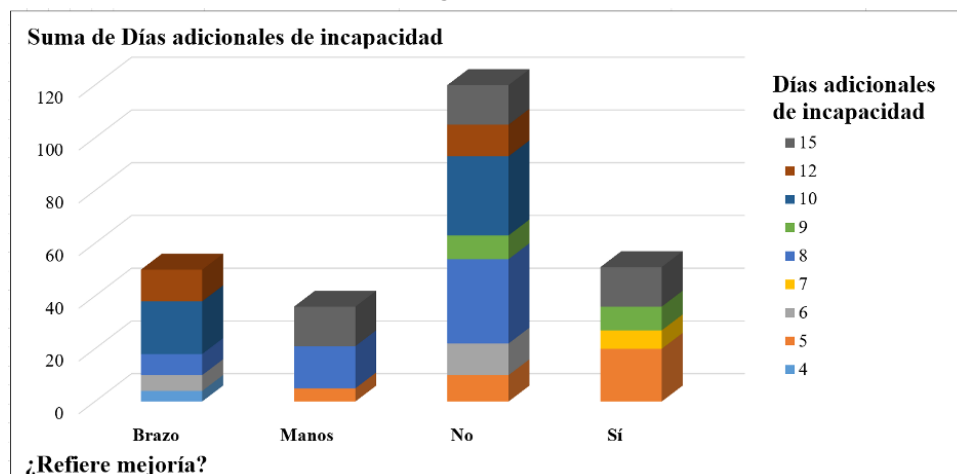
Tabla 6. Modelo Lineal General - Coeficientes

Coeficientes					
Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	4.419	0.904	4.89	0	
¿Realiza actividad física?					
No	-0.456	0.204	-2.24	0.027	1.23
Enfermedad					
Acné	-1.25	2.4	-0.52	0.603	2.73
Arritmia	-0.34	2.41	-0.14	0.888	2.74
Artritis	-0.34	2.41	-0.14	0.888	2.74
Cefalea	-1.16	1.16	-1	0.317	1.47
Colesterolemia	5.37	2.48	2.16	0.032	2.91
Depresión	0.34	2.51	0.13	0.894	2.99
Dermatitis	-0.35	1.27	-0.27	0.785	1.53
Dolor muscular	1.236	0.857	1.44	0.151	1.46
Insomnio	0.34	2.51	0.13	0.894	2.99
Lumbalgia	1.63	0.816	2	0.047	2.22
Miopía	-1.25	1.45	-0.86	0.39	1.66
Ninguna	-1.069	0.535	-2	0.047	2.15
Tensión arterial alta	-1.08	0.929	-1.16	0.247	1.59
Tensión arterial baja	0.84	1.29	0.65	0.518	1.58
Tratamiento sugerido					
Farmacológico	1.21	0.412	2.93	0.004	2.88
Fisioterapia	0.873	0.6	1.45	0.148	3.75
¿Refiere mejoría?					
Brazo	2.9	0.906	3.2	0.002	4.22
Hombro	-1.72	2.24	-0.77	0.442	15.69
Manos	6.02	1.16	5.18	0	5.27
No	-1.539	0.686	-2.24	0.026	6.23
Pierna	-0.81	2.24	-0.36	0.718	15.78
Piernas	-1.72	2.24	-0.77	0.442	15.69

Fuente: Autores

4.42 días, es la media del tiempo de incapacidad extra en general. No realizar ninguna actividad física y no presentar enfermedad alguna, reducen el tiempo de incapacidad adicional en 0.46 y 1.07 días (valor-p = 0.027 y valor-p = 0.004), respectivamente.

Gráfica 2. Gráfico de columnas apiladas: Extensión de los días de incapacidad ante la mejoría en alguna parte del cuerpo.



Fuente: Autores

De acuerdo a la información estadística obtenida, la variable con la mayor fuerza sobre la variable que indica la extensión de la temporada de incapacidad es “¿Refiere mejoría?” en específico, cuando se manifiesta en “manos” (valor- $p < 0.001$) añadiendo 6.02 días y mejora en “brazo” (valor- $p = 0.002$), que adiciona 2.9 días por episodio de extensión.

Sin embargo, dichos casos de incapacidad extendida no registraron ninguna enfermedad, no calificaron como ocupacional y todos se remitieron a medicina laboral. Distinto a ello, si no hay un progreso o mejora, se data de una disminución de 3.19 días. Tal información sugiere una revisión pertinente de los controles sanitarios para el personal empleado.

IV. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran asociaciones estadísticamente significativas entre lumbalgia, tratamiento farmacológico, mejoría en extremidades superiores y la duración/extensión de la incapacidad, sin que ello implique necesariamente una relación causal directa. Factores no medidos en este estudio (como gravedad del cuadro clínico, acceso a servicios de salud, o políticas internas de la empresa) podrían explicar parte de estas asociaciones. El presente trabajo se asemeja al estudio de Huaranga & Remache (2023), ya que en ambos se obtuvo que la lumbalgia tiene una presencia mayormente en la comunidad masculina y en edad de 47 y 45 años en promedio, respectivamente. En nuestros resultados estadísticos, los casos de lumbalgia representan el 27.27% del ausentismo total, aproximadamente 29 puntos porcentuales debajo de lo obtenido por Huaranga & Remache (2023) quienes reportaron un 56%.

En la muestra analizada, la prevalencia de afecciones musculoesqueléticas fue del 19.17% y el 10.88 % correspondiente a lumbalgia que derivó en incapacidad laboral. Aunado a ello, Quispe y Peralta (2023, pág. 12), exponen que el 76.5 % de los trabajadores de construcción sufren algún padecimiento músculo esquelético, donde más de la mitad de los casos (61.76 %) refiere a la lumbalgia y la mayoría terminó en incapacidad. Aunque la prevalencia absoluta es diferente, en nuestro estudio, la proporción de lumbalgia dentro de las dolencias musculoesqueléticas es consistente, puesto que dicha enfermedad se traduce a un 56.7% del total de dichas afecciones.

En el estudio de Inga & Rubina (2021), 67.5 % de los

operarios de construcción y minería en Huancayo sufren de molestias en las lumbares, afectando principalmente a los varones (91.8 %) y, 97% en los empleados del rubro de la construcción (valor- $p < 0.001$). Por tanto, nuestros resultados se alinean con ello, ya que el lumbago no solo es una enfermedad común entre la población estudiada, sino que prolonga la duración de las incapacidades con una media de 5.3 días adicionales (valor- $p < 0.001$). Este hallazgo destaca la necesidad de enfocarse en intervenciones ergonómicas específicas y programas de fortalecimiento lumbar dirigidos, sobre todo, a la población masculina de la construcción,

Se determinó que los agentes biológicos y de intervención médica, como mejoría clínica en extremidades superiores, las enfermedades y el tratamiento sugerido, guardan asociación con la duración de la incapacidad, por encima de factores de carácter organizacional. En cambio, en el contexto manufacturero español, las variables organizacionales como sexo, antigüedad y tamaño de la empresa explican mayormente la variabilidad en la duración de la licencia médica (Arocena & García-Carrizosa, 2023, pág. 314). Una discrepancia crítica con la literatura previa es que, mientras aquellos reportan que la antigüedad, el género o el tamaño empresarial son los principales predictores de la duración de la incapacidad, en nuestra muestra estas variables no mostraron significación estadística frente a la lumbalgia o el tipo de tratamiento. Esto podría explicarse por diferencias en los sistemas de salud ocupacional, la naturaleza física del trabajo en construcción frente al manufacturero, o un posible sesgo por el reducido número de mujeres en la muestra. Se recomienda cautela al generalizar estos hallazgos a sectores con menor carga biomecánica. De esta forma, es necesario prestar atención a los controles de gestión clínica de la lumbalgia, primordialmente, antes de revisar las condiciones estructurales de la organización.

Este estudio aporta evidencia novedosa al mostrar que, en el contexto de la construcción civil en Cartagena, los factores biológicos (lumbalgia) y de intervención médica (tratamiento farmacológico, mejoría en extremidades) explican más la duración del ausentismo que los factores organizacionales, contrario a lo hallado en sectores manufactureros europeos. Esto sugiere que las implicaciones científicas apuntan a priorizar modelos predictivos centrados en la salud musculoesquelética y la calidad de la atención clínica, más que en variables estructurales o demográficas.

En cuanto al tratamiento sugerido, farmacológico, en nuestro estudio representó un incremento de 1.21 días en promedio de la extensión de la incapacidad ($p = 0.004$). Esto contrasta con los hallazgos de Kim et al. (2023, pág. 06), quienes destacan que la atención médica inmediata reduce la duración de la incapacidad. Aunque los resultados muestran una asociación estadísticamente significativa entre la lumbalgia, el tratamiento farmacológico y la prolongación de las licencias, el diseño transversal del estudio impide establecer relaciones causales directas. Es posible que la extensión de los días de incapacidad no sea solo consecuencia biológica de la lumbalgia, sino también de prácticas médicas institucionales que tienden a prolongar el reposo ante mejorías subjetivas en extremidades superiores, lo cual no necesariamente refleja una recuperación funcional real para el trabajo en construcción civil. Asimismo, la débil capacidad explicativa del modelo para días adicionales de incapacidad ($R^2 = 49.28\%$) sugiere que existen otros factores no medidos como sesgos en la prescripción médica, presión asistencial o barreras para el retorno laboral que podrían estar influyendo (Sánchez, 2023). Futuros estudios cualitativos o de seguimiento longitudinal deberían explorar estas paradojas clínicas y administrativas.

Este estudio aporta evidencia empírica de que, en empresas de construcción civil en Cartagena de Indias, los determinantes biológicos (lumbalgia) y de intervención médica (tratamiento farmacológico y mejoría en extremidades superiores) explican en mayor medida los días de incapacidad que los factores organizacionales tradicionales. Ello sugiere redirigir las estrategias de salud ocupacional hacia el control clínico y rehabilitador temprano de la lumbalgia, y no solo hacia ajustes ergonómicos o de gestión laboral (Salazar et al. (2023).

Limitaciones del estudio: Este estudio presenta varias limitaciones. En primer lugar, el diseño transversal impide establecer relaciones causales definitivas entre la lumbalgia y los días de incapacidad. En segundo lugar, el tamaño muestral reducido ($n=77$ incapacitados) limita la generalización de los hallazgos a otras empresas del sector construcción en Colombia. En tercer lugar, el uso de datos secundarios (base de datos institucional) pudo introducir sesgos de información por registros incompletos o falta de estandarización en

las variables clínicas. Finalmente, no se controló por posibles factores de confusión como la severidad del dolor, comorbilidades no registradas o características psicosociales del trabajo, lo que podría sobreestimar el efecto de la lumbalgia y las variables de intervención médica. Una limitación con implicaciones científicas importantes es el diseño transversal, que impone establecer causalidad. Futuros estudios deberían emplear seguimientos longitudinales y comparar múltiples empresas del sector para determinar si la influencia de la lumbalgia y el tratamiento sobre los días de incapacidad se mantiene tras controlar por factores organizacionales no medidos (cultura de presentismo, políticas de reincorporación).

Implicaciones prácticas y recomendaciones para el sector empresarial y la gestión de riesgos laborales: Implementar programas de fortalecimiento musculoesquelético lumbar dirigidos a varones de 36–60 años, grupo de mayor riesgo identificado.

Evaluar la pertinencia de extender incapacidades cuando se reporta mejoría en extremidades superiores (manos y brazo), ya que esto añade hasta 6.02 días de baja ($p < 0.001$), sugiriendo posibles ineficiencias en la rehabilitación o en los criterios de reincorporación.

Realizar auditorías ergonómicas enfocadas en posturas mantenidas y repetitivas, principal causa desencadenante de lumbalgia en construcción civil.

Establecer un sistema de vigilancia epidemiológica para detectar tempranamente casos de lumbalgia y reducir el promedio de 5.3 días adicionales de incapacidad asociados a esta patología.

V. CONCLUSIÓN

En este estudio se identificó a la lumbalgia como la enfermedad de mayor incidencia en el indicador de los días correspondientes al ausentismo laboral, dentro de la empresa contratista en Cartagena de Indias, destacó que la media de los días por episodio de incapacidad fue de 5.3 días (valor- $p < 0.001$). Así también, algunas variables de intervención médica, como el “tratamiento sugerido” (farmacológico) y “refiere mejoría” (en extremidades superiores), propician fuertemente la extensión de las licencias: el tratamiento farmacológico añade 1.21 días en promedio, y la mejoría en extremidades superiores añade 6.02 días. Dicho lo anterior, es recomendable realizar más estudios sobre

las condiciones ergonómicas del lugar, optimización de la atención médica y programas enfocados a fortalecer la salud musculoesquelética.

VI. REFERENCIAS

- Araujo Poma, J. A. (2022). El ausentismo laboral y su relación con la productividad en una empresa de Contact Center Omnicanal en Lima – 2022 [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]. Repositorio Alicia – CONCYTEC. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_e639aa05665f6e62095de-162f57b0df5/Description#tabnav
- Arboleda, L. M., Rincón, Y. F., & Valcarcel, J. J. (2021). Impacto que tiene la ausencia de las pausas saludables en las incapacidades relacionadas con cervicalgia, dorsalgia y lumbalgia de los trabajadores de línea de frente en empresa de servicios de salud en Bogotá [Trabajo de grado, Fundación Universitaria ECCI]. Repositorio Institucional ECCI. <https://repositorio.ecci.edu.co/server/api/core/bitstreams/a7f2bee8-f535-4f30-af9e-a41f71c9c07a/content>
- Arocena, P., & García-Carrizosa, L. M. (2023). Determinants of the duration of sick leave due to occupational injuries: Evidence from Spanish manufacturing. *Journal of Safety Research*, 86, 311–317. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2023.07.009>
- Béjar Tinoco, V., Madrigal Moreno, F., & Madrigal Moreno, S. (2025). Factores que inciden en el ausentismo laboral y su impacto económico en las organizaciones. *Latinoamérica. Revista de Estudios Latinoamericanos*, (80), 107–132. <https://latam.redilat.org/index.php/lt/article/view/3555>
- Berón, E. A., Mejía, D., & Castrillón, O. D. (2021). Principales causas de ausentismo laboral: Una aplicación desde la minería de datos. *Información Tecnológica*, 32(2), 11–18. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642021000200011>
- Cáceres Díaz, M. V., & Melgar Campos, P. C. (2020). Ausentismo laboral y funcionalidad lumbar aguda en pacientes del servicio de medicina física de un hospital de Lima: Periodo 2020 [Tesis de licenciatura, Universidad Privada Norbert Wiener]. Repositorio Institucional U. Wiener. <https://repositorio.uwien.edu.pe/server/api/core/bitstreams/05963c59-5bf2-44a2-bec1-e5850ecd6401/content>
- Calle Rivera, P. T., & Gil Peñuela, H. A. (2025). El impacto del ausentismo laboral en pequeñas y medianas empresas de la ciudad de Bogotá. *Estudios y Perspectivas*, 5(1), 1–19. <https://estudiosyperspectivas.org/index.php/EstudiosyPerspectivas/article/view/1063>
- Cañas Ramírez, D. N., Colmenares Burgos, L. A., Nuñez Gutiérrez, W. M., & Ramírez Ayala, F. E. (2025). Analizar las principales causas, impacto y costos del ausentismo laboral e incapacidades médicas en el sector empresarial colombiano para el año 2022 [Trabajo de grado, Universidad Simón Bolívar]. Repositorio Universidad Simón Bolívar. <https://bonga.unisimon.edu.co/items/d9036odd-40c4-4976-8816-483f26a5d57e>
- Carbonel, C., Casanova, P., Cervini, F., Chalis, J., Cotelo, P., Coitinho, V., Taboada, F., & Niz, C. (2022). Lumbalgia en la población trabajadora: Revisión narrativa de los últimos diez años. *SUMEFAC*. <https://sumefac.uy/wp-content/uploads/2023/09/Lumbalgia-articulo-final.pdf>
- Chaverra Escobar, H. D., & Vásquez Trespalacios, E. M. (2022). Factores psicosociales laborales, estrés laboral y su relación con el ausentismo laboral: Una revisión [Trabajo de grado, Universidad CES]. Repositorio Institucional CES. <https://repository.ces.edu.co/items/68590b1c-6e79-4bbf-98de-45865b7c7397>
- Espino-Porras, C. L., de Luna-López, M. C., Flores-Padilla, L., Ramírez-Echavarría, E. J., Brito-Cerino, M. I., & Gómez-Jurado, L. J. (2020). Factores de riesgo psicosocial y su asociación con el ausentismo laboral. *Salud Pública de México*, 62(3), 317–324. <https://doi.org/10.22201/eneo.23958421e.2020.3.732>
- Espinosa-Tigre, R. M., & Vásquez-Álvarez, J. F. (2024). Factores de ausentismo laboral que inciden en la productividad de una microempresa financiera de Ecuador. *MQR Investigación*, 8(1), 75–90. <https://www.investigarmqr.com/ojs/index.php/mqr/article/view/1881/5701>

- Espinoza Gálvez, J. M. (2023). Relación entre la obesidad y ausentismo laboral por causa médica de los trabajadores en la empresa Epiroc en Lima 2020 [Tesis de licenciatura, Universidad Alas Peruanas]. Repositorio Institucional UAP. <https://repositorio.uap.edu.pe/handle/20.500.12990/13259>
- Garay Fajardo, L. R., & Garay Fajardo, L. C. (2023). Propuesta de rediseño ergonómico de puestos de trabajo en la industria del cemento para reducir el ausentismo laboral por trastornos musculoesqueléticos en operarios de mantenimiento [Tesis de licenciatura, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Académico UPC. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/672100>
- Gomero Cuadra, R. J. (2022). Variación del índice de masa corporal y el ausentismo laboral en trabajadores de una mina aurífera de tajo abierto [Tesis de licenciatura, Universidad de San Martín de Porres]. Repositorio USMP. <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/9743>
- Hernández-Martínez, J. C., Varona-Urbe, M., & Hernández, G. (2020). Prevalencia de factores asociados a la enfermedad cardiovascular y su relación con el ausentismo laboral de los trabajadores de una entidad oficial. *Revista Colombiana de Cardiología*, 27(1), 14–20. <https://doi.org/10.1016/j.rccar.2019.08.004>
- Huaranga Mariano, K. P., & Remache Tucno, E. G. (2023). Riesgo ergonómico y su relación con la incapacidad por dolor lumbar en obreros de construcción civil de una empresa privada, Los Olivos 2023 [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio UPN. <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/37160/TESIS%20APROBADA%20KARINA%20GERARDO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Inga Macuri, S. I., & Rubina Suasnabar, K. A. (2021). Factores asociados al desarrollo de dolor lumbar en ocupaciones de riesgo en la ciudad de Huancayo [Trabajo de investigación, Universidad Continental]. Repositorio Institucional Universidad Continental. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/9156>
- Kim, S., Lee, J., & Park, H. (2023). Effect of on-site first aid for industrial injuries on healthcare utilization after medical treatment. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, 18(1), 6. <https://doi.org/10.1186/s12995-023-00380-8>
- Mancilla Izquierdo, K. E., Martínez Vásquez, A. C., & Ramírez Giraldo, A. P. (2023). Estrategias de intervención para los trabajadores del área de mampostería de la constructora HAUS Arquitectura y Construcción para mitigar factores de riesgos que desencadenan lumbalgia en los trabajadores, en el primer semestre del año 2022. Dialnet. <https://publicaciones.iberro.edu.co/index.php/t-grad/catalog/book/2123>
- Manzo Espinoza, E. I., Gómez Mejía, K. B., & Bermúdez Sarguera, R. (2020). El ausentismo laboral: Una primera aproximación al concepto, en el contexto de salud. *Revista Mapa*, 4(18). <https://revistamapa.org/index.php/es/article/view/177>
- Meza Chávez, C. (2021). Diferencias por género en la relación entre sobrepeso y productividad laboral en Chile [Tesis de licenciatura, Universidad de Chile]. Repositorio Académico de la Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/182162/Consuelo%20Meza%20Ch%c3%a1vez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Miranda Mayo, J. J. (2024). El estrés y su relación con el absentismo laboral. *Evaluación de Riesgos Laborales*, (7). <https://www.evaluacionderiesgoslaborales.com/img/noticias/665c3027077ec.pdf>
- Montoya Quintero, D. F. (2025). Identificación del ausentismo no programado y propuesta de plan de acción en el área de cacao de la empresa Colombina S.A planta 1 [Trabajo de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repositorio.unad.edu.co/handle/10596/68149>
- Mora, Y., Romero, C., Muñoz, I., & Sierra, J. (2021). Compromiso organizacional y factores demográficos que propician el ausentismo laboral en franquicias de Barranquilla-Colombia. *Revista de Ciencias Sociales*, 26(2), 175–193. <https://www.redalyc.org/journal/280/28066593009/28066593009.pdf>

- Portales, C., & Thielemann, L. (2022). "(...) los hombres se ponen colorados, miran al suelo y las mujeres aplauden". Salvador Allende, los obreros, el alcoholismo y el ausentismo laboral en el gobierno de la Unidad Popular (1970-1973). *Revista Revueltas*, 3(5), 41–69. <https://revistarevueltas.cl/index.php/revueltas/article/view/110>
- Quispe Zorrilla, J. P., & Peralta Gonzales, S. M. (2023). Síntomas músculo-esqueléticos y ausentismo laboral en trabajadores de construcción civil, Lima-Perú. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/372438052_Sintomas_musculo-esqueleticos_y_ausentismo_laboral_en_trabajadores_de_construccion_civil_Lima-Peru
- Rangel Mahecha, L. N., Virguez, L., Vega, M., Murillo, O., & Bolívar, Y. (2020). Diseño de herramienta para la medición de indicadores de ausentismo laboral [Informe técnico]. Repositorio Institucional, Universidad Minuto de Dios. <https://repository.uniminuto.edu/server/api/core/bitstreams/bbf6e1ba-d2b5-4d47-8683-9e28f93a9cdo/content>
- Rojas-Pimentel, J., & Izaguirre-Torres, D. (2020). Ausentismo laboral: Una realidad preocupante en Perú y Sudamérica. *SCIÉND0*, 23(1), 71–77. <https://doi.org/10.17268/sciendo.2020.011>
- Ruban, V., Sudarvel, J., Shrie, B. N. T., Velmurugan, R., & Mathan Kumar, V. (2025). Factors affecting employee absenteeism in manufacturing industries. En *Recent Research in Management, Accounting and Economics (RRMAE)*. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9781003606642-57/factors-affecting-employee-absenteeism-manufacturing-industries-ruban-sudarvel-bhubaneswari-shrie-velmurugan-kumar-mathan>
- Salazar, E., Gonzales, F., & Dávila, R. (2023). Síntomas músculo-esqueléticos y ausentismo laboral en trabajadores de construcción civil, Lima-Perú. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/372438052_Sintomas_musculo-esqueleticos_y_ausentismo_laboral_en_trabajadores_de_construccion_civil_Lima-Peru
- Sánchez Tovar, L. (2023). Relación entre absentismo laboral prolongado y los trastornos depresivos y ansiosos: Perspectivas a partir de la literatura entre los años 2000 a 2022, y experiencias de pacientes en Bogotá, Colombia [Trabajo de grado, Universidad de los Andes]. Repositorio Institucional Uniandes. <https://repositorio.uniandes.edu.co/entities/publication/9c344876-22ac-49dd-adbb-9b26558b1boe>
- Silva, R. S., Almeida, F. F., & Costa, L. (2022). Factors affecting sick leave duration for non-work-related temporary disabilities in Brazilian public servants. *Occupational Medicine*, 72(2), 1–10. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqab176>
- Ugarte Izquierdo, D., Palomino-Tudela, C. E., & Palomino-Baldeón, J. C. (2020). Influencia del sobrepeso y la obesidad en el ausentismo laboral por enfermedades comunes en una administradora de pensiones de Lima Metropolitana en 2018. *Revista de la Asociación Española de Especialistas en Medicina del Trabajo*, 29(2), 111–117. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S3020-11602020000200011&lng=en
- Velásquez Castellanos, C. A. (2023). Programa de monitoreo epidemiológico para la prevención de molestias musculoesqueléticas relacionadas con el ausentismo laboral en la empresa Concreto S.A. [Tesis de maestría, Corporación Universitaria Minuto de Dios]. Repositorio UNIMINUTO. <https://repository.uniminuto.edu/server/api/core/bitstreams/1e730908-f5f8-4d03-b230-d68ad216384b/content>

Diseño de mezcla aplicado al desarrollo de formulaciones farmacéuticas: Una visión integral

Viviana García-Mir¹

Resumen

El diseño de mezclas (MD) representa una herramienta estadística eficaz para optimizar formulaciones donde los componentes deben sumar una proporción constante. En el desarrollo farmacéutico, las proporciones relativas de principios activos y excipientes determinan directamente la estabilidad, solubilidad, biodisponibilidad y calidad del producto final. El objetivo de esta revisión fue proporcionar una visión general del diseño de mezcla y su aplicación en el desarrollo y optimización de formas farmacéuticas. Se realizó una revisión narrativa de la literatura en las bases de datos: PubMed, Scopus, Google Scholar, en el periodo 2020-2026. Se analizaron 49 artículos originales y revisiones sistemáticas, metaanálisis que abordaran la aplicación del MD en formulación farmacéutica. El diseño D-óptimo fue el más utilizado (55,1%, n=27), seguido del Simplex-Lattice (32,7%, n=16). Las aplicaciones se concentraron en sistemas autoemulsificantes y nanoemulsiones (38,8%), geles e hidrogeles (22,4%) y formas sólidas orales (22,4%). El software Design-Expert predominó (78% de los estudios que reportaron herramienta computacional). Se concluye que el diseño de mezclas constituye una herramienta metodológica versátil y eficiente para el desarrollo racional de formas farmacéuticas, con aplicabilidad transversal en múltiples sistemas de entrega y vías de administración, y con proyección creciente en el marco del Quality by Design.

Palabras clave: Diseño de mezcla; Formulaciones farmacéuticas; Quality by Design; Diseño D-óptimo; Simplex-Lattice.

Mixture Design in Pharmaceutical Formulation Development: A Comprehensive Review

Abstract

Mixture design (MD) represents an effective statistical tool for optimizing formulations in which the components must sum to a constant proportion. In pharmaceutical development, the relative proportions of active ingredients and excipients directly determine the stability, solubility, bioavailability, and quality of the final product. The objective of this review was to provide an overview of mixture design and its application in the development and optimization of pharmaceutical dosage forms. A narrative literature review was conducted in the databases PubMed, Scopus, and Google Scholar for the period 2020–2026. A total of 49 original articles, systematic reviews, and meta-analyses addressing the application of MD in pharmaceutical formulation were analyzed. The D-optimal design was the most frequently used (55,1%, n = 27), followed by the Simplex-Lattice design (32,7%, n = 16). Applications were mainly focused on self-emulsifying systems and nanoemulsions (38.8%), gels and hydrogels (22.4%), and oral solid dosage forms (22.4%). Design-Expert software predominated (78% of the studies reporting a computational tool). It is concluded that mixture design constitutes a versatile and efficient methodological tool for the rational development of pharmaceutical dosage forms, with broad applicability across multiple delivery systems and routes of administration, and with increasing relevance within the Quality by Design framework.

Keywords: Mixture design; pharmaceutical formulations; Quality by Design; D-optimal design; Simplex-Lattice.

Recibido: 12 de mayo de 2026
Aceptado: 26 de agosto de 2026

¹ Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud, Universidad Técnica de Machala, Ecuador; vgarcia@utmachala.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0002-5288-4771>

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el desarrollo de formas farmacéuticas ha trascendido de la mera combinación de ingredientes para convertirse en una disciplina de alta precisión y constante desafío para los profesionales de la industria. Tradicionalmente, ajustar las proporciones era un arte intuitivo, pero riesgoso y costoso (Campisi et al., 1998).

El diseño racional de estos productos no solo implica la elección de principios activos eficaces y seguros, sino también la creación de sistemas de entrega, capaces de garantizar la estabilidad y la biodisponibilidad óptima del producto final. Sin olvidar, aspectos muy importantes como los regulatorios y la satisfacción de los consumidores (Afrin & Gupta, 2023; Beg, 2021; Campisi et al., 1998).

En este contexto, el diseño experimental de mezcla (Mixture Design, MD) se presenta como una herramienta estadística invaluable que permite la optimización de las formulaciones considerando las interacciones entre los componentes y sus proporciones relativas (Galvan et al., 2021). A través de este enfoque, es posible obtener modelos matemáticos que describan la relación entre la composición de la mezcla y la respuesta deseada, lo cual brinda la posibilidad de predecir el comportamiento de la formulación en diversas condiciones y seleccionar la composición óptima que cumpla con los estándares de calidad y eficacia. (Beg, 2021; Melo Martínez et al., 2020).

El objetivo de este artículo de revisión es proporcionar una visión general del diseño experimental de mezcla y su aplicación práctica en la formulación de productos farmacéuticos. Se explorarán los fundamentos teóricos, así como los pasos involucrados en su implementación.

Fundamentos del diseño experimental de mezcla

Los MD son tipo especial de diseño de experimentos de superficie de respuesta en los que el producto investigado se compone de varios ingredientes o componentes. A diferencia de los diseños factoriales tradicionales, donde los factores (como la temperatura, el tiempo o la presión) pueden variar de forma completamente independiente, en un MD los componentes están estrictamente interrelacionados. En estos casos, la variable respuesta depende de las proporciones relativas de los componentes individuales y no de la cantidad total de la mezcla. Su objetivo principal es racionalizar el uso de cada constituyente y su proporción en la fórmula, elemento esencial dentro del campo de la tecnología farmacéutica (Beg, 2021).

Para aplicar este tipo de diseño, es necesario considerar los fundamentos estadísticos y matemáticos que lo caracterizan. La restricción fundamental es que la suma de todas las fracciones debe ser siempre igual a 1 (o al 100%). Los q componentes o integrantes de la mezcla no son independientes ($x_1, x_2, x_3, \dots, x_q$). Matemáticamente, esto se expresa como:

$$\sum_{i=1}^q x_i = x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_q = 1 \quad \text{donde } x_i \geq 0$$

Esto significa que los componentes no pueden ser manipulados independientemente unos de otros, se definen en función de sus proporciones relativas, no en las cantidades. Los MD operan en un espacio

geométrico llamado simplex: una línea para dos componentes, un triángulo para tres, un tetraedro para cuatro tal como muestra la Figura 1 (Dejaegher & Heyden, 2011; Peterson et al., 2009; Politis et al., 2017).

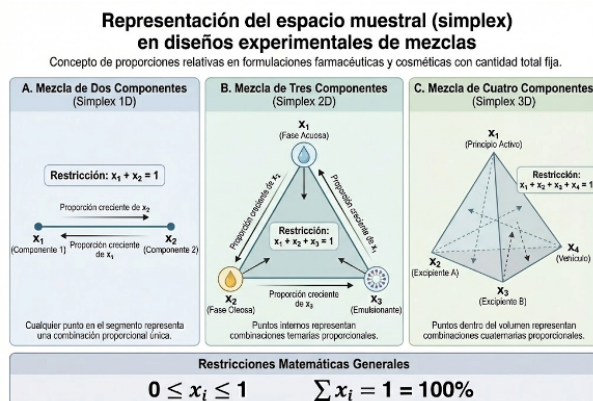


Figura 1. Espacio muestral (simplex) en diseños experimentales de mezclas de dos, tres y cuatro componentes, para formulaciones de cantidad total fija.

Los MD se dividen en dos (2) grandes grupos:

- Diseños clásicos: simplex-lattice (DSL) y simplex-centroid (DSC)
- Diseños con restricciones: Extreme Vertices Design y D-óptimo (D-Óptimo, I-Óptimo): ideales para regiones irregulares (pseudocomponentes) (Akacha et al., 2026; Melo Martínez et al., 2020).

La diferencia fundamental entre los diseños Simplex-Lattice (DSL) y Simplex-Centroid (DSC) reside en cómo exploran el espacio experimental y en su propósito de modelado. En el SLD (reticular) sus corridas se distribuyen de manera uniforme y se utiliza para explorar la región de la mezcla obteniendo información sobre la influencia de cada componente en la respuesta. Se denota como $\{q,m\}$, donde q es el número de componentes y m el grado del modelo que se desea ajustar. En contraste, el DSC prioriza el equilibrio y las interacciones. Su diseño avanza evaluando combinaciones a partes iguales: inicia con los componentes puros, transita por mezclas binarias (50/50) y ternarias (33/33/33), hasta converger inexorablemente en el centroide global de la proporción equitativa (Melo Martínez et al., 2020; Politis et al., 2017).

Los diseños de vértices extremos (Extreme Vertex): Se aplican cuando existen restricciones adicionales (límites inferiores L_i y superiores U_i) en los componentes lo que reducen el espacio experimental a un poliedro irregular dentro del simplex (Hare et al., 2025).

En tecnología farmacéutica, la mayoría de las

formulaciones son mezclas complejas con ingredientes que presentan limitaciones de uso, sobre todo con los excipientes (ejemplo los lubricantes, tensoactivos, viscozantes, etc.), por lo que los diseños D-Optimal son ampliamente utilizados. Estos diseños son particularmente útiles para regiones experimentales altamente restringidas o irregulares. El criterio D-óptimo busca maximizar el determinante de la matriz de información ($X'X$), lo que resulta en estimaciones más precisas de los coeficientes del modelo (Atneriya et al., 2024; Borhan et al., 2014; Goos et al., 2016).

Una vez obtenidos los resultados experimentales, es necesario ajustar el modelo estadístico para investigar el efecto de los componentes sobre la respuesta. En realidad, el diseño experimental es meramente una herramienta utilizada para calcular el modelo, el cual es la información sustancial que se busca obtener. Es responsabilidad del investigador definir previamente el modelo en función de los objetivos del estudio, estableciendo la relación propuesta entre los factores y la(s) respuesta(s) deseada(s). Los modelos empleados en MD suelen presentarse en una forma canónica de Scheffé, que presentan las siguientes características: suprimen el intercepto (β_0), los coeficientes de los términos lineales representan la respuesta esperada para los componentes puros y los de orden superior (interacciones) revelan si la mezcla es sinérgica o antagónica. Los más comunes son el modelo lineal, el cuadrático y el cúbico especial. A continuación, se muestran sus ecuaciones matemáticas para un sistema de tres componentes.

$$\begin{aligned}
 y &= \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \beta_3 \cdot x_3 && \text{(Lineal)} \\
 y &= \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \beta_3 \cdot x_3 + \beta_{12} \cdot x_1 \cdot x_2 + \beta_{13} \cdot x_1 \cdot x_3 + \beta_{23} \cdot x_2 \cdot x_3 && \text{(Cuadrático)} \\
 y &= \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \beta_3 \cdot x_3 + \beta_{12} \cdot x_1 \cdot x_2 + \beta_{13} \cdot x_1 \cdot x_3 + \beta_{23} \cdot x_2 \cdot x_3 + \beta_{123} \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 && \text{(Especial Cúbico)}
 \end{aligned}$$

donde y , indica la(s) respuesta(s); β_1 , β_2 y β_3 indican los coeficientes de los términos lineales; β_{12} , β_{13} y β_{23} indican los coeficientes de los términos de dos interacciones; β_{123} indica el coeficiente del término de tres interacciones; y X_1 , X_2 y X_3 indican los componentes estudiados (Hare et al., 2025).

Proceso del diseño de mezcla:

El desarrollo de formulaciones modernas exige una transición del enfoque tradicional de ensayo y error hacia una metodología sistemática y predecible. En este contexto, la implementación del MD se alinea con los principios de Calidad por Diseño (Quality by Design,

QbD) y las directrices de la guía ICH Q8(R2), los cuales proponen que la calidad debe ser planificada desde la concepción del producto y no solo verificada en el resultado final. Este flujo de trabajo no solo garantiza la optimización de las propiedades fisicoquímicas, sino que asegura la reproducibilidad y el éxito del escalado industrial mediante un control riguroso de la variabilidad de los componentes (Hare et al., 2025; Liang et al., 2025; S. Yang et al., 2025).

La Figura 2 muestra el flujo completo del diseño de mezclas tal como lo aplicamos en la práctica diaria de formulación farmacéutica.

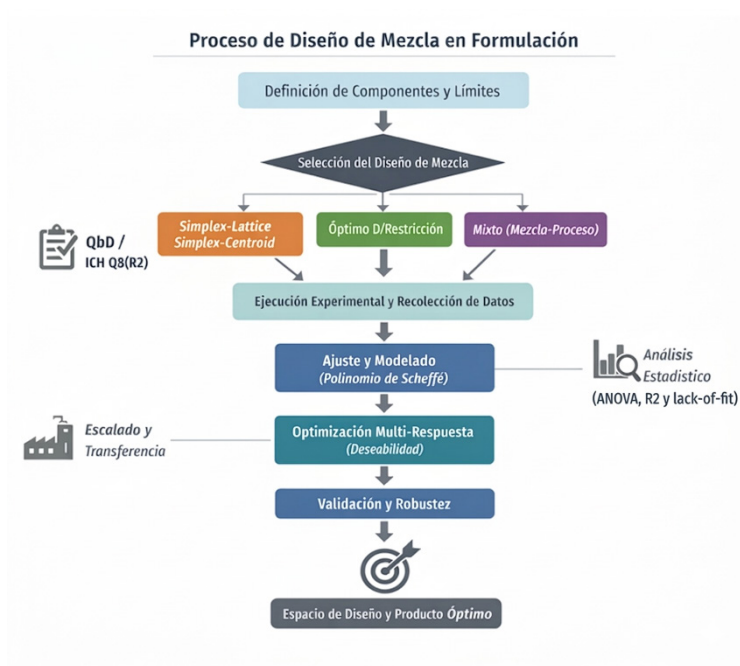


Figura 2. Proceso de Diseño de Mezclas en Formulaciones Farmacéuticas

El proceso comienza con la definición de los objetivos y las restricciones del problema, estableciendo los componentes y los límites que se incluirán en la mezcla. La siguiente etapa consiste en la selección del diseño (Simplex-Lattice, D-óptimo o mixto, según las restricciones del proyecto). Los diseños mixtos (diseños de variables de mezcla-proceso) combinan las proporciones de los componentes con variables de proceso independientes, como la temperatura, el tiempo de mezclado o la velocidad de agitación, lo que permite modelar la interacción entre ambos tipos de factores para obtener productos más robustos y predecibles (S. Yang et al., 2025). A partir de ahí, el flujo avanza de forma natural: ejecución experimental, generación de datos de la o las variables respuesta y el análisis estadístico correspondiente verificando el ajuste y modelado del polinomio de Scheffé (ANOVA, R^2 y lack-of-fit) para llegar a interpretaciones acertadas. La fase final se centra en la Optimización Multi-respuesta, buscando el equilibrio perfecto a través de la función de Deseabilidad. Bajo el marco de QbD, esto nos permite establecer el Espacio de Diseño (Design Space): un rango de combinaciones de ingredientes donde se ha demostrado que la calidad del producto está asegurada. Las etapas de validación, robustez y escalado completan el ciclo, hasta obtener una formulación reproducible a escala industrial (Hare et al., 2025; Melo Martínez et

al., 2020).

El empleo de software estadístico en el diseño de mezcla es de suma importancia debido a la complejidad y multidimensionalidad de este tipo de experimentos. Estas herramientas facilitan el análisis y la optimización de las formulaciones, permitiendo obtener resultados más precisos y eficientes. Entre las herramientas más utilizadas destacan: Design-Expert (Stat-Ease), JMP (SAS), MODDE (Sartorius), STATGRAPHICS Centurion (Statistical Graphics Corporation), Minitab (State College) y R (R Core Team). Cada uno tiene sus propias características y diferencias, por lo que es importante elegir el más adecuado según las necesidades específicas del estudio y la familiaridad del usuario con el programa.

II. METODOLOGÍA

Se realizó una revisión narrativa de la literatura con el objetivo de identificar, seleccionar y analizar las aplicaciones del MD en el desarrollo de formulaciones farmacéuticas. La búsqueda se llevó a cabo en las bases de datos: PubMed, Scopus y Google Scholar, utilizando una combinación de términos clave relacionados con el diseño de mezcla y formulaciones farmacéuticas como: ("design of mixture" OR "mixture design" OR "Simplex-Lattice design" OR "Simplex-Centroid Design" OR "Optimal Mixture Design") AND ("pharmaceutical

formulation" OR "topical formulation" OR "oral formulation"). Se establecieron los siguientes criterios de inclusión: artículos originales y revisiones (idioma inglés o español) que reportaran el uso explícito de MD en el desarrollo u optimización de formulaciones farmacéuticas, en el período de enero 2020 hasta marzo del 2026. Se excluyeron los artículos que no cumplieran con estos criterios o enfoque diferente al tema de interés. Igual no se consideraron resúmenes de congresos, cartas al editor o tesis académicas sin publicación en revista indexada.

La búsqueda inicial arrojó más de 180 registros. Tras la eliminación de duplicados y la revisión de títulos y resúmenes finalmente, se incluyeron 49 estudios que cumplieran con todos los criterios establecidos. De cada artículo se extrajeron datos relevantes tales como: tipo de diseño de mezclas utilizado, número de componentes, variables de respuesta principales, software empleado, forma farmacéutica desarrollada y año de publicación. En los casos donde un estudio aplicó más de un diseño de mezcla de forma secuencial, se registró únicamente el diseño principal o final empleado en la formulación definitiva, con el fin de mantener la coherencia entre el número de estudios

analizados y el de aplicaciones reportadas. La selección de los estudios y la extracción de los datos estuvieron a cargo de la autora, sin intervención de un segundo evaluador independiente.

Los resultados se presentan de forma sintetizada mediante tablas y análisis descriptivo para facilitar su interpretación.

III. Resultados y discusión

Panorama general de los estudios revisados

El análisis de los 49 artículos publicados entre enero de 2020 y marzo de 2026 evidenció un crecimiento sostenido en la aplicación del diseño de mezclas dentro del sector farmacéutico, particularmente en sistemas de administración avanzados (Tabla 1). Esta tendencia refleja la creciente integración del diseño de experimentos en el desarrollo farmacéutico racional, en consonancia con los principios del Quality by Design (QbD) establecidos por las guías ICH Q8 y Q9, que promueven la comprensión profunda del espacio de diseño de la formulación como elemento central del desarrollo de medicamentos modernos (Holm et al., 2017; ICH, 2009).

Tabla 1. Distribución de los estudios revisados por tipo de diseño de mezcla y año de publicación.

Tipo de diseño	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026*
D-optimal	4	1	7	6	1	4	4
Simplex lattice	—	2	2	5	3	4	—
I-optimal	—	—	1	—	—	1	—
Simplex centroide	—	2	—	—	—	—	—
Vértices extremos	—	1	—	1	—	—	—
Total	4	6	10	12	4	9	4

* Incluye únicamente estudios del primer trimestre de 2026. (—): sin estudios identificados

En cuanto a la distribución por tipo de diseño, el D-optimal fue el más utilizado, identificado en aproximadamente el 55,1% de los estudios (n=27), seguido a cierta distancia por el Simplex lattice (32,7%, n=16). El I-optimal, los vértices extremos y el Simplex centroide, por su parte, registraron una participación minoritaria pero equivalente entre sí (4,1% cada uno, n=2), lo que sugiere que estas alternativas se reservan para escenarios experimentales más específicos. Vale destacar, además, que cuatro de los trabajos revisados no se limitaron a un único enfoque de MD, sino que lo combinaron con estrategias complementarias — un diseño factorial 3^2 en un caso, un diseño central

compuesto rotatable en otro—, mientras que un estudio de 2025 integró secuencialmente el D-optimal con el I-optimal dentro de una misma formulación. Esta hibridación metodológica, aunque minoritaria en el conjunto de la muestra, ilustra una tendencia emergente hacia esquemas de optimización en dos etapas, donde un diseño exploratorio inicial precede a la optimización final de la mezcla.

La predominancia del D-optimal puede atribuirse a su versatilidad para manejar restricciones en las proporciones de los componentes y su capacidad para distribuir óptimamente los puntos experimentales en el espacio de la mezcla, minimizando la varianza de los

coeficientes del modelo estimado. Estas características lo convierten en la opción más adecuada para trabajar con regiones experimentales restringidas y para optimizar recursos experimentales bajo el enfoque Quality by Design (QbD) (Yang et al., 2025). El Simplex lattice, además, resulta particularmente adecuado cuando los componentes pueden variar en todo su rango posible (0-1) sin restricciones adicionales, ofreciendo una distribución uniforme de los puntos experimentales sobre el simplex estándar.

Clasificación de aplicaciones por tipo de forma farmacéutica

Los estudios revisados cubrieron un amplio espectro de formas farmacéuticas, clasificadas en seis grandes categorías: nanoemulsiones y microemulsiones, sistemas de autoemulsificación, formas semisólidas (geles e hidrogeles), formas sólidas orales, nanopartículas especializadas y sistemas para vías de administración alternativas. La Tabla 2 resume las características principales de cada categoría.

Tabla 2. Aplicaciones del diseño de mezclas según tipo de forma farmacéutica. (2020- marzo 2026).

Forma farmacéutica	n	Diseño predominante	Componentes típicos	Respuestas evaluadas
Nanoemulsiones y microemulsiones	9	Simplex lattice / D-optimal	Aceite, Smix, agua	TP, IPD, PZ, transmitancia, pH
Sistemas autoemulsificantes (SMEDDS/SNEDDS/SEDDS)	10	D-optimal / Simplex lattice	Aceite, surfactante, cosurfactante	TP, eficiencia de carga, disolución, solubilidad
Geles, hidrogeles y emulgeles (nano y micro emulgeles)	11	D-optimal / Simplex lattice / I-optimal	Polímeros gelificantes + Smix/ aceite/agua	Viscosidad, extensibilidad, pH, TP, IPD, PZ
Formas sólidas orales	11	Simplex lattice / D-optimal / I-optimal	Diluyentes, polímeros, desintegrantes	Dureza, friabilidad, desintegración, disolución
Nanopartículas especializadas (niosomas, cubosomas, cochleatas)	5	D-optimal / I-optimal	Fosfolípidos, colesterol, tensoactivos	Eficiencia encapsulación, TP, IPD, PZ, % liberación
Sistemas para vías alternativas (microagujas, intranasal), impresión 3D	3	Simplex lattice / D-optimal	Variable según sistema	Permeación, TP, contenido farmacológico

(Nota: La tabla completa con 49 estudios se presenta como material suplementario).

Leyenda: SMEDDS - sistema de administración de fármacos autoemulsionante, SNEDDS - nanoportadores en el sistema de administración de fármacos, Tamaño de la partícula (PS), índice de polidispersión (IPD) y potencial zeta (PZ), Smix (mezcla de surfactante-cosurfactante).

Los sistemas nanoemulsionados y microemulsionados constituyeron una de las categorías más representada en la revisión, con aplicaciones para administración oral, tópica, transdérmica e intranasal. En estos sistemas, el diseño de mezclas operó sobre los tres componentes fundamentales del sistema disperso: la fase oleosa, la mezcla surfactante-cosurfactante (Smix) y la fase acuosa. La nanoemulsión de diclofenaco sódico para administración tópica, optimizada mediante Simplex lattice de tres componentes (ácido oleico, Tween 80-Span 80 y agua), evaluó simultáneamente el tamaño de partícula, el índice de polidispersidad (IPD), la transmitancia y el pH (Nahdhia et al., 2025). En contraste, la nanoemulsión oral desarrolló con extracto

supercrítico de angélica y quitosano cuaternizado para el tratamiento de la colitis ulcerosa empleó el diseño D-optimal, permitiendo explorar una región de interés específica del espacio de formulación condicionada por restricciones fisicoquímicas del extracto (F. Yang et al., 2025). Ambos estudios ilustran el uso sistemático de variables de respuesta que caracterizan la calidad coloidal del sistema (tamaño de gota, IPD y potencial zeta) junto con parámetros de desempeño biofarmacéutico como el porcentaje de liberación del fármaco.

Merece atención especial la nanoemulsión de *Centella asiática* para mejorar la permeabilidad de la barrera hematoencefálica (D-optimal, 2022), donde el diseño operó sobre únicamente dos componentes — agua y aceite de coco virgen— con el tamaño de partícula como única respuesta (Jusril et al., 2022). Este caso refleja la flexibilidad del D-optimal para adaptarse a sistemas con restricciones particulares en la naturaleza o número de sus componentes. En el extremo opuesto

de complejidad, el diseño con mezcla de referencia empleado para el SNEDDS con voriconazol (2020) incorporó cuatro componentes simultáneos, siendo uno de los estudios con mayor dimensionalidad en el espacio de formulación (Rasoanirina et al., 2020).

Los sistemas de autoemulsificación representaron otro grupo relevante, con al menos once estudios identificados que emplearon SMEDDS, SNEDDS o SEDDS para mejorar la solubilidad y biodisponibilidad oral de fármacos pertenecientes a las clases II y IV del sistema de clasificación biofarmacéutica (BCS). El diseño D-optimal fue predominante en esta categoría.

El SMEDDS para mejorar la biodisponibilidad de la catepsina K (HL235) utilizó 16 ensayos con tres componentes (Capmul, Tween 20 y Carbitol), evaluando la concentración del fármaco y la capacidad de solubilización (Visetvichaporn et al., 2020); mientras que el SEDDS para artemisinina evaluó carga del fármaco, tiempo de emulsificación y solubilidad con idéntica arquitectura ternaria (Gao et al., 2023). Estas respuestas reflejan criterios de calidad críticos para estos sistemas: la capacidad de solubilizar el fármaco lipófilo y la velocidad de formación de la nanoemulsión espontánea tras la dilución en el medio acuoso gastrointestinal.

Un caso de diseño combinado de evidente complejidad metodológica es el SNEDDS para valsartán (El-Say et al., 2023), que integró el Simplex lattice con un diseño factorial de 3^2 , permitiendo estudiar simultáneamente las interacciones entre los componentes de la mezcla y el efecto de factores de proceso sobre la formulación. Este enfoque híbrido supera las limitaciones de cada diseño por separado y representa una estrategia más robusta y comprehensiva para el desarrollo farmacéutico racional.

Los hidrogeles y geles formulados con ayuda del MD incluyeron tanto sistemas simples de polímeros gelificantes como sistemas complejos que incorporan nanoestructuras en su matriz. En el hidrogel de Centella asiática y Moringa oleifera (Simplex lattice, 2025) los componentes del diseño fueron Carbopol y trietanolamina, evaluándose pH, extensibilidad y viscosidad con ocho corridas. En contraste, el hidrogel de nanocápsulas lipídicas de quitosano e iotacarragenano con efavirenz (2025) empleó primero un I-optimal con 35 formulaciones para optimizar la composición del hidrogel y, posteriormente, un D-optimal con 13 ensayos para la encapsulación,

exemplificando la aplicación secuencial de diseños de mezclas en sistemas de doble complejidad.

El microemulgel con extractos de *Teucrium polium* y bilis de pollo para el tratamiento de hemorroides (Simplex lattice) evaluó extensibilidad y viscosidad a partir del esquema ternario clásico (agua, aceite y Smix) (Badaoui et al., 2025), mientras que el gel transdérmico de hidrobromuro de darifenacina para vejiga hiperactiva (D-optimal) empleó el mismo esquema de tres componentes con 16 corridas (Patel et al., 2023). Estos casos evidencian que, independientemente del activo incorporado o la vía de administración, la estructura del diseño de mezclas tiende a conservar su esquema fundamental ternario, lo que facilita la comparabilidad entre estudios y la transferencia de conocimiento entre formulaciones análogas.

Las formas farmacéuticas sólidas (22,4%) también han mostrado importantes avances. El diseño de mezclas ha permitido optimizar comprimidos de liberación inmediata y modificada (lamotrigina, hidroclorotiazida/losartán, loxoprofeno), minitables flotantes y tabletas probióticas, ajustando excipientes como celulosa microcristalina, polímeros de liberación controlada y agentes desintegrantes (Atneriya et al., 2024; Azhar & Munaim, 2021; Luo et al., 2022; Rauf-Ur-Rehman et al., 2023; Suparmi et al., 2025).

Un ejemplo de particular relevancia tecnológica es la formulación para impresión 3D del sistema con clorhidrato de sertralina de liberación inmediata (I-optimal, 2025), donde el MD se aplicó sobre tres polímeros de diferente naturaleza (Eudragit E PO, Kollidon 17 PF y ácido estéarico), con el índice de cristalinidad y la tensión de flexión como respuestas (Bienhaus et al., 2025).

Finalmente, el software Design-Expert (versiones 7 a 13) fue el más utilizado (78 % de los estudios que lo reportan), lo que confirma su rol como herramienta estándar en el desarrollo farmacéutico.

Eficiencia experimental

El número de experimentos realizados en los estudios revisados osciló entre 8 y 35 corridas, con una mediana aproximada de 14 ensayos. Los diseños D-optimal mostraron una notable consistencia en el rango de 13 a 17 corridas para sistemas de tres componentes, independientemente de la complejidad de las respuestas evaluadas. Los diseños Simplex lattice presentaron mayor variabilidad, con rangos de 8 a 22

corridas según el grado del polinomio adoptado. Esta eficiencia experimental contrasta favorablemente con los enfoques ensayo-error clásicos, donde la evaluación exhaustiva de un espacio de formulación ternario requeriría cientos de formulaciones para alcanzar resultados comparables en términos de comprensión de las interacciones entre componentes.

Retos prácticos, limitaciones y perspectivas futuras

A pesar de sus ventajas, la aplicación del diseño de mezclas en formulaciones farmacéuticas enfrenta varios retos prácticos. La interpretación de los coeficientes de Scheffé no siempre resulta intuitiva para los formuladores, y el escalado de laboratorio a producción industrial sigue siendo complejo debido a diferencias en dinámica de mezcla y las condiciones de proceso. Además, el manejo de múltiples componentes con restricciones estrictas aumenta la dificultad para definir regiones experimentales estables.

Conviene reconocer también algunas limitaciones propias del proceso de revisión que condicionan el alcance de sus conclusiones. Al tratarse de un trabajo desarrollado por una sola investigadora, sin doble evaluación independiente de los estudios, no puede descartarse cierto grado de sesgo en la selección o interpretación de la evidencia; tampoco se aplicó una herramienta estandarizada de evaluación de calidad metodológica a los estudios primarios, algo que en revisiones de mayor envergadura suele mitigar ese riesgo. A esto se suma la restricción idiomática a publicaciones en inglés y español, que probablemente dejó fuera evidencia relevante generada en otras lenguas. Estas limitaciones son inherentes al formato de revisión narrativa adoptado y no invalidan las tendencias identificadas, pero sí invitan a interpretarlas con la debida cautela.

Hacia el futuro, se anticipa una mayor integración del diseño de mezclas con inteligencia artificial, optimización bayesiana y modelos multiescala. Estas herramientas permitirán reducir aún más el número de experimentos y facilitar el desarrollo de formulaciones personalizadas y sostenibles.

Superar estas limitaciones convertirá al diseño de mezclas en un pilar fundamental del paradigma QbD 2.0, impulsando un desarrollo farmacéutico más eficiente, robusto y predecible.

IV. CONCLUSIÓN

El DM se ha consolidado como metodología indispensable en el desarrollo farmacéutico moderno, particularmente bajo el paradigma QbD. El diseño D-óptimo (55,1%) refleja la complejidad creciente de las formulaciones contemporáneas, donde las restricciones de excipientes y la necesidad de eficiencia experimental son críticas.

Para la comunidad farmacéutica latinoamericana, esta revisión sistematiza herramientas metodológicas que facilitan el cumplimiento de estándares internacionales (ICH Q8-Q12) mientras optimizan recursos de investigación. Su incorporación progresiva a los flujos de trabajo regionales podría acortar los tiempos de desarrollo y reducir la dependencia de metodologías de ensayo y error, particularmente en instituciones con capacidad instrumental limitada.

Conflicto de intereses

Los autores del estudio manifestamos no presentar ningún conflicto de interés.

V. REFERENCIAS

- Afrin S, Gupta V. Formulación farmacéutica. In: En: StatPearls [Internet], editor. StatPearls [Internet]. Treasure Island: StatPearls Publishing; 2023.
- Akacha BB, Kačániová M, Kukula-Koch W, Verde SC, Madureira J, Koch W, et al. Optimizing Essential Oil Blends by Mixture Design Approaches for Enhanced Antimicrobial and Antioxidant Activity: A Review. *J Food Sci.* 2026 Jan 26;91(1). doi:10.1111/1750-3841.70794
- Albash R, Hassan M, Agiba AM, Mohamed HW, Hassan MS, Ali RM, et al. Advanced Vaginal Nanodelivery of Losartan Potassium via PEGylated Zein Nanoparticles for Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*. *Pharmaceutics.* 2025 Oct 18;17(10):1344. doi:10.3390/pharmaceutics17101344
- Atrneriya U, Sainy J, Chidrawar VR, Sharma M, Maheshwari R. D-optimal mixture design inspired modified release tablet formulation of lamotrigine for the treatment of seizures: An in-depth characterization. *Ann Pharm Fr.* 2024 May;82(3):446–63. doi:10.1016/j.pharma.2023.10.005

- Azhar MA, Munaim MSA. Design and optimization of a probiotic tablet for gastrointestinal tolerance by a simplex-centroid mixture. *Drug Dev Ind Pharm.* 2021;47(2):189–96. doi:10.1080/03639045.2020.1862176
- Badaoui FZ, Bakhouch A, Bechkri S, Djelmami Hani S, Bensouici C. Formulation and optimization of micro-emulgel loaded with Teucrium polium and chicken bile extracts. *Drug Dev Ind Pharm.* 2025 Dec 2;51(12):1843–55. doi:10.1080/03639045.2025.2571720
- Barve AR, Kapileshwari GR, DCruz CEM, Kumar L, Bhinde PJ, Mahajan AA, et al. Solubility Enhancement of Ebastine by Formulating Microemulsion Using D-Optimal Mixture Design: Optimization and Characterization. *Assay Drug Dev Technol.* 2022 Sep 1;20(6):258–73. doi:10.1089/adt.2022.049
- Beg S. Mixture Designs and Their Applications in Pharmaceutical Product Development. In: *Design of Experiments for Pharmaceutical Product Development*. Singapore: Springer Singapore; 2021. p. 87–96. doi:10.1007/978-981-33-4717-5_8
- Bienhaus M, Neumann L, Müller C, Runkel FE. Targeted Development of an Optimised Formulation for 3D-Printing of a Sertraline Hydrochloride-Containing Drug Delivery System with Immediate-Release Characteristics Utilising a Mixture Design. *Pharmaceutics.* 2025 Aug 30;17(9):1137. doi:10.3390/pharmaceutics17091137
- Borhan, F. P., Abd Gani, S. S., & Shamsuddin, R. (2014). The use of D-optimal mixture design in optimising okara soap formulation for stratum corneum application. *Scientific World Journal*, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/173979>
- Campisi B, Chicco D, Vojnovic D, Phan-Tan-Luu R. Experimental design for a pharmaceutical formulation: optimisation and robustness. *J Pharm Biomed Anal.* 1998;18(1–2):57–65. doi:10.1016/S0731-7085(98)00175-7
- Dejaegher B, Heyden Y Vander. Experimental designs and their recent advances in set-up, data interpretation, and analytical applications. *J Pharm Biomed Anal.* 2011;56(2):141–58. doi:10.1016/j.jpba.2011.04.023
- Duarte JG, Duarte MG, Piedade AP, Mascarenhas-Melo F. Rethinking Pharmaceutical Industry with Quality by Design: Application in Research, Development, Manufacturing, and Quality Assurance. *AAPS J.* 2025 May 20;27(4):96. doi:10.1208/s12248-025-01079-w
- Duraković Z, Vitezić D. Pharmacodynamics and pharmacokinetics in the elderly. *Period Biol.* 2013;115(4).
- El-Say KM, Alamri SH, Alsulimani HH, Alharbi WS, Omar AM, Safo MK, et al. Incorporating valsartan in sesame oil enriched self-nanoemulsifying system-loaded liquisolid tablets to improve its bioavailability. *Int J Pharm.* 2023 May;639:122966. doi:10.1016/j.ijpharm.2023.122966
- Galvan D, Effting L, Cremasco H, Conte-Junior CA. Recent Applications of Mixture Designs in Beverages, Foods, and Pharmaceutical Health: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Foods.* 2021 Aug 20;10(8):1941. doi:10.3390/foods10081941
- Gao S, Chen J, Peng W, Yang Y, Yang Y, Hua L, et al. The preparation and relative bioavailability of an artemisinin in self-emulsifying drug delivery system. *Drug Deliv.* 2023 Dec 31;30(1). doi:10.1080/10717544.2023.2168794
- Goo YT, Kim MS, Choi JY, Sin GH, Hong SH, Kim CH, et al. A cochleate formulation optimized by D-optimal mixture design enhances oral bioavailability of Revaprazan. *J Liposome Res.* 2024 Jan 2;34(1):31–43. doi:10.1080/08982104.2023.2209171
- Goo YT, Lee S, Choi JY, Kim MS, Sin GH, Hong SH, et al. Enhanced oral absorption of insulin: hydrophobic ion pairing and a self-microemulsifying drug delivery system using a D-optimal mixture design. *Drug Deliv.* 2022 Dec 31;29(1):2831–45. doi:10.1080/10717544.2022.2118399
- Goos P, Jones B, Syafitri U. I-Optimal Design of Mixture Experiments. *J Am Stat Assoc.* 2016 Apr

- 2;111(514):899–911. doi:10.1080/01621459.2015.1136632
- Habib BA, Abdeltawab NF, Salah Ad-Din I. D-optimal mixture design for optimization of topical dapsone niosomes: in vitro characterization and in vivo activity against Cutibacterium acnes. Drug Deliv. 2022 Dec 31;29(1):821–36. doi:10.1080/10717544.2022.2048131
- Hadinugroho W, Tjahjono Y, Foe K, Esar SY, Caroline C, Jessica MA, et al. Characterization of 2-((4-(chloromethyl)benzoyl)oxy)benzoate acid for analgesic tablet dosage form formulation. Current Research in Pharmacology and Drug Discovery. 2024;7:100200. doi:10.1016/j.crphar.2024.100200
- Hare LB, Altan S, Coppenolle H. Mixture Experimentation in Pharmaceutical Formulations: A Tutorial. Pharm Stat. 2025 Jan 5;24(1). doi:10.1002/pst.2426
- Hashem SS, Ibrahim HK, EL Shaboury KF, Awad HH, El-Shiekh RA, Younes NF. Immuno-redox modulator loaded trehalosomal hydrogel for atopic dermatitis: formulation, optimization using D-optimal mixture design, in-vitro and in-vivo evaluation. Int J Pharm. 2026 Apr 25;695:126788. doi:10.1016/j.ijpharm.2026.126788
- Hegazy D, Tag R, Habib BA. Statistical Sequential Experimentation: Preliminary Mixed Factorial Design, I-Optimal Mixture Design Then Finally Novel Design Space Expansion for Optimization of Tazarotene Cubosomes. Int J Nanomedicine. 2022 Mar;Volume 17:1069–86. doi:10.2147/IJN.S337130
- Holm, P., Allesø, M., Bryder, M. C., & Holm, R. (2017). Q8(R2): Pharmaceutical Development. In *ICH Quality Guidelines: An Implementation Guide*. <https://doi.org/10.1002/9781118971147.ch20>
- Hu Q, Fu XL, Dong YY, Ma J, Hua J, Li JT, et al. D-Optimal Design and Development of a Koumine-Loaded Microemulsion for Rheumatoid Arthritis Treatment: In vivo and in vitro Evaluation. Int J Nanomedicine. 2023 Jun;Volume 18:2973–88. doi:10.2147/IJN.S406641
- Hu Q, Lin H, Wang Y, Wang X, Yao J, Fu X, et al. Design, optimization and evaluation of a microemulsion-based hydrogel with high malleability for enhanced transdermal delivery of levamisole. Int J Pharm. 2021 Aug;605:120829. doi:10.1016/j.ijpharm.2021.120829
- Huang C, Guan L, Wang Y, Javeed A, Jin L, Han B. Sodium hyaluronate-stabilized luteolin-loaded microemulsion gel: Interface-driven nanocarrier for enhanced skin delivery and therapeutic efficacy on atopic dermatitis. Colloids Surf B Biointerfaces. 2026 Jun 1;262:115496. doi:10.1016/j.colsurfb.2026.115496
- ICH. (2009). Q8(R2) *Pharmaceutical Development*. International Council for Harmonisation of Technical Requirements for Pharmaceuticals for Human Use.
- Ibrahim MM, Basalious EB, El-Nabarawi MA, Makhoulouf AIA, Sayyed ME, Ibrahim IT. Nose to brain delivery of mirtazapine via lipid nanocapsules: Preparation, statistical optimization, radiolabeling, in vivo biodistribution and pharmacokinetic study. Drug Deliv Transl Res. 2024 Sep 20;14(9):2539–57. doi:10.1007/s13346-024-01528-7
- Jain S, Dudhat K, Soniwala MM, Kotadiya N, Mori D. DoE-Based Solid Self-microemulsifying Drug Delivery System (S-SMEDDS) Approach for Improving the Dissolution Properties of Raltegravir Potassium. J Pharm Innov. 2023;18(1):29–42. doi:10.1007/s12247-022-09621-5
- Jeswani G, Chablani L, Gupta U, Sahoo RK, Nakhate KT, Ajazuddin. Development and optimization of paclitaxel loaded Eudragit/PLGA nanoparticles by simplex lattice mixture design: Exploration of improved hemocompatibility and in vivo kinetics. Biomedicine & Pharmacotherapy. 2021 Dec;144:112286. doi:10.1016/j.biopha.2021.112286
- Jusril NA, Abu Bakar SI, Khalil KA, Md Saad WM, Wen NK, Adenan MI. Development and Optimization of Nanoemulsion from Ethanolic Extract of Centella asiatica (NanoSECA) Using D-Optimal Mixture Design to Improve Blood-Brain Barrier Permeability. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 2022 Mar 7;2022:1–18.

- doi:10.1155/2022/3483511
- Kumaravelrajan R, Naresh N, Mohanta GP, Venkatesan S, Prasad PD. Compounding and Characterization of a Selfmicroemulsifying System of Ticagrelor Tablets for Enhanced Solubility. *Int J Pharm Compd.* 2024;28(3):194–204. PubMed PMID: 38768501.
- Liang Z, Tang X, Chen L, Liu Y, Zhao S, Ma X, et al. A Formulation–Process–Product Integrated Design Method for Accelerating Pharmaceutical Tablet Development via the High-Shear Wet Granulation and Tableting Route. *Pharmaceutics.* 2025 Mar 2;17(3):322. doi:10.3390/pharmaceutics17030322
- Luo Q, Zhang Q, Wang P. Hydrochlorothiazide/Losartan Potassium Tablet Prepared by Direct Compression. *Pharmaceutics.* 2022 Aug 21;14(8):1741. doi:10.3390/pharmaceutics14081741
- Mazonde P, Khamanga SMM, Walker RB. Design, Optimization, Manufacture and Characterization of Efavirenz-Loaded Flaxseed Oil Nanoemulsions. *Pharmaceutics.* 2020;12(9). doi:10.3390/pharmaceutics12090797
- Melo Martínez OO, López Pérez LA, Melo Martínez SE. Diseño de experimentos: métodos y aplicaciones. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias; 2020. doi:10.36385/FCBOG-4-0
- Muchtaromah B, Majid AF, Aqila H, Hayati A, Rehan MM. Formulation and Physical Evaluation of Hydrogel Extract Combination of Centella asiatica and Moringa oleifera using Simplex Lattice Design Method. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci.* 2025 Jan 1;1439(1):012034. doi:10.1088/1755-1315/1439/1/012034
- Mukubwa GK, Safari JB, Tetana ZN, Jones CN, Walker RB, Krause RWM. Lipid nanocapsule-chitosan and iota-carrageenan hydrogel composite for sustained hydrophobic drug delivery. *Sci Rep.* 2025 Nov 27;15(1):42349. doi:10.1038/s41598-025-26390-6
- Nahdhia N, Hendradi E, Rijal MAS. Design and optimization of nanoemulsion system by simplex lattice design method to improve solubility of topical diclofenac sodium. *Res J Pharm Technol.* 2025 May 7;2237–43. doi:10.52711/0974-360X.2025.00320
- Nair AB, Chaudhary S, Jacob S, Patel D, Shinu P, Shah H, et al. Intranasal Administration of Dolutegravir-Loaded Nanoemulsion-Based In Situ Gel for Enhanced Bioavailability and Direct Brain Targeting. *Gels.* 2023 Feb 3;9(2):130. doi:10.3390/gels9020130
- Nair AB, Shah J, Jacob S, Al-Dhubiab BE, Sreeharsha N, Morsy MA, et al. Experimental design, formulation and in vivo evaluation of a novel topical in situ gel system to treat ocular infections. *PLoS One.* 2021 Mar 19;16(3):e0248857. doi:10.1371/journal.pone.0248857
- Panchal D, Pandya T, Kevlani V, Shah S, Acharya S. Development and evaluation of novel krill oil-based clomiphene microemulsion as a therapeutic strategy for PCOS treatment. *Drug Deliv Transl Res.* 2023 Sep 23;13(9):2254–71. doi:10.1007/s13346-023-01304-z
- Patel D, Menon M, Shah P, Patel M, Lalan M. Application of D-Optimal Mixture Design in the Development of Nanocarrier-Based Darifenacin Hydrobromide Gel. *Recent Adv Drug Deliv Formul.* 2023 Mar;17(1):47–60. doi:10.2174/2667387817666230221141501
- Perez-Roman I, Kiekens F, Cordoba-Diaz D, Garcia-Rodriguez JJ, Cordoba-Diaz M. Development of a Solid Formulation Containing a Microemulsion of a Novel Artemisia Extract with Nematocidal Activity for Oral Administration. *Pharmaceutics.* 2020;12(9). doi:10.3390/pharmaceutics12090873
- Peter EL, Sesaazi CD. D-optimal mixture design optimized solid formulation containing fruits extracts of Momordica charantia and Abelmoschus esculentus. *PLoS One.* 2022 Jun 24;17(6):e0270547. doi:10.1371/journal.pone.0270547
- Peterson JJ, Snee RD, McAllister PR, Schofield TL, Carrella AJ. Statistics in pharmaceutical development and manufacturing. *Journal of Quality Technology.* 2009;41(2):111–34. doi:10.1080/00224065.2009.11917764

- Politis SN, Colombo P, Colombo G, Rekkas DM. Design of experiments (DoE) in pharmaceutical development. *Drug Development and Industrial Pharmacy*. Taylor and Francis Ltd.; 2017. p. 889–901. doi:10.1080/03639045.2017.1291672 PubMed PMID: 28166428.
- Radwan MF, El-Moselhy MA, Alarif WM, Orif M, Alruwaili NK, Alhakamy NA. Optimization of Thymoquinone-Loaded Self-Nanoemulsion for Management of Indomethacin-Induced Ulcer. *Dose-Response*. 2021 Apr 1;19(2). doi:10.1177/15593258211013655
- Rasoanirina BNV, Lassoued MA, Kamoun A, Bahloul B, Miladi K, Sfar S. Voriconazole-loaded self-nanoemulsifying drug delivery system (SNEDDS) to improve transcorneal permeability. *Pharm Dev Technol*. 2020 Jul 2;25(6):694–703. doi:10.1080/10837450.2020.1731532
- Visetvichaporn V, Kim KH, Jung K, Cho YS, Kim DD. Formulation of self-microemulsifying drug delivery system (SMEDDS) by D-optimal mixture design to enhance the oral bioavailability of a new cathepsin K inhibitor (HL235). *Int J Pharm*. 2020 Jan;573:118772. doi:10.1016/j.ijpharm.2019.118772
- Rauf-Ur-Rehman, Shoaib MH, Ahmed FR, Yousuf RI, Siddiqui F, Saleem MT, et al. SeDeM expert system with I-optimal mixture design for oral multiparticulate drug delivery: An encapsulated floating minitablets of loxoprofen Na and its in silico physiologically based pharmacokinetic modeling. *Front Pharmacol*. 2023 Mar 3;14. doi:10.3389/fphar.2023.1066018
- Sawant ND, Chatale BC, Desai ND. In situ miniemulsions of glimepiride using D-optimal mixture design-in silico, in vitro and in vivo studies. *Nanomedicine*. 2025 Aug;68:102842. doi:10.1016/j.nano.2025.102842
- Sindi AM, Rizg WY, Khan MK, Alkhalidi HM, Alharbi WS, Sabei FY, et al. Tailoring and optimization of a honey-based nanoemulgel loaded with an itraconazole-thyme oil nanoemulsion for oral candidiasis. *Drug Deliv*. 2023 Dec 31;30(1). doi:10.1080/10717544.2023.2173337
- Spessato L, Duarte VA, Viero P, Zanella H, Fonseca JM, Arroyo PA, et al. Optimization of Sibipiruna activated carbon preparation by simplex-centroid mixture design for simultaneous adsorption of rhodamine B and metformin. *J Hazard Mater*. 2021 Jun;411:125166. doi:10.1016/j.jhazmat.2021.125166
- Suksaeree J, Wunnakup T, Chankana N, Charoenchai L, Monton C. Formulation Development of Directly Compressible Tablets Incorporating Trisamo Extract With Synergistic Antioxidant Activity. *Int J Food Sci*. 2024 Jan 9;2024(1). doi:10.1155/2024/8920060
- Suparmi S, Latifah F, Lestanu LA, Fasitasari M, Rustanti N. Optimisation of tablet formula from chlorophyll of *Sauropus androgynus* (L.) Merr. leaves using simplex lattice design (SLD). *J Pharm Pharmacogn Res*. 2025 Mar 1;13(2):591–6. doi:10.56499/jppres24.2123_13.2.591
- Suriyaamporn P, Opanasopit P, Rangsimawong W, Ngawhirunpat T. Optimal Design of Novel Microemulsions-Based Two-Layered Dissolving Microneedles for Delivering Fluconazole in Treatment of Fungal Eye Infection. *Pharmaceutics*. 2022;14(3). doi:10.3390/pharmaceutics14030472
- Veerabomma H, Bhattacharjee S, Goud KS, Kumar J, Chandanapalli DK, Bhale NA, et al. Tofacitinib citrate nanoemulgel induced repigmentation in vitiligo: Assessment of oxidative stress, protein, immunohistochemistry, and mRNA expressions. *Int J Pharm*. 2026 Apr;694:126719. doi:10.1016/j.ijpharm.2026.126719
- Wang Y, Chen Q, Huang X, Yan X. Acacetin-loaded microemulsion for transdermal delivery: preparation, optimization and evaluation. *Pharm Biol*. 2023 Dec 31;61(1):790–8. doi:10.1080/13880209.2023.2207597
- Xu Y, Yan G, Wen X, Wu L, Deng R, Liang Q, et al. Preparation, evaluation, and pharmacokinetics in beagle dogs of a taste-masked flunixin meglumine orally disintegrating tablet prepared using hot-melt extrusion technology and D-optimal mixture design. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2022 Jan 1;168(4):106019. doi:10.1016/j.ejps.2021.106019 PubMed PMID: 34563655.

Xue Q, Xiao P, Yuan H, Zhao J, Liu B, He H, et al. Quercetagenin phospholipid complex self-microemulsifying delivery system for enhanced oral delivery and alcoholic liver injury protection. Food Research International. 2026 May;231:118773. doi:10.1016/j.foodres.2026.118773

Yang F, Shang S, Wu K, Qi M, He Y, Zhang Y, et al. Oral administration of nanoemulsion of supercritical fluid extract of Angelica with quaternized chitosan alleviates ulcerative colitis in mice. Int J Biol Macromol. 2025 Jun 1;314:144339. doi:10.1016/j.ijbiomac.2025.144339 PubMed PMID: 40393582.

Yang S, Hu X, Zhu J, Zheng B, Bi W, Wang X, et al. Aspects and Implementation of Pharmaceutical Quality by Design from Conceptual Frameworks to Industrial Applications. Pharmaceutics. 2025 May 8;17(5):623. doi:10.3390/pharmaceutics17050623

Younis NA, Hemdan A, Zafer MM, Abd-Elsalam WH, Abouelatta SM. Standardization and quantitative analysis of Araucaria Heterophylla extract via an UPLC-MS/MS method and its formulation as an antibacterial phytonanoemulsion gel. Sci Rep. 2022 Jul 22;12(1):12557. doi:10.1038/s41598-022-16188-1

Material suplementario

Forma farmacéutica	Diseño predominante	Componentes típicos	Respuestas evaluadas
Gel de microemulsión con luteolina y hialuronato de sodio para administración cutánea en la dermatitis atópica.	D-óptimal	3 componentes: agua, aceite y Smix.	2026/ (Huang et al., 2026)
Hidrogel trehalosomal con modulador inmuno-redox para la dermatitis atópica	D-óptimal	3 componentes: fosfolípido, trehalosa y Pluronic F127. Respuesta: eficiencia de encapsulación, TP, IPD y PZ.	2026/ (Hashem et al., 2026)
SMEDS de complejo fosfolipídico de quercetagenina para administración oral y protección contra el daño hepático inducido por alcohol.	D-óptimal	3 componentes: agua, complejo fosfolipídico y Smix.	2026/ (Xue et al., 2026)
Nanoemulsión con citrato de tofacitinib para la repigmentación inducida en el vitiligo	D-óptimal	Respuesta: eficiencia de encapsulación, TP, IPD y PZ.	2026/ (Veerabomma et al., 2026)
Hidrogel de nanocápsulas lipídicas-quitosano e iota-carragenano para la liberación sostenida de fármacos hidrofóbicos, se utilizó el efavirenz (antirretroviral).	1. I-óptimo 2. D-óptimal	1. Optimización del hidrogel (Iota-Carragenina, Quitosano, Ácido Acrílico, Acrilamida y N, N-Metileno Bisacrilamida, 35 formulaciones). 2. La encapsulación, 13 ensayos	2025/ (Mukubwa et al., 2025)
Nanopartículas de zeína pegilada con losartán potásico como tratamiento alternativo para la infección vaginal por <i>Staphylococcus aureus</i> .	D-óptimal	3 factores: Brij, zeína y Tipo Brij. 15 ensayos. Respuesta: eficiencia, TP y PZ.	2025/ (Albash et al., 2025)
Microemulgel con extractos de Teucrium polium y bilis de pollo, para el tratamiento de las hemorroides.	Simplex lattice	3 componentes: agua, aceite y Smix. Respuesta: extensibilidad y la viscosidad del microemulgel.	2025/ (Badaoui et al., 2025)
Miniemulsiones <i>in situ</i> para mejorar la solubilidad de glimepirida (hipoglucemiante oral).	D-óptimal	4 factores: Capryol 90, Tween 20, PEG 400 y estearilamina. Respuesta: in silico, in vitro e in vivo.	2025/ (Sawant et al., 2025)

Sistema de nanoemulsión para mejorar la solubilidad del diclofenaco sódico tópico	Simplex lattice	3 componentes: agua, ácido oleico (aceite), Tween 80-Span 80. Respuesta: TP, IPD, transmitancia y pH.	2025/ (Nahdhia et al., 2025)
Nanoemulsión oral con extracto de fluido supercrítico de angélica y quitosano cuaternizado para el tratamiento de la colitis ulcerosa.	D-óptimal		2025/ (F. Yang et al., 2025)
Comprimidos a partir de clorofila de hojas de <i>Sauropus androgynus</i> (L.) Merr	Simplex lattice	2 componentes: celulosa microcristalina y magnesio estearato. 8 ensayos. Respuesta: uniformidad de tamaño, de peso, dureza, friabilidad y tiempo de desintegración.	2025/ (Suparmi et al., 2025)
Hidrogel de <i>Centella asiática</i> y <i>Moringa oleifera</i>	Simplex Lattice	2 componentes: Carbopol y trietanolamina. 8 ensayos. Respuesta: pH, extensibilidad y la viscosidad.	2025/ (Mughtaromah et al., 2025)
Formulación para impresión 3D de sistema de administración de fármacos que contiene clorhidrato de sertralina con características de liberación inmediata	I-óptimal	3 componentes: Eudragit E PO, Kollidon 17 PF e Ácido esteárico. 13 ensayos. Respuesta: índice de cristalinidad y tensión de flexión.	2025 / (Bienhaus et al., 2025)
Comprimidos analgésicos de ácido 2-((4-(clorometil) benzoil)oxi)benzoato elaborado por compresión directa	Simplex lattice	2 componentes: glicolato sódico de almidón y polivinilpirrolidona, 16 ensayos. Respuesta: índice de Carr, Hausner, dureza, friabilidad, desintegración y liberación del fármaco.	2024/ (Hadinugroho et al., 2024)
Comprimidos de compresión directa con extracto de trisamo con actividad antioxidante.	Simplex lattice	3 frutos secos. 12 ensayos. Respuesta: actividad antioxidante por DPPH.	2024/ (Suksaeree et al., 2024)
SNEDDS en comprimidos para mejorar la solubilidad y disolución del ticagrelor.	Simplex lattice	3 componentes: aceite de triglicéridos de cadena media, surfactante y cosurfactante	2024/ (Kumaravelrajan et al., 2024)
Nanocápsulas lipídicas de mirtazapina (fármaco antidepresivo) al cerebro desde la nariz.	D-óptimal	3 componentes: aceite Labrafac, Solutol HS (tensioactivo) y agua. 17 ensayos Respuesta: TP, PZ, IPD y capacidad de solubilización.	2024/ (Ibrahim et al., 2024)
Microemulsión de clomifeno a base de aceite de krill para el tratamiento del síndrome de ovario poliquístico.	Simplex lattice	3 componentes: agua, aceite y Smix, 14 ensayos. Respuesta: tamaño del glóbulo.	2023/ (Panchal et al., 2023)
Microemulsión cargada con acacetina para su administración tópica o transdérmica.	Simplex lattice	3 componentes: aceite, Smix y agua. 16 ensayos. Respuesta: TP, IPD y solubilidad.	2023/ (Wang et al., 2023)
Comprimidos de liberación modificada de lamotrigina para el tratamiento de las convulsiones.	D-óptimal	3 componentes: Eudragit RL, Eudragit RS y PVP K-30. 3. Respuesta: tasa de liberación.	2023/ (Atneriya et al., 2024)

SNEDDS para mejorar la biodisponibilidad del antihipertensivo valsartán.	Simplex lattice Diseño factorial de 32.	3 componentes: aceite de sésamo, Tween 80 y polietilenglicol 400.	2023/ (El-Say et al., 2023)
Microemulsión oral con koumina (aislado de <i>Gelsemium elegans</i>) para la artritis reumatoide.	D-óptimal	3 componentes: aceite, Smix y agua. 16 ensayos. Respuesta: TP y Eficiencia de Carga.	2023/ (Hu et al., 2023)
Gel transdérmico de hidrobromuro de darifenacina para el tratamiento de la vejiga hiperactiva a base de microemulsión o/w.	D-óptimal	3 componentes: aceite, Smix y agua. 16 ensayos. Respuesta: tamaño del glóbulo y PZ.	2023/ (Patel et al., 2023)
Gel <i>in situ</i> a base de nanoemulsión con dolutegravir para la administración intranasal dirigida al cerebro.	Simplex lattice	3 componentes: Aceite de eneldo, Smix y agua. 9 ensayos. Respuesta: TP, % de liberación del fármaco en 8 h.	2023/ (Nair et al., 2023)
Formulación de cochleata para mejorar la biodisponibilidad oral del revaprazan (RVP).	D-óptimal	3 componentes: Fosfolípido sintético neutro, colesterol y dicetil fosfato. Respuesta: eficiencia de encapsulación, cantidad liberada de ácido graso libre a 2 h y cantidad liberada de RVP a 6 h.	2023/ (Goo et al., 2024)
Minitabletas de liberación prolongada flotantes elaboradas por compresión directa basadas en multipartículas para sistemas de gastroresistente, utilizando loxoprofeno sódico.	D-óptimal	3 componentes: Methocel K100M, Ethocel 10P y NaHCO ₃ , 16 ensayos. Respuesta: tiempo de retardo flotante, liberación del fármaco a 1, 12 y 24 h.	2023/ (Rauf-Ur-Rehman et al., 2023)
S-SMEDDS con raltegravir para mejorar disolución.	Simplex lattice	3 componentes: aceite, Smix y agua. 10 ensayos, Respuesta: propiedades de disolución de la formulación.	2023/ (Jain et al., 2023)
SEDDS mejorar la solubilidad y la biodisponibilidad relativa de la artemisinina.	D-óptimal	3 componentes: fase oleosa, surfactante y cosurfactante. 16 ensayos. Respuesta: carga de fármaco, tiempo de emulsificación y solubilidad.	2023/ (Gao et al., 2023)
Nanoemulgel a base de miel cargado con una nanoemulsión de itraconazol y aceite de tomillo para la candidiasis oral.	Diseño mixto basado en vértices extremos,	3 componentes: aceite de tomillo, labrasol y transcuto. 17 ensayos. Respuesta: tamaño de gota, capacidad de carga itraconazol y zona de inhibición.	2023/ (Sindi et al., 2023)
Niosomas de dapsona para el tratamiento tópico del <i>Cutibacterium acnes</i> .	D-óptimal	3 componentes: Span 20, colesterol y Cremophor RH. 13 ensayos. Respuesta: TP, IPD, PZ, Eficiencia de encapsulación.	2022/ (Habib et al., 2022)

Cápsulas con extractos de fruta deshidratada de <i>M. charantia</i> y <i>A. esculentus</i> con posible actividad antidiabética	1. Diseño central compuesto rotatable 2. D-óptimal	1. 5 niveles y 2 factores. 2. Desarrollo de la formulación, 4 componentes: carbonato de magnesio, estearato de magnesio, talco y bicarbonato de sodio. 12 ensayos. Respuesta: uniformidad de peso, humedad, tiempo de desintegración, polifenoles y flavonoides totales.	2022/ (Peter & Sesaaazi, 2022)
Comprimido por compresión directa, de hidroclorotiazida/losartán potásico.	D-óptimal	3 componentes: lactosa monohidrato, celulosa microcristalina y almidón pregelatinizado. 9 ensayos. Respuesta: velocidad de disolución.	2022/ (Luo et al., 2022)
Gel fitonanoemulsionante antibacteriano a partir del extracto de <i>Araucaria Heterophylla</i> .	Simplex lattice	3 componentes: aceite, agua y Smix. 10 ensayos. Respuesta: tamaño de gota, IPD, porcentaje acumulado de extracto de <i>A. Heterophylla</i> liberado en 8 h.	2022/ (Younis et al., 2022)
SMEDDS para mejorar la solubilidad y el perfil de disolución de la ebastina.	D-óptimal	3 componentes: aceite, Smix y agua. 16 ensayos. Respuesta: tamaño del glóbulo y transmitancia.	2022/ (Barve et al., 2022)
Cubosomas (sistemas de entrega de fármacos con nanoportadores tópicos) de tazaroteno.	1. Diseño factorial 2. I-óptimal	3 componentes: Monooleato de glicerilo, Pluronic F68 y Alcohol polivinílico. 10 ensayos (expansión a 14). Respuestas: Eficiencia de atrapamiento, TP, % de fármaco liberado después de 24 h y PZ.	2022/ (Hegazy et al., 2022)
SMEDDS para mejorar la absorción oral de insulina.	D-óptimal	3 componentes: MCM, Labrasol y Tetraglicol. 17 ensayos. Respuesta: tamaño de gota, estabilidad y fuga de insulina.	2022/ (Goo et al., 2022)
Microagujas disolutivas de dos capas basadas en microemulsiones de fluconazol para el tratamiento de infecciones fúngicas oculares.	Simplex lattice	3 componentes: aceite, Smix y agua. 14 ensayos. Respuesta: tamaño de gota, IPD, contenido de fármaco y % de permeación a las 8 h.	2022/ (Suriyaamporn et al., 2022)
Tabletas de desintegración oral de flunixinina meglumina con sabor enmascarado preparada con tecnología de extrusión de fusión en caliente.	DM D-óptimal	3 componentes: celulosa microcristalina, manitol y hidroxipropilcelulosa. 16 ensayos. Respuesta: resistencia a la tracción, el tiempo de desintegración y la porosidad.	2022/ (Xu et al., 2022)
Nanoemulsión a partir de extracto etanólico de <i>Centella asiática</i> para mejorar la permeabilidad de la barrera hematoencefálica.	D-óptimal	2 componentes: Agua y aceite de coco virgen. 16 ensayos. Respuesta: TP.	2022/ (Jusril et al., 2022)

Gel tópico <i>in situ</i> para el tratamiento de infecciones oculares.	Simplex lattice	3 componentes: goma gellan, alginato de sodio y la HPMC, 14 ensayos. Respuesta: resistencia del gel, la fuerza adhesiva, la viscosidad y la liberación del fármaco después de 10 h.	2021/ (Nair et al., 2021)
Hidrogel de administración transdérmica con levamisol a base de microemulsión como vehículo.	D-óptimal	3 componentes, 16 ensayos. Respuesta: tamaño de glóbulo y PZ.	2021/ (Hu et al., 2021)
Auto-nanoemulsión cargada con timoquinona para el tratamiento de úlceras inducidas por indometacina.	MD vértices extremos	3 componentes: aceite de almendras, tween 80 y polietilenglicol 200. 22 ensayos. Respuesta: tamaño del glóbulo.	2021/ (Radwan et al., 2021)
Tabletas probióticas para la tolerancia gastrointestinal.	Simplex centroide	3 componentes: CMC, HPMC y Alginato. 13 ensayos. Respuesta: Viabilidad microbiana y tiempo de disolución.	2021/ (Azhar & Munaim, 2021)
Preparación de carbón activado de Sibipiruna para la adsorción simultánea de rodamina B y metformina.	Simplex centroide	3 componentes: KOH, K ₂ CO ₃ y K ₂ C ₂ O ₄ . 13 ensayos. Respuesta: área superficial.	2021/ (Spessato et al., 2021)
Sistema de nanopartículas con Eudragit/ ácido poliláctico-co-glicólico con el fármaco modelo paclitaxel.	Simplex lattice	3 componentes: PLGA, Eudragit RSPO y Eudragit RLPO, 21 ensayos. Respuesta: TP, porcentaje de hemólisis y liberación del fármaco.	2021/ (Jeswani et al., 2021)
SNEDDS cargado con voriconazol para mejorar la permeabilidad	MD con mezcla de referencia	4 componentes: Miristato isopropílico, PEG 400, Tween 80 and Span 80. 22 ensayos. Respuesta: Tamaño de la gota.	2020/ (Rasoanirina et al., 2020)
SMEDDS para mejorar la biodisponibilidad oral de la catepsina K (HL235).	D-óptimal	3 componentes: Capmul (aceite), Tween20 y Carbitol. 16 ensayos. Respuesta: Concentración de la droga y Capacidad de solubilización.	2020/ (Visetvichaporn et al., 2020)
Formulación sólida con microemulsión de extracto de Artemisia con actividad nematocida para administración oral.	D-óptimal	6 componentes: microemulsión, celulosa microcristalina, croscarmelosa sódica, Syloid, estearato de magnesio y polivinilpirrolidona. 16 ensayos. Respuesta: fuerza de tensión y tiempo de desintegración.	2020/ (Perez-Roman et al., 2020)
Nanoemulsiones agua en aceite (w/o) de baja energía con efavirenz y aceite de linaza prensado en frío.	D-óptimal	3 componentes: Span 20, Tween 80 y el contenido de etanol. 16 ensayos. Respuesta: Tamaño de gota, PZ y IPD.	Pharmaceutics. 2020/ (Mazonde et al., 2020)

Actividad funcional de bebida de *Selenicereus undatus* enriquecida con cápsulas de extractos vegetales

García Paredes Rosa Irina¹; Tubay Bermúdez Carlos Julio²; Vélez Saltos Cristina Simone³; Lucas Vera Kimberly Mayerlyn⁴; Macías Vera Jorge David⁵; Sacón Vera Ely Fernando⁶; Carlos Andrés Guato Guevara⁷; Bravo Loor Johnny Daniel⁸

Resumen

Al ser fuente de compuestos bioactivos (antioxidantes, anticancerígenos, antimicrobianos), las plantas medicinales han sido un recurso importante para el ser humano, no obstante, dichos elementos son inestables y volátiles, lo que los hace susceptibles al deterioro. En la presente investigación, se evaluó la actividad antioxidante y contenido fenólico en una bebida de pitahaya, enriquecida con cápsulas de extractos vegetales obtenidas de cinco especies silvestres de la provincia de Manabí siendo: T1 (bebida + *Cymbopogon flexuosus*), T2 (bebida + *Ocimum tenuiflorum*), T3 (bebidas + *Lippia alba*), T4 (bebida + *Alpinia zerumbet*) y T5 (bebida + *Mentha spicata*). Los extractos fueron encapsulados por el método gelificación iónica, mientras que la actividad antioxidante y contenido fenólico se determinó por ABTS y Folin-Ciocalteu respectivamente. Los resultados obtenidos demostraron que el T4 presentó mayor actividad antioxidante ($3,96 \pm 0,01$ mg/L Trolox), a diferencia de T1 con una actividad antioxidante menor ($3,72 \pm 0,00$ mg/L Trolox). En cuanto al contenido fenólico, se observó que el T3 tuvo mayor contenido fenólico, ($1281,37 \pm 4,57$) mg EAG/ml, mientras que T1 se observó una menor actividad funcional de ($866,37 \pm 9,99$) mg EAG/ml. La incorporación de cápsulas con extractos vegetales podría potenciar y enriquecer las propiedades funcionales de bebidas y de esta manera aprovechar las bondades.

Palabras claves: Antioxidante, contenido fenólico, encapsulación, fruta, zumo.

Functional activity of *Selenicereus undatus* beverage enriched with plant extract capsules

Abstract

As a source of bioactive compounds (antioxidants, anticarcinogenic, antimicrobial), medicinal plants have been an important resource for humans, however, these elements are unstable and volatile which makes them susceptible to deterioration. In the present research, we evaluated the antioxidant activity and phenolic content in a pitahaya beverage enriched with capsules of plant extracts obtained from five wild species from the province of Manabí, being: T1 (beverage + *Cymbopogon flexuosus*), T2 (beverage + *Ocimum tenuiflorum*), T3 (beverage + *Lippia alba*), T4 (beverage + *Alpinia zerumbet*) y T5 (beverage + *Mentha spicata*). The extracts were encapsulated by ionic gelation method, while the antioxidant activity and phenolic content were determined by ABTS and Folin-Ciocalteu respectively. The results obtained showed that T4 presented higher antioxidant activity ($3,96 \pm 0,01$ mg/L Trolox), unlike T1, which has lower antioxidant activity ($3,72 \pm 0,00$ mg/L Trolox). Regarding phenolic content, it was observed that T3 had the highest phenolic content ($1281,37 \pm 4,57$) mg EAG/ml, whereas T1 showed lower functional activity ($866,37 \pm 9,99$) mg EAG/ml). The incorporation of capsules with vegetable extracts could enhance and enrich the functional properties of beverages and thus take advantage of the benefits.

Keywords: Antioxidant, phenolic content, encapsulation, fruit, juice.

Recibido: 17 de marzo de 2026

Aceptado: 18 de agosto de 2026

¹ Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí; rosa.garcia@espa.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0002-0310-3676>

² Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí; tubaycarlos21@outlook.es; <https://orcid.org/0000-0003-4129-5493>

³ Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí; cristina.velez.41@espa.edu.ec; <https://orcid.org/0009-0004-8372-8335>

⁴ Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí; kimberlyn.lucas.41@espa.edu.ec; <https://orcid.org/0009-0007-4388-3543>

⁵ Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí; jorge.macias.0121@espa.edu.ec; <https://orcid.org/0009-0001-9069-9593>

⁶ Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí; esacon@espa.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0001-9625-3413>

⁷ Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí; andresguato@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0002-8440-2201>

⁸ Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí; jbravo@espa.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0001-5929-0063>

I. INTRODUCCIÓN

Las plantas medicinales han sido importantes para la humanidad, por sus compuestos bioactivos beneficios para la salud y alimentos (Salmerón et al., 2020; Fazal et al., 2021). A nivel mundial, su mercado oscila en los 100 mil millones de dólares cuya demanda está en auge debido al alto costo y efectos secundarios de la medicina sintética (Ravi y Bharadvaja, 2019). En Ecuador el uso de plantas nativas y silvestres han contribuido en diferentes áreas como la medicina, la terapéutica, agricultura y alimentos (Jiménez et al., 2021).

En la provincia de Manabí, existen diversas especies nativas y silvestres como: *Lippia alba* (mastranto), *Cymbopogon flexuosus* (valeriana), *Mentha spicata* (menta), *Ocimum tenuiflorum* (toronjil) y *Alpinia zerumbet* (porcelana), las cuales poseen actividades anticancerígenas, antioxidantes, antidiabéticas y antimicrobianas (Borromeo et al., 2024; Raman et al., 2024; Rofiatun et al., 2024; (Chibuye, et al., 2024), los radicales libres (FR), especies reactivas de oxígeno (ROS) y especies reactivas de nitrógeno (RNS), son moléculas altamente reactivas que desempeñan funciones cruciales en los sistemas biológicos. Si bien son necesarias para el mantenimiento de las funciones celulares normales, su producción excesiva o una regulación inadecuada provocan estrés oxidativo (EO), asociado a diversas enfermedades. Comprender sus funciones biológicas y su contribución a las enfermedades permite comprender la importancia de los antioxidantes para la salud. (Frontiers in Chemistry, 2023); por esta razón, los extractos de estas plantas podrían ser incorporados en matrices alimenticias, como jugos, para fomentar su valor nutricional y beneficios a la salud.

Los jugos obtenidos de frutas y vegetales son fuente importante de vitaminas, minerales y compuestos bioactivos (Cristiana et al., 2024), sin embargo, pueden deteriorarse por la presencia de microorganismos patógenos, acción enzimática y oxidación lipídica. Los extractos vegetales son una alternativa de compuestos con actividad funcional por poseer moléculas antioxidantes y compuestos fenólicos (Olszewska et al., 2020; Takó et al., 2020). No obstante, los principios bioactivos pueden verse afectados por agentes oxidativos como el sol, temperatura, microorganismos

patógenos y enzimas (Gafner y Bergeron, 2005).

La encapsulación de extractos vegetales se presenta como una alternativa para la conservación de metabolitos secundarios (Tubay et al., 2024), que, al ser incorporados a las bebidas, pueden proteger las moléculas con actividad funcional y superar las limitaciones relacionadas a su baja solubilidad en agua. Este proceso controla la liberación de las sustancias bioactivas, mejorando sus propiedades fisicoquímicas y atenuando las posibles alteraciones sensoriales que los extractos podrían provocar en las bebidas (Ephrem et al., 2018; Koteswara et al., 2022).

La incorporación de extractos vegetales encapsulados en zumos ha ganado relevancia en los últimos años, en un estudio efectuado por Flores et al., (2021) en el cual evaluaron las características fisicoquímicas y actividad antioxidante de yogurt enriquecido con extractos obtenidos de remolacha, evidenciaron que la inclusión de jugo de remolacha encapsulado conservó la actividad antioxidante y preservó el color del yogurt. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Šeregelj et al., (2021) quienes observaron que la fortificación de yogurt con extractos de cáscara de zanahoria logró mejorar las características fisicoquímicas de la bebida y redujo la presencia de microorganismos patógenos prolongando la vida útil del producto.

El aprovechamiento de plantas silvestres de la provincia de Manabí y su incorporación en bebidas crea una alternativa para revalorizar estas especies como conservantes de origen natural mediante la encapsulación de extractos. Por ello, la presente investigación tuvo como finalidad: “Evaluar la actividad funcional de bebida de *Selenicereus undatus* enriquecida con cápsulas de extractos vegetales”.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente trabajo, se realizó previamente una revisión bibliográfica en torno a especies silvestres de la provincia de Manabí, Ecuador, lo que permitió identificar las características taxonómicas de valeriana, (*C. flexuosus*), toronjil (*O. tenuiflorum*), mastranto (*L. alba*), porcelana (*A. zerumbet*) y menta (*M. spicata*), siendo recolectadas en zonas rurales de los cantones Bolívar y Sucre.

Preparación del material vegetal

Una vez recolectadas las plantas se secaron en una estufa marca Memmert G609.007 a 40 °C hasta alcanzar una humedad entre 12 % y 15 %. El material vegetal fue triturado y tamizado a un tamaño de partícula (1 mm) en un tamiz marca Standar Test Sieve; posteriormente, las muestras fueron almacenadas en bolsas herméticas y ubicadas en un desecador hasta el momento de su extracción.

Obtención de extractos vegetales acuosos

Este procedimiento se lo realizó considerando la metodología de Biswas et al., (2023) con ciertas modificaciones empleando el método de baño ultrasonido. Se sumergieron 25 g de cada especie deshidratada en 250 mL de agua destilada por un tiempo de 60 min, utilizando un quipo modelo 75T marca VWR. Concluido el periodo de extracción, cada extracto se filtró usando papel Whatman N°1. Los extractos obtenidos se almacenaron en frascos de vidrio color ámbar a temperatura de refrigeración (4 °C).

Encapsulación

Se realizó considerando el procedimiento propuesto por De Moura et al., (2019). En un vaso de 250 mL se diluyó 1,5 g de alginato grado alimenticio y se enraza con agua destilada hasta alcanzar un volumen de 100 mL. Una vez homogenizado se añadió 10 mL de extracto vegetal y se agitó, posteriormente en una jeringuilla se tomó y se dejó gotear en un vaso de precipitación que contenía una dilución de cloruro de calcio

(CaCl₂) al 0,5 %. Transcurridos 5 min con ayuda de un colador se recolectaron las cápsulas ya formadas y se almacenaron en un congelador a -20 °C.

Preparación de la bebida de pitahaya

Las frutas fueron seleccionadas observando que no presenten algún tipo de deterioro provocado por agentes físicos, químicos y microbiológicos. Posteriormente, se desinfectaron por inmersión en una solución de hipoclorito de sodio (100 ppm) durante 3 min. Las frutas se cortaron longitudinalmente con un cuchillo de acero inoxidable. La corteza se retiró con una cuchara de aluminio y se separó la pulpa, la cual se cortó en rodajas de 3 mm. Para la mezcla, se incorporaron los aditivos: ácido ascórbico, ácido cítrico y agua, esto se lo llevó a una licuadora Skymen, la bebida fue pasteurizada a 65 °C durante 30 min para inactivar microorganismos, y al alcanzar los 55 °C se agregó el azúcar junto con la goma xantan. Inmediatamente se enfrió la bebida a 6 °C con el fin de inactivar microorganismos patógenos y se almacenó en refrigeración.

A cada bebida se incorporó 20 g de cápsulas, con extractos vegetales, las bebidas fueron almacenadas por 24 h antes de realizar los análisis de actividad antioxidante y contenido fenólico.

Tratamientos

Se incorporaron 10 g de cápsulas con extractos vegetales a la bebida por tratamiento, los mismos que se añadieron a la bebida 24 h después de su elaboración. A continuación, se presentan los tratamientos estudiados.

Tabla 1. Tratamientos

Tratamiento	Descripción del tratamiento
T1	Zumo de pitahaya + más cápsulas con <i>C. flexuosus</i>
T2	Zumo de pitahaya + más cápsulas con <i>O. tenuiflorum</i>
T3	Zumo de pitahaya + más cápsulas con <i>L. alba</i>
T4	Zumo de pitahaya + más cápsulas con <i>A. zerumbet</i>
T5	Zumo de pitahaya + más cápsulas con <i>M. spicata</i>

Actividad antioxidante

La actividad antioxidante de los zumos se determinó mediante actividad eliminadora de radicales según la metodología de Shahzad et al., (2022) con ligeras modificaciones en donde se mezcló volúmenes iguales de persulfato de

potasio 2,45 mmol/L y ABTS 7 mmol/L se incubó en refrigeración protegidas de la luz durante 16 h. Posteriormente, se usó agua para diluir la solución preparada hasta que la absorbancia alcanzó 0.700 +/- 0.02 aproximadamente a 734 nm en un espectrofotómetro. Luego, se mezclaron 150 µL de

la bebida previamente diluida en agua (1:40, v/v) con 2850 μ L de la solución diluida del radical ABTS; la reacción se llevó a cabo en un ambiente oscuro durante 2 h. Finalmente, se tomó la absorbancia a 734 nm usando el espectrofotómetro Bioeovepeak modelo SP-LUV759).

Contenido fenólico

El contenido fenólico se determinó utilizando el método de Folin- Ciocalteu, siguiendo la metodología descrita por Lupuche et al., (2021) con ciertas modificaciones. El análisis se realizó mediante espectrofotometría UV visible (Bioeovepeak modelo SP-LUV759), usando el ácido gálico como material de referencia. Para la construcción de la curva de calibración, se preparó una solución patrón de ácido gálico (0,1 g/L), a partir de la cual se realizaron diluciones seriadas en base 10 utilizando agua destilada como diluyente. Adicionalmente, se preparó una solución de carbonato de sodio al 20 % disolviendo 5 g del compuesto en un volumen inicial de 15 mL con agua grado HPLC, completando posteriormente a 25 mL tras agitación ultrasónica. El reactivo de Folin-Ciocalteu (2 N) se diluyó en una proporción 1:2 con agua destilada para obtener una solución 1 N, la cual se almacenó en refrigeración y se protegió de la luz hasta su uso. Las disoluciones para la curva estándar se realizaron a partir de la solución patrón de ácido gálico, en viales ámbar, para evitar la degradación por la luz.

La curva de calibración obtenida presentó un coeficiente de correlación de $R^2 = 0,9677$, con la ecuación de la recta $y = 0,0008x + 0,1589$, donde y representa la absorbancia y x la concentración de ácido gálico expresada en μ g/mL.

Diseño Experimental

Para la presente investigación, se realizó una prueba de normalidad usando la prueba Shapiro wilk, Se aplicó un ANOVA y una prueba post hoc de Tukey lo que permitió identificar las diferencias significativas entre los tratamientos ($p \leq 0,05$). Los análisis fueron realizados por triplicado, evaluándose un total de 15 unidades experimentales, además, debido a que la investigación tiene un enfoque comparativo, no se consideró evaluar un tratamiento control. Los

datos fueron procesados en el programa GraphPad Software. (2018). *GraphPad Prism* (Versión 8.0.1 [244]) [Computer software]. GraphPad Software, LLC. <https://www.graphpad.com>

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Actividad antioxidante

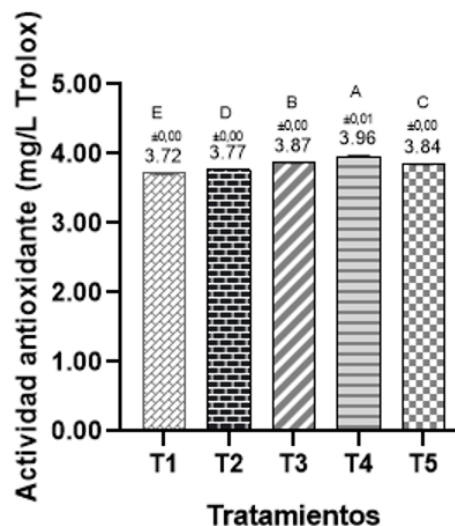


Figura 1. Actividad antioxidante de bebidas enriquecidas de *S. undatus* con cápsulas de extractos vegetales. Letras diferentes, indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos.

En la Figura 1, se observa que el T4 presentó una mayor actividad antioxidante ($3,96 \pm 0,01$ mg/L Trolox), mientras que el T1 obtuvo una menor concentración ($3,72 \pm 0,00$ mg/L Trolox), evidenciando que existió diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$), demostrando que el extracto encapsulado influyó en la actividad antioxidante de cada una de las bebidas.

Los resultados obtenidos fueron superiores a los reportados por (Paiva et al., 2024) quienes observaron que las bebidas presentaron una reducción en el contenido de polifenoles después del período de almacenamiento. Esta reducción puede asociarse tanto al tratamiento térmico como al período de almacenamiento utilizado, causando degradación tanto de la vitamina C como del contenido fenólico. Branco et al., (2016) concuerda con esta teoría. Por lo tanto, el enriquecimiento de bebidas frutales con extractos con actividad bioactiva podría tener un efecto sinérgico en

su funcionalidad (Rogalska et al., 2024). Según Manzanarez et al., (2020), la encapsulación incrementa la estabilidad de los compuestos activos bajo condiciones ambientales. Sin embargo, su capacidad bioactiva puede depender del tipo de extracto, como demostraron De Melo et al., (2022), quienes obtuvieron valores similares en aceites esenciales de *C. flexuosus*. Estos autores también evidenciaron que al incrementar la concentración del material encapsulante (goma arábiga), puede influir negativamente en la actividad antioxidante.

La pitahaya contiene moléculas con actividad antioxidante como betalainas, polifenoles y vitamina C, las cuales actúan como neutralizantes de radicales libres y detienen la oxidación lipídica (Alam et al., 2023). Sin embargo, durante las operaciones de elaboración de la bebida se incorpora oxígeno disuelto, provocando la disminución de la acción funcional de los compuestos propios de la fruta (Chew et al., 2019). Por ello, la actividad antioxidante observada en las bebidas podría atribuirse también a los mecanismos de acción de los compuestos funcionales de cada extracto y su interacción con los de pitahaya. La encapsulación de extractos vegetales y su uso en bebidas se presenta como una alternativa interesante para no solo incrementar la actividad antioxidante sino, que también pueden mejorar las cualidades sensoriales de los mismos (Hamid et al., 2021).

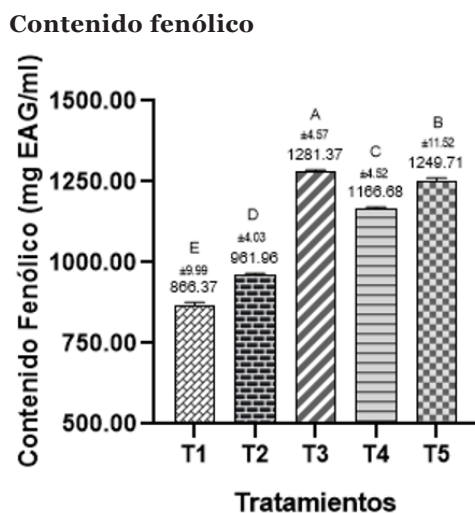


Figura 1. Contenido fenólico de bebidas enriquecidas de *S. undatus* con cápsulas de extractos vegetales. Letras diferentes, indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos.

En la figura 2 se muestra que el T3, presentó mayor contenido fenólico ($1281,37 \pm 4,57$) mg EAG/ml, mientras que T1 se observó una menor actividad funcional de ($866,37 \pm 9,99$) mg EAG/ml, demostrando que existieron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos evaluados.

Estos resultados difieren a los presentado por Mozafari et al., (2025) quienes encapsularon carotenoides obtenidos de residuos de pulpa de tomate, evidenciando que el contenido de polifenoles disminuyó en relación con el tiempo de almacenamiento en una bebida de pepino. Asimismo, los valores obtenidos fueron superiores a los reportados por Indiarto et al., (2022), quienes señalaron que el efecto bioactivo depende de la especie vegetal, su composición, método de extracción e interacción con matriz alimentaria. Belščak et al., (2011) concuerda con esta teoría e indicaron que la presencia de micronutrientes como: cobre, zinc y estroncio, pueden inferir en la morfología y contenido de compuestos bioactivos de las cápsulas. Hafiz et al., (2025) reportaron mayor actividad antioxidante y contenido fenólico en un yogur elaborado con cáscara de pitahaya.

Los resultados evidencian que no existió una relación directamente proporcional entre la actividad antioxidante y el contenido fenólico de las bebidas. Este comportamiento se debería a que la actividad antioxidante no solo depende de los compuestos fenólicos, sino también de la diversidad de componentes químicos de los extractos y de su capacidad para donar electrones (Shahidi, y Ambigaipalan 2015). La encapsulación podría haber favorecido la liberación selectiva de los compuestos con mayor actividad antioxidante independientemente del contenido fenólico; es decir, actúa como un agente modulador (Garavand et al., 2021). Por lo tanto, la actividad funcional de las bebidas enriquecidas puede estar influenciada por la dinámica de liberación y disponibilidad de los compuestos bioactivos (Kalita et al., 2026).

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados de esta investigación indican que las bebidas de pitahaya enriquecidas con extractos encapsulados presentaron actividad antioxidante y contenido fenólico. Se observaron diferencias

estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados, relacionados a la actividad funcional de cada extracto encapsulado. La bebida con cápsulas de *Alpinia zerumbet* (T4) presentó la mayor actividad antioxidante, mientras que, la bebida con mayor contenido fenólico fue la enriquecida con cápsulas de *Lippia alba* (T3). Esta investigación permitió el aprovechamiento de compuestos bioactivos de especies silvestres a través de métodos innovadores como la encapsulación en una matriz alimentaria, lo que además permite la protección de moléculas con actividad funcional. Este enfoque contribuye al aprovechamiento de recursos subutilizados, brindándoles valor agregado y promoviendo la conservación de la biodiversidad de la fauna silvestre y el desarrollo de la economía local. Por lo tanto, se recomienda continuar investigando el uso de especies silvestres locales, asimismo analizar parámetros bromatológicos y reológicos que permitan determinar el valor nutricional y estabilidad de las bebidas.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alam, M., Biswas, M., Ahmed, J., Hosain, M. A., Alam, A., Khan, M. H. H., y Molla, M. M. (2023). Physico-chemical properties, antioxidant activity and bioactive compounds in edible and non-edible portions of dragon fruit cultivars native to Bangladesh. *Food Res*, 7(4), 194-203. : [https://doi.org/10.26656/fr.2017.7\(4\).243](https://doi.org/10.26656/fr.2017.7(4).243)
- Belščak-Cvitanović, A., Stojanović, R., Manojlović, V., Komes, D., Cindrić, I. J., Nedović, V., y Bugarski, B. (2011). Encapsulation of polyphenolic antioxidants from medicinal plant extracts in alginate-chitosan system enhanced with ascorbic acid by electrostatic extrusion. *Food Research International*, 44(4), 1094-1101. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.12.027>
- Biswas, A., Dey, S., Xiao, A., Deng, Y., Birhanie, Z. M., Roy, R., Akhter, D., Liu, L., y Li, D. (2023). Ultrasound-assisted extraction (UAE) of antioxidant phenolics from *Corchorus olitorius* leaves: A response surface optimization. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s40538-023-00443-2>
- Borromeo, I., De Luca, A., Domenici, F., Giordani, C., Rossi, L., y Forni, C. (2024). Antioxidant properties of *Lippia alba* essential oil: A potential. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(1), 1-24. <https://doi.org/10.3390/ijms25158276>
- Branco, I. G., Moraes, I. C. F., Sanjinez-Argandoña, E. J., Madrona, G. S., Dos Santos, C., Ruiz, A. L. T. G., Carvalho, J. E., y Haminiuk, C. W. I. (2016). Influence of pasteurization on antioxidant and in vitro anti-proliferative effects of jambolan (*Syzygium cumini* (L.) Skeels) fruit pulp. *Industrial Crops and Products*, 89, 225-230. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.04.055>
- Chew, Y. M., Hung, C. H., & King, V. A. E. (2019). Accelerated storage test of betalains extracted from the peel of pitaya (*Hylocereus cacti*) fruit. *Journal of Food Science and Technology*, 56(3), 1595-1600. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03673-1>
- Chibuye, B., Singh, I., Ramasamy, S., Maseka, K. (2024). Natural antioxidants: A comprehensive elucidation of their sources, mechanisms, and applications in health, Next Research. Volume 1, Issue 2, 100086, ISSN 3050-4759. <https://doi.org/10.1016/j.nextres.2024.100086>
- Cristiana, I., Del Rio, D., y Mena, P. (2024). Health effects of 100% fruit and vegetable juices: Evidence from human subject intervention studies. *Nutrition Research Reviews*, 37(1), 194-238. <https://doi.org/10.1017/S095442242300015X>
- De Melo, A. M., Barbi, R. C. T., Chaves Almeida, F. L., de Souza, W. F. C., de Melo Cavalcante, A. M., de Souza, H. J. B., Botrel, D. A., Borges, S. V., Costa, R. G., Quirino, M. R., y de Sousa, S. (2022). Effect of microencapsulation on chemical composition and antimicrobial, antioxidant and cytotoxic properties of lemongrass (*Cymbopogon flexuosus*) essential oil. *Food Technology and Biotechnology*, 60(3), 386-395. <https://doi.org/10.17113/ftb.60.03.22.7470>
- De Moura, S. C. S. R., Berling, C. L., Garcia, A. O., Queiroz, M. B., Alvim, I. D., y Hubinger, M. D. (2019). Release of anthocyanins from the hibiscus extract encapsulated by ionic gelation and application of

- microparticles in jelly candy. *Food Research International*, 121, 542–552. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.12.010>
- Ephrem, E., Najjar, A., Charcosset, C., y Greige-Gerges, H. (2018). Encapsulation of natural active compounds, enzymes, and probiotics for fruit juice fortification, preservation, and processing: An overview. *Journal of Functional Foods*, 48, 65–84. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.06.021>
- Fazal, R., Kalsoom, M., Adnan, M., Fazeli-Nasab, M., Naz, N., Ilah, H., Ali, M. F., Ilyas, M. A., You-saf, G., Toor, M. D., y Ali, Z. (2021). Importance of medicinal plants in human and plant pathology: A review. *International Journal of Pharmacy and Biomedical Research*, 8(2), 1–11. <https://doi.org/10.18782/23943726.1110>
- Flores-Mancha, M. A., Ruíz-Gutiérrez, M. G., Sánchez-Vega, R., Santellano-Estrada, E., y Chávez-Martínez, A. (2021). Effect of encapsulated beet extracts (*Beta vulgaris*) added to yogurt on the physicochemical characteristics and antioxidant activity. *Molecules*, 26(6), 1–18. <https://doi.org/10.3390/molecules26164768>
- Frontiers in Chemistry (2023). Oxidative stress, free radicals, and antioxidants: potential crosstalk and clinical relevance. *Frontiers in Chemistry*, 11, Article 1158198.
- Gafner, S., y Bergeron, C. (2005). The challenges of chemical stability testing of herbal extracts in finished products using state-of-the-art analytical methodologies. *Current Pharmaceutical Analysis*, 1(1), 203–205. <https://doi.org/10.2174/1573412054022734>
- Garavand, F., Jalai-Jivan, M., Assadpour, E., y Jafari, S. M. (2021). Encapsulation of phenolic compounds within nano/microemulsion systems: A review. *Food Chemistry*, 364, 130376. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130376>
- GraphPad Software. (2018). *GraphPad Prism* (versión 8.0) [Software]. <https://www.graphpad.com>
- Hafiz, M. S., Karunanayaka, K. M. I. U., Nugraheni, K., y Fernando, G. S. N. (2025). Valorisation of dragon fruit peel in drinking yoghurt: Development, physicochemical, proximate, functional properties, and shelf-life evaluation. *Czech Journal of Food Sciences*, 43(1). <https://doi.org/10.17221/21/2024-CJFS>
- Hamid, M., Thakur, N. S., Sharma, R., y Thakur, A. (2021). Stability of mango drink enriched with microencapsulated pomegranate peel extract. *Indian Journal of Horticulture*, 78(3), 330–337. <https://doi.org/10.5958/0974-0112.2021.00048.7>
- Indiarto, R., Rahimah, S., Subroto, E., Putri, N. A. G., y Pangawikan, A. D. (2022). Antioxidant activity and characteristics of a cocoa drink formulated with encapsulated green coffee extract. *International Journal of Food Properties*, 25(1), 2477–2494. <https://doi.org/10.1080/10942912.2022.2144883>
- Jiménez-González, A., Mora-Zamora, K. J., Rosete-Blancard, S., y Cabrera-Verdesoto, C. A. (2021). Utilización de plantas medicinales en cuatro localidades de la zona sur de Manabí, Ecuador. *Siembra*, 8(2), 1–10. <https://doi.org/10.29166/siembra.v8i2.3223>
- Kalita, P., Bhattacharyya, J., Dutta, P. P., Chakrabarti, S., Ahmed, A. B., y Pachuau, L. (2026). Valorization of polyphenolic compounds via encapsulation: a review. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 20(2), 1387–1410. <https://doi.org/10.1007/s11694-025-03852-z>
- Koteswara, C., Kumar, R., Ahmad, M., y Suriya, M. (2022). Encapsulation techniques for plant extracts. In S. A. Mir, A. Manickavasagan, y M. A. Shah (Eds.), *Plant extracts: Applications in the food industry* (pp. 75–88). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822475-5.00008-9>
- Lupuche, E. Q., Chávez-Pérez, J. A., Medina-Pizzali, M. L., Loayza-Gutiérrez, L., y Apumayta-Suárez, E. (2021). Caracterización química, contenido de polifenoles y capacidad antioxidante de dos ecotipos de pitahaya (*Hylocereus* spp.). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 74(3), 9723–9734. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v74n3.92821>
- Manzanarez-Tenorio, L. E., Ruiz-Cruz, S., Már-

- quez-Ríos, E., Ornelas-Paz, J. J., Del-Toro-Sánchez, C. L., Wong-Corral, F. J., y Holguin-Soto, R. (2020). Microencapsulación de extractos de higo (*Ficus carica*) por coacervación compleja y evaluación de su capacidad antioxidante. *Biotechnia*, 22(2), 70–77. <https://doi.org/10.18633/biotechnia.v22i2.1247>
- Mozafari, L., Martínez-Zamora, L., Cano-Lamadrid, M., Gómez, P. A., y Artés-Hernández, F. (2025). Boosting antioxidant quality in cucumber beverages with encapsulated tomato carotenoids. *Antioxidants*, 14(3), 354. <https://doi.org/10.3390/antiox14030354>
- Olszewska, M., Gėdas, A., y Simões, M. (2020). Antimicrobial polyphenol-rich extracts: Applications and limitations in the food industry. *Food Research International*, 134, 109214. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109214>
- Paiva, K., Sousa, L., Cavalcante, M., Barros, S., Santos, N., Santos, F., De Menezes, F., Eça, K., Vasconcelos, L. (2024). Investigating the impact of pasteurization on the bioactive-rich potential of psyllium and spirulina in a concentrated beverage, Measurement: Food, Volume 13, ISSN 2772-2759. <https://doi.org/10.1016/j.meafoo.2023.100129>
- Raman, D., Dua, A., Kumar, S., Mittal, A., y Sharma, S. (2024). Análisis del potencial antioxidante y de los polifenoles de la hierba medicinal *Ocimum tenuiflorum* (*Shyama Tulsi*). *Journal of Applied and Natural Science*, 16(1), 289–298. <https://doi.org/10.31018/jans.v16i1.5318>
- Ravi, S., y Bharadvaja, N. (2019). Market analysis of medicinal plants in India. *Current Pharmaceutical Biotechnology*, 20(14), 1172–1180. <https://doi.org/10.2174/1389201020666190819154516>
- Rofiatun, S., Purnobasuki, H., Tri Puspaningsih, N., y Setiyowati, P. I. (2024). Secondary metabolites and antioxidant activity from citronella grass extract (*Cymbopogon nardus* L.). *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, 58(1), 298–305. <https://www.ijper.org/sites/default/files/IndJPhaEdRes-58-1s-298.pdf>
- Rogalska, M., Oracz, J., Klewicka, E., y Żyżelewicz, D. (2024). Effect of encapsulated phenolic compounds of cocoa on growth of lactic acid bacteria and antioxidant activity of fortified drinking yogurt. *Molecules*, 29(14), 3344. <https://doi.org/10.3390/molecules29143344>
- Salmerón, E., Garrido, J., y Manzano, F. (2020). World-wide research trends on medicinal plants. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(10), 1–13. <https://doi.org/10.3390/ijerph17103376>
- Šeregelj, V., Pezo, L., Šovljanski, O., Lević, S., Nedović, V., Markov, S., Čanadanović-Brunet, J., Vulić, J., Tumbas Šaponja, V., y Četković, G. (2021). New concept of fortified yogurt formulation with encapsulated carrot waste extract. *LWT*, 138, 110732. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110732>
- Shahidi, F., y Ambigaipalan, P. (2015). Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects—A review. *Journal of functional foods*, 18, 820–897. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.06.018>
- Shahzad, M. N., Ahmad, S., Tousif, M. I., Ahmad, I., Rao, H., Ahmad, B., y Basit, A. (2022). Phytochemical profiling of aerial parts of *Terminalia neotaliala* by LC-ESI-MS² and determination of antioxidant and enzyme inhibition activities. *PLOS ONE*, 17(3), e0266094. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0266094>
- Takó, M., Kerekes, E., Zambrano, C., Kotogán, A., Papp, T., Krisch, J., y Vágvolgyi, C. (2020). Plant phenolics and phenolic-enriched extracts as antimicrobial agents against food-contaminating microorganisms. *Antioxidants*, 9(2), 165. <https://doi.org/10.3390/antiox9020165>

Prácticas agroecológicas tradicionales para las plantas medicinales amazónicas: Implicaciones para la conservación biocultural en Ecuador

Marco Vizuite-Montero^{1*}; Marco Usca-Tiuquinga²;
Josue Sanmiguel-Chimbo³; Hilter Figueroa-Saavedra⁴

Resumen

La Amazonía ecuatoriana constituye un sistema socioecológico crítico donde las plantas medicinales articulan biodiversidad y conocimiento indígena; sin embargo, la literatura ha privilegiado descriptores etnobotánicos, descuidando el análisis de las prácticas agroecológicas tradicionales asociadas. Este vacío limita la comprensión de los agroecosistemas medicinales como sistemas de conservación biocultural. En este contexto, el objetivo del estudio fue analizar integralmente las prácticas agroecológicas tradicionales empleadas por las comunidades Kichwa, Waorani y Shuar, y su relación con la diversidad vegetal y la transmisión de conocimientos. Se adoptó un enfoque mixto con diseño etnográfico-cuantitativo, incluyendo 45 informantes clave, entrevistas semiestructuradas, observación participativa y análisis estadístico no paramétrico. Los resultados evidencian alta diversidad (82 especies; $H' = 2.69$) y una asociación positiva significativa entre prácticas agroecológicas y riquezas de especies ($\rho = 0.63$; $p < 0.01$). Asimismo, la etnicidad y la edad emergen como determinantes en la persistencia del conocimiento y sus mecanismos de transmisión. Se concluye que las prácticas agroecológicas tradicionales no solo sostienen la diversidad medicinal, sino que operan como dispositivos de conservación biocultural in situ. No obstante, la erosión generacional del conocimiento introduce un riesgo estructural que exige intervenciones contextualizadas y no meramente normativas.

Palabras clave: Agroecología tradicional, plantas medicinales, conocimiento indígena, conservación biocultural, transmisión intergeneracional.

Traditional agroecological practices for Amazonian medicinal plants: implications for biocultural conservation in Ecuador

Abstract

The Ecuadorian Amazon constitutes a critical socio-ecological system where medicinal plants link biodiversity and indigenous knowledge; however, the literature has focused primarily on ethnobotanical descriptors, neglecting the analysis of associated traditional agroecological practices. This gap limits our understanding of medicinal agroecosystems as systems of biocultural conservation. In this context, the objective of the study was to comprehensively analyze the traditional agroecological practices employed by the Kichwa, Waorani, and Shuar communities, and their relationship with plant diversity and knowledge transmission. A mixed-methods approach with an ethnographic-quantitative design was adopted, including 45 key informants, semi-structured interviews, participant observation, and nonparametric statistical analysis. The results show high diversity (82 species; $H' = 2.69$) and a significant positive association between agroecological practices and species richness ($\rho = 0.63$; $p < 0.01$). Furthermore, ethnicity and age emerge as determinants in the persistence of knowledge and its transmission mechanisms. It is concluded that traditional agroecological practices not only sustain medicinal diversity but also function as in situ biocultural conservation mechanisms. However, the generational erosion of knowledge introduces a structural risk that requires contextualized interventions rather than merely normative ones.

Keywords: Traditional agroecology, medicinal plants, indigenous knowledge, biocultural conservation, intergenerational transmission.

Recibido: 02 de abril de 2026
Aceptado: 24 de agosto de 2026

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Orellana, Facultad de Recursos Naturales, vía al Sacha Km 3, Francisco de Orellana; Ecuador, Código Postal 220201; marco.vizuite@epoch.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0001-8272-419X>

² Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Orellana, Facultad de Recursos Naturales, vía al Sacha Km 3, Francisco de Orellana; Ecuador, Código Postal 220201; marco.usca@epoch.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0002-6303-1942>

³ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Orellana, Facultad de Recursos Naturales, vía al Sacha Km 3, Francisco de Orellana; Ecuador, Código Postal 220201; josue.sanmiguel@epoch.edu.ec; <https://orcid.org/0009-0009-4363-1084>

⁴ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Orellana, Facultad de Recursos Naturales, vía al Sacha Km 3, Francisco de Orellana; Ecuador, Código Postal 220201; hilter.figueroa@epoch.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0002-1717-319X>

*Autor de correspondencia

I. INTRODUCCIÓN

La región amazónica constituye el reservorio de biodiversidad más importante del planeta, albergando una proporción significativa de la diversidad vegetal global y desempeñando un rol clave en la regulación de procesos ecológicos y la provisión de servicios ecosistémicos esenciales (Leal Filho et al., 2025; Altieri y Nicholls, 2000). En este contexto, las plantas medicinales representan un componente estratégico de los socioecosistemas amazónicos, no solo por su valor terapéutico, sino por su estrecha vinculación con sistemas de conocimiento tradicional, prácticas culturales y formas históricas de manejo territorial desarrolladas por pueblos indígenas. A lo largo de las generaciones, estas especies han sustentado sistemas locales de salud y subsistencia basados en principios empíricos, ecológicos y simbólicos integrados, constituyendo un elemento central del patrimonio biocultural amazónico (Ali et al., 2025; Cortés et al., 2025).

Desde la perspectiva ecológica, numerosas plantas medicinales amazónicas cumplen funciones relevantes en la estructuración de los agroecosistemas tradicionales, contribuyendo a la fertilidad del suelo, la regulación biótica y la resiliencia frente a perturbaciones ambientales (Pavanelli et al., 2025). Su manejo no se limita a prácticas técnicas aisladas, sino que se inserta en marcos ontológicos relacionales donde la dimensión cultural y espiritual forma parte operativa del conocimiento ecológico tradicional. En este sentido, el conocimiento indígena asociado a las plantas medicinales constituye un sistema complejo de observación, experimentación y transmisión intergeneracional, con implicaciones directas para la conservación de la biodiversidad y la sostenibilidad de los sistemas productivos locales (Black et al., 2024; Vizúete et al., 2024).

A pesar del reconocimiento creciente del valor etnobotánico y farmacológico de la flora medicinal amazónica, existe una brecha significativa en la literatura científica respecto a la documentación sistemática de las prácticas agroecológicas tradicionales empleadas específicamente para el cultivo y conservación. La mayoría de los estudios etnobotánicos en la región se han centrado en la identificación taxonómica de especies y en la descripción de usos terapéuticos, mientras que las estrategias tradicionales de manejo

agroecológico han recibido una atención limitada y fragmentaria (Govindaprabhu y Sumathi, 2024). Esta omisión restringe la comprensión integral de los agroecosistemas medicinales como sistemas dinámicos de conservación in situ de la diversidad biológica y cultural.

La insuficiente documentación de estas prácticas ocurre en un contexto de acelerada erosión del conocimiento tradicional, impulsada por las transformaciones socioculturales como la migración rural-urbana, la escolarización desvinculada de los territorios y la debilitación de los mecanismos de transmisión intergeneracional (Vargas, 2025). Esta situación resulta particularmente crítica en la Amazonía ecuatoriana, donde la presión sobre los territorios indígenas y la degradación ambiental amenazan simultáneamente la diversidad biológica y los sistemas culturales que históricamente lo han sometido (Gallardo et al., 2025; Chicaiza et al., 2025). Comprender cómo las prácticas agroecológicas tradicionales influyen en la persistencia del conocimiento medicinal y en la conservación de la diversidad vegetal se vuelve, por tanto, un desafío científico y socio ecológico prioritario.

La agroecología, como enfoque científico, ha demostrado que los sistemas agrícolas tradicionales pueden mantener elevados niveles de biodiversidad funcional y resiliencia socioecológica (Altieri y Nicholls, 2005; Gliessman, 2002). Sin embargo, la investigación agroecológica en contextos amazónicos ha priorizado mayoritariamente cultivos alimentarios de interés comercial, como cacao, café o palma africana, relegando los sistemas productivos orientados a plantas medicinales a un segundo plano analítico (Herrera y Yepes, 2024; Foraquita et al., 2024).

La conservación biocultural emerge como un marco integrador que reconoce la interdependencia entre diversidad biológica y diversidad cultural, destacando el rol activo de las comunidades locales en los procesos de conservación (Pirondo et al., 2023). Desde esta perspectiva, los agroecosistemas medicinales tradicionales pueden entenderse como sistemas socioecológicos acoplados, donde las prácticas agroecológicas median la relación entre identidad cultural, procesos ecológicos y transmisión de conocimientos. No obstante, la intersección entre agroecología tradicional, cultivo de plantas

medicinales y conservación biocultural continúa siendo un campo insuficientemente explorado en la Amazonía ecuatoriana, particularmente desde enfoques empíricos que integren análisis cualitativos y cuantitativos.

A partir de este vacío de conocimiento, el presente estudio tiene como objetivo central analizar de manera integral las prácticas agroecológicas tradicionales empleadas por comunidades indígenas amazónicas en la provincia de Orellana, Ecuador, para el cultivo y la conservación de plantas medicinales, evaluando su relación con la diversidad vegetal, la transmisión intergeneracional del conocimiento y los procesos de conservación biocultural *in situ*. Específicamente, se propone: documentar y sistematizar las principales técnicas agroecológicas tradicionales utilizadas en el cultivo de plantas medicinales; caracterizar las especies medicinales clave y su relevancia etnofarmacológica; y examinar la asociación entre variables socioculturales como la etnicidad y la dinámica generacional, como la persistencia de estas prácticas y conocimientos.

Con base en la literatura y el contexto socioecológico amazónico, se plantean las siguientes hipótesis:

H1: las prácticas agroecológicas tradicionales se asocian significativamente con una mayor diversidad de plantas medicinales cultivadas.

H2: la etnicidad indígena es un predictor significativo de la persistencia de las prácticas agroecológicas tradicionales y del conocimiento medicinal asociado.

H3: Existen diferencias generacionales significativas en los mecanismos de transmisión del conocimiento sobre plantas medicinales.

Al integrar enfoques etnobotánicos, agroecológicos y analíticos mixtos, este estudio busca aportar evidencia empírica que fortalezca el diálogo entre ciencia académica y conocimiento indígena, contribuyendo a la comprensión de los agroecosistemas medicinales tradicionales como componentes clave de la conservación biocultural y la sostenibilidad en paisajes amazónicos en transformación.

II. METODOLOGÍA

Diseño de investigación y enfoque metodológico

El presente estudio se desarrolló bajo un diseño de investigación de enfoque mixto, integrando componentes cualitativos y cuantitativos con el fin de capturar la complejidad socioecológica de las prácticas agroecológicas tradicionales asociadas al cultivo y al uso medicinal de plantas amazónicas (Herrera y Yepes, 2024). La adopción de un enfoque mixto respondió a la necesidad de articular la profundidad interpretativa propia de los métodos etnográficos con la capacidad analítica y comparativa de los métodos estadísticos, permitiendo una comprensión integral de los sistemas de conocimiento tradicional y sus manifestaciones prácticas (Monjane y Rosset, 2024).

El componente cualitativo, de orientación etnográfica, se empleó para documentar saberes ancestrales, prácticas rituales, percepciones culturales y mecanismos de transmisión intergeneracional del conocimiento (Cortés et al., 2025). Paralelamente, el componente cuantitativo permitió identificar patrones de uso, la diversidad cultivada y asociaciones estadísticamente significativas entre variables socioculturales y prácticas agroecológicas. Esta combinación metodológica resulta particularmente pertinente en estudios de etnobotánica y agroecología, donde los fenómenos analizados son simultáneamente culturales, ecológicos y sociales, lo que permite una comprensión integral de su complejidad socioecológica.

Área de estudio

La investigación se llevó a cabo en tres comunidades representativas de las nacionalidades indígenas Kichwa, Waorani y Shuar, localizadas en la provincia de Orellana, en la región amazónica ecuatoriana. Estas comunidades fueron seleccionadas mediante un muestreo intencional por criterios, considerando: (i) su reconocida trayectoria en el uso de la medicina ancestral, (ii) la presencia activa de sistemas tradicionales de manejo agroecológico; y (iii) su vinculación con procesos comunitarios de conservación biocultural.

La selección de comunidades cultural y ecológicamente diferenciadas permitió capturar variabilidad intrarregional sin perder profundidad analítica, evitando así una dispersión territorial que hubiera comprometido la calidad del trabajo de campo.

Población, estrategia de muestreo y tamaño muestral

La población objetivo estuvo conformada por portadores reconocidos de conocimiento tradicional, incluyendo sabios comunitarios, curanderos, parteras y agricultores con experiencia en el cultivo y uso de plantas medicinales. La identificación de los participantes se realizó mediante muestreo intensional, combinado con técnica de bola de nieve, estrategia ampliamente utilizada en estudios de transmisión intergeneracional de conocimientos tradicionales (Carranza et al., 2021).

La muestra final estuvo constituida por 45 informantes clave, distribuidos equitativamente en las tres comunidades estudiadas (15 por comunidad). Este tamaño muestral se definió con base en criterios metodológicos cualitativos, estadísticos y comparativos, y no únicamente por el principio de saturación teórica. Desde la perspectiva cualitativa, el número de informantes permitió alcanzar saturación semántica y estructural de las categorías analíticas, particularmente en lo referente a las prácticas agroecológicas, formas de uso medicinal y mecanismos de transmisión del conocimiento (Yan et al., 2017; Ali et al., 2025).

Desde la perspectiva cuantitativa, el tamaño de la muestra es consistente con estudios etnobotánicos comparables en contextos amazónicos, donde muestras entre 30 y 60 informantes han demostrado ser suficientes para estimar índices de diversidad, frecuencias de uso y asociaciones entre variables socioculturales (Black et al., 2024). Asimismo, la distribución balanceada de informantes por comunidad y por rol sociocultural (sabios, curanderos y agricultores tradicionales) fortaleció la representatividad interna del estudio, permitiendo comparaciones interculturales y generacionales sin comprometer la validez del análisis.

Finalmente, el carácter especializado del conocimiento analizado justifica un tamaño muestral reducido, pero altamente informativo, dado que este saber se concentra en actores específicos reconocidos por la propia comunidad; en este contexto, la calidad, profundidad y relevancia del conocimiento aportado por los informantes resulta metodológicamente más pertinente que la ampliación indiscriminada del tamaño de la muestra.

Instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de información, se diseñaron y se aplicaron instrumentos mixtos, validados mediante juicio de expertos en etnobotánica, antropología médica y agroecología. Las principales técnicas incluyeron entrevistas semiestructuradas, guías de observación participativa en chacras tradicionales y registros etnobotánicos comunitarios, los cuales permitieron documentar nombres vernáculos, usos terapéuticos, prácticas de cultivo y formas de manejo agroecológico (Confeniae, 2023).

Las entrevistas fueron aplicadas en la lengua materna de los participantes, con apoyo de traductores locales, garantizando la fidelidad semántica y cultural de la información. Asimismo, la validez del contenido del cuestionario estructurado de prácticas agroecológicas y uso medicinal, integrado por once ítems tipo Likert, fue evaluada mediante el coeficiente V de Aiken ($V > 0,5$), a partir del juicio de cuatro expertos en etnobotánica, antropología médica y agroecologías, mientras que la consistencia interna de la sección cuantitativa del instrumento de seis ítems referidos a prácticas agroecológicas, se verificó mediante el coeficiente alfa de Cronbach ($\alpha = 0,81$), indicando una fiabilidad adecuada.

Consideraciones éticas

Previo a la recolección de información, se solicitó consentimiento de forma verbal a cada informante clave, explicando los objetivos del estudio, el uso previsto de la información y su derecho a retirarse en cualquier momento sin ninguna consecuencia, se realizó un proceso de consulta previa e informada con los representantes de las organizaciones representativas de las comunidades Kichwa, Waorani y Shuar participantes, en conformidad con sus protocolos de gobernanza.

Variables y análisis de datos

El análisis cualitativo, se realizó mediante codificación abierta, axial y selectiva, con apoyo del software ATLAS.ti 23. La codificación abierta permitió identificar categorías emergentes relacionadas con prácticas de manejo, transmisión del conocimiento y usos medicinales; la codificación axial organizó dichas categorías según relaciones temáticas y socioculturales; y la codificación

selectiva integró los hallazgos en torno al eje central de conservación biocultural. Los datos cuantitativos se analizaron utilizando RStudio 4.2.2 aplicando estadística descriptiva e inferencial no paramétrica, en función de la naturaleza de las variables y tamaño muestral (McPhearson et al., 2022).

Para clasificar a los informantes según su nivel de adopción de prácticas agroecológicas, se construyó un índice sumativo con el número total de prácticas reportadas por cada participante. El punto de corte entre “alta adopción” (> 6 prácticas) y “baja adopción” ($\leq$ 6 prácticas) se estableció a priori con base a la mediana de la distribución muestral, antes de aplicar la prueba de Mann-Whitney.

III. RESULTADOS

De acuerdo a los resultados de la Tabla 1, donde la muestra estuvo conformada por 45 informantes, distribuidos equitativamente entre tres comunidades indígenas: Kichwa, Waorani y Shuar (15 informantes por comunidad). La distribución por sexo fue equilibrada, 22 mujeres (48.9%) y 23 hombres (51.1%), lo que permitió capturar perspectivas diferenciadas sin sesgo de género. La edad promedio de los participantes fue de 50.4 ± 9.8 años, concentrándose principalmente en el rango etario de 40 a 60 años.

Tabla 1. Características sociodemográficas de los informantes.

Variable	Categoría	Número	Porcentaje
Sexo	Femenino	22	48,9
	Masculino	23	51,1
Nacionalidad	Kichwa	15	33,3
	Waorani	15	33,3
	Shuar	15	33,3
Edad (años)	Media $\pm$ DE	50,4 $\pm$ 9,8	-

De acuerdo a la diversidad de plantas medicinales registradas, se identificaron 82 especies, pertenecientes a múltiples familias botánicas, evidenciando una alta diversidad de conocimientos etnobotánicos. El índice de diversidad de Shannon-Wiener $H' = 2,69$ indicando una biodiversidad moderada alta. El número promedio de especies medicinales reportadas por informante fue de

$3,2 \pm 0,8$ lo que sugiere una distribución personalizada del conocimiento, más que un conocimiento generalizado homogéneo entre los participantes. Las especies con mayor frecuencia de mención fueron *Ilex guayusa*, *Uncaria tomentosa* y *Croton lechleri*, las cuales fueron reportadas de manera consistente en las tres nacionalidades.

Tabla 2. Diversidad de plantas medicinales registradas en las comunidades estudiadas.

Indicador	Valor
Número total de especies	82
Índice de Shannon – Wiener (H')	2,69
Especies por informante (Media $\pm$ DE)	3,2 $\pm$ 0,8
Especies más citadas	<i>I. guayusa</i> , <i>U. tomentosa</i> , <i>C. lechleri</i>

Dentro de las prácticas agroecológicas tradicionales documentadas ampliamente difundidas está en la Tabla 3 en las comunidades. El 77,8 % de los informantes reportó el uso de los abonos orgánicos, mientras que el 100% indicó no utilizar insumos sintéticos para el control de plagas. Por otro lado, la asociación de cultivos fue reportada por el 57,8%

de los participantes, mientras que el 42,2% manejó cultivos sin asociación, principalmente en parcelas destinadas a especies medicinales específicas. En relación con el control de plagas, los métodos más frecuentes fueron infusiones de vegetales (ají-ajo), control biológico y prácticas culturales tradicionales.

Tabla 3. Prácticas agroecológicas tradicionales reportadas por los informantes.

Práctica agroecológica	Categoría	Número	Porcentaje
Uso de abonos orgánicos	Sí	35	77,8
	No	10	22,2
Asociación de cultivos	Sí	26	57,8
	No	19	42,2
Control de plagas	Métodos no sintéticos	45	100,0
	Infusión ají – ajo	14	31,3
	Control biológico	6	13,4
	Prácticas culturales	5	11,2

En relación con la asociación entre prácticas agroecológicas, tradicionales y diversidad de especies medicinales (Tabla 4), el análisis de correlación de Spearman mostró una asociación positiva y estadísticamente significativa entre el número de prácticas agroecológicas reportadas y la riqueza de especies medicinales cultivadas ($p = 0,63$; $p < 0,01$). Adicionalmente, la comparación entre los informantes con alta adopción agroecológica (>6 prácticas) y aquellos con baja adopción (≤ 6 prácticas) evidenció diferencias significativas en la riqueza de especies medicinales (Prueba de Mann-Whitney, $p < 0,05$).

Dentro de las diferencias según la nacionalidad indígena, la prueba exacta de Fisher evidenció asociaciones estadísticamente significativas entre la nacionalidad indígena y la persistencia de prácticas agroecológicas tradicionales ($p < 0,001$).

Las tres nacionalidades (Kichwa, Waorani y Shuar) presentaron altos niveles de conservación de prácticas, aunque con variaciones en su frecuencia. Así mismo, se detectaron diferencias significativas en la diversidad de especies medicinales registradas por nacionalidad (Kruskal – Wallis, $p < 0,05$).

Finalmente, la transmisión intergeneracional del conocimiento, en el análisis de grupos etarios mostró diferencias significativas en los mecanismos de transmisión de conocimiento medicinal. Los informantes mayores reportaron predominantemente transmisión oral directa, mientras que los informantes más jóvenes indicaron el uso combinado de transmisión familiar y medios alternativos. La prueba de Kruskal- Wallis indicó diferencias estadísticamente significativas entre grupos etarios en el número de especies medicinales conocidas ($H = 24,67$; $p < 0,001$).

Tabla 4. Análisis inferencial entre variables socioculturales y prácticas agroecológicas.

Prueba estadística	Variables analizadas	Estadístico	p-valor
Test exacto de Fisher	Nacionalidad vs Prácticas tradicionales.		$< 0,001$
Correlación de Spearman	Prácticas agroecológicas vs Riqueza de especies	$\rho = 0,63$	$< 0,01$
Kruskal-Wallis	Grupo etario vs transmisión del conocimiento	$H = 24,67$	$< 0,001$
Mann-Whitney	Alta vs baja adopción agroecológica	-	$< 0,05$

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos en este estudio indican que las prácticas agroecológicas tradicionales documentadas entre las comunidades indígenas Kichwa, Waorani y Shuar de la Amazonía ecuatoriana están estrechamente asociados con la diversidad de plantas medicinales cultivadas, la transmisión de conocimientos y la persistencia cultural de sistemas

de manejo biocultural in situ. Esta discusión contextualiza estos hallazgos en el marco de estudios recientes sobre agroecología, etnobotánica, conservación biocultural y sistemas socio ecológicos.

Dentro de la diversidad vegetal y prácticas de manejo, la correlación positiva entre el número de prácticas agroecológicas tradicionales reportadas y la riqueza de especies medicinales cultivadas

respalda la idea de que la gestión tradicional del paisaje contribuye directamente a la conservación de la biodiversidad vegetal. Tales asociaciones han sido reportadas en otros sistemas Amazónicos donde el manejo doméstico o comunitario de plantas medicinales y alimentarias favorece una mayor diversidad útil en comparación con paisajes dominados por monocultivos o agricultura convencional (de Paula et al., 2024; Kumar et al., 2021).

Además, estudios en otras áreas tropicales han mostrado cómo la integración de prácticas como la asociación de cultivos, los abonos orgánicos y los sistemas agroforestales incrementan la diversidad funcional de especies vegetales en los agroecosistemas tradicionales, lo cual es consistente con este trabajo investigativo. Esta evidencia empírica refuerza la hipótesis de que los sistemas de manejo basados en conocimientos ancestrales pueden actuar como mecanismos de conservación biológica y cultural en contextos de presión ambiental y social (Ramírez-Santos et al., 2023; Martínez et al., 2018).

En cuanto a los efectos de la etnicidad en la transmisión de conocimientos, se encontraron diferencias significativas en las prácticas documentadas y en la diversidad de especies según la nacionalidad indígena estudiada, lo que refleja patrones de variación cultural en los sistemas de conocimiento ecológico tradicional (TEK). Investigaciones previas han mostrado que el conocimiento medicinal y agroecológico no es homogéneo entre grupos étnicos, y que factores como la historia cultural, las relaciones con el entorno y los patrones de ocupación territorial influyen en cómo se transmite y utiliza ese conocimiento (Caballero et al., 2019; Carpio et al., 2025).

Es importante destacar que los resultados de este trabajo investigativo coinciden con evidencias que indican que variables como la etnicidad, edad y rol social son predictores de variaciones en los conocimientos locales sobre plantas medicinales y prácticas agroecológicas (Foraquito et al., 2024).

En la transmisión intergeneracional, se encontró evidencia estadística de diferencias entre grupos etarios en el número de especies conocidas, lo cual respalda la idea de que la transmisión del conocimiento tradicional sobre plantas medicinales y manejo está sujeta a dinámicas generacionales

complejas, que pueden implicar pérdida de repertorio en generaciones más jóvenes, tal como se ha observado en investigaciones etnobotánicas en la Amazonía ecuatoriana y otras regiones amazónicas (Pirondo et al., 2023; Quezada et al., 2021).

En este sentido, este patrón también tiene correlación con estudios que muestran que los cambios demográficos y socioeconómicos como la migración rural-urbana o la escolarización formal desvinculada de contextos territoriales pueden afectar negativamente la transmisión de conocimientos ecológicos tradicionales (Ramírez-Santos et al., 2023).

En cuanto al género y el conocimiento agroecológico, cabe señalar que esta investigación no fue diseñada específicamente para evaluar género como factor principal, sin embargo, la literatura reciente indica que el conocimiento tradicional agroecológico y etnobotánico es frecuentemente modelado por roles de género en los sistemas rurales de la Amazonía (McPhearson et al., 2022). Por tanto, estudios previos han hallado que las mujeres, por su rol en la gestión doméstica de plantas y agroecosistemas domésticos, a menudo son actores clave en la conservación y transmisión de conocimientos sobre biodiversidad útil (Cortés et al., 2025); (Herrera & Yepes, 2024).

Los hallazgos de este estudio subrayan que las prácticas agroecológicas tradicionales no solo desempeñan un rol funcional en la sustentación de biodiversidad de plantas medicinales, sino también constituyen un componente fundamental de la conservación biocultural en la Amazonía ecuatoriana. El concepto de conservación biocultural reconoce que la diversidad biológica y cultural están interrelacionadas y coevolucionan, motivo por el cual las estrategias de conservación modernas deben integrar las prácticas y valores locales (Kumar et al., 2021; Vizúete et al., 2024).

Finalmente, mencionamos que este estudio presenta limitaciones que deben ser consideradas, como el tamaño muestral, aunque metodológicamente adecuado para estudios etnobotánicos, limita la generalización estadística a otros contextos amazónicos, por otro lado, está la información recopilada se basa en datos autodeclarados, lo que puede introducir sesgos de memoria o deseabilidad social (Montero et al., 2024). Asimismo, el diseño

transversal impide evaluar cambios temporales en la transmisión de conocimientos. Por último, no se incorporaron variables ecológicas directas que permitan contrastar la abundancia real de las especies registradas.

V. CONCLUSIONES

La investigación demuestra que las prácticas agroecológicas tradicionales mantenidas por las comunidades Kichwa, Waorani y Shuar constituyen un componente clave para la conservación de la diversidad de plantas medicinales y el conocimiento biocultural asociado en la Amazonía ecuatoriana. La relación positiva entre la adopción de prácticas agroecológicas y la riqueza de especies evidencia que estos sistemas productivos no solo cumplen funciones alimentarias, sino también ecológicas y culturales estratégicas.

Los resultados confirman que la persistencia del conocimiento tradicional está fuertemente influenciada por factores socioculturales, particularmente la nacionalidad indígena y la transmisión intergeneracional, lo que refuerza la necesidad de enfoques diferenciados y territorialmente contextualizados en las políticas de conservación y desarrollo rural. Asimismo, el estudio aporta evidencia empírica que respalda a la agroecología como un enfoque viable para integrar sostenibilidad ambiental, seguridad alimentaria y conservación biocultural.

Desde la perspectiva científica, este trabajo contribuye a cerrar brechas de conocimiento sobre la interacción entre prácticas agroecológicas y diversidad medicinal en contextos amazónicos poco documentados. Finalmente, se destaca la urgencia de fortalecer estrategias de investigación y gobernanza que reconozcan y valoren los sistemas de conocimiento indígena como pilares fundamentales para enfrentar los desafíos socioambientales contemporáneos.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Declaración de disponibilidad de datos.

Los datos con que se basan las conclusiones de este estudio pueden solicitarse al autor correspondiente.

Declaración de uso de tecnología IA

Durante la preparación de este manuscrito se utilizaron tecnologías de IA, en concreto Claude IA, para perfeccionar el lenguaje, generar ideas para los resúmenes y crear esquemas de contenidos estructurados.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ali, S., Ali, H., Hussain, A., Dey, G., Wang, C.-W., Taharia, M., Lin, P.-Y., Sharma, R. K., Hsiao, P.-G., & Chen, C. Y. (2025). Comparative analysis of phytochemical and antioxidant potential in traditional medicinal plants: Insights from solvent-based extractions. *Food Bioscience*, 68, 106603. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2025.106603>
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. (2005). *Agroecology and the Search for a Truly Sustainable Agriculture* (Primera). <https://www.agroeco.org/doc/agroecology-engl-PNUMA.pdf>
- Altieri, M., & Nicholls, C. (2000). *Teoría y práctica para una agricultura sustentable* (Primera). <https://ivepdas.wordpress.com/wp-content/uploads/2010/10/agro01-altieri.pdf>
- Black, C., Frederico, M., & Bamblett, M. (2024). 'Healing through culture': Aboriginal young people's experiences of social and emotional wellbeing impacts of cultural strengthening programs. *Child Abuse & Neglect, Indigenous youth wellbeing: Risk and resilience*, 148, 106206. <https://doi.org/10.1016/j.chia-bu.2023.106206>
- Caballero, V., Mclarenq, B., Alday, J., Fiallos, L., Amigo, J., & Onaima, M. (2019). Traditional ecological knowledge and medicinal plant diversity in Ecuadorian Amazon home gardens. *Global Ecology and Conservation*, 17, e00524. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00524>
- Carpio, P., Falconí, M., & Guamán, L. (2025). Sustainability from an intercultural perspective: Dialogue with the ancestral peoples of Abya Yala. *Climate change and the challenges of transitions towards sustainability*, 66, 374-395. <https://doi.org/10.5380/dma.v66i.98792%2520e-ISSN%25202176-9109>

- Carranza, H. maría, Tubay, M. F., & Chang, W. (2021). Saberes ancestrales: Una revisión para fomentar el rescate y revalorización en las comunidades indígenas del Ecuador. *Journal of science and research*, 6(3), 1-18. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5659722>
- Chicaiza, E. R. C., Casigña, N. S. C., Montatixi, C. I. M., & Uvidia, H. A. U. (2025). Inventario de agrobiodiversidad en Tarqui, Pastaza: Evaluación de especies productivas y prácticas agroecológicas sostenibles. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(2), 4304-4317. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2.17214
- Cortés, I., Ceric, F., Navarrete, H., Rodríguez-Díaz, M., & Otero, M. C. (2025). Andean medicinal plants and their secondary metabolites: Connections between Aymara traditional medicine and modern pharmacology. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 750, 151328. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2025.151328>
- de Paula, G. X., Ribeiro, A., Moraes, A., Penha, W., Borges, W., & Santos, R. (2024). Ethnobotanical knowledge on non-conventional food plants and medicinal plants in Extractivist Reserve in the Brazilian Amazon. *Boletín latinoamericano y del Caribe de plantas medicinales y aromáticas*, 23(4), 645-683. <https://doi.org/10.37360/blacpma.24.23.4.42>
- Foraquita, S. H., Ajrota, V. H., Quispe, M. F., Foraquita, L. H., & Pedraza, E. V. (2024). Exploración etnobotánica de plantas medicinales en poblaciones rurales de la región Amazonas. *Revista Científica Dékamu Agropec*, 5(1), 86-97. <https://doi.org/10.55996/dekamuagropec.v5i1.213>
- Gallardo, S. I., Vega, M. Á., Contreras, C. I., & Escobar, D. N. (2025). Etnobotánica y usos tradicionales del teocintle en comunidades nahuas de la sierra de Zongolica, Veracruz, México. *Idesia (Arica)*, 43. <https://doi.org/10.4067/0718-3429-idesia-2025-43-e04>
- Gliessman, S. R. (2002). *Agroecología: Procesos ecológicos en agricultura sostenible* (Vol. 1). <https://biowit.wordpress.com/wp-content/uploads/2010/11/agroecologia-procesos-ecolc3b3gicos-en-agricultura-sostenible-stephen-r-gliessman.pdf>
- Govindaprabhu, G. B., & Sumathi, M. (2024). Ethno medicine of Indigenous Communities: Tamil Traditional Medicinal Plants Leaf detection using Deep Learning Models. *Procedia Computer Science, International Conference on Machine Learning and Data Engineering (ICMLDE 2023)*, 235, 1135-1144. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.04.108>
- Herrera, A. N., & Yepes, G. Y. F. (2024). Conocimiento etnobotánico de la flora útil en un sector de la Perla Amazónica de Puerto Asís (Putumayo): Una contribución desde el manejo y uso en la Amazonia colombiana. *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural*, 28(1), 153-173. <https://doi.org/10.17151/bccm.2024.28.1.9>
- Kumar, A., Kumar, S., Komal, Ramchiary, N., & Singh, P. (2021). Role of Traditional Ethnobotanical Knowledge and Indigenous Communities in Achieving Sustainable Development Goals. *Sustainability*, 13(6). <https://doi.org/10.3390/su13063062>
- Leal Filho, W., Dinis, M. A. P., Canova, M. A., Cataldi, M., da Costa, G. A. S., Enrich-Prast, A., Symeonakis, E., & Brearley, F. Q. (2025). Managing ecosystem services in the Brazilian Amazon: The influence of deforestation and forest degradation in the world's largest rain forest. *Geoscience Letters*, 12(1), 24. <https://doi.org/10.1186/s40562-025-00391-9>
- Martínez, L., Korthals, G., Brussaard, L., Jørgensen, H., & De Deyn, G. (2018). Organic management and cover crop species steer soil microbial community structure and functionality along with soil organic matter properties. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 263, 7-17. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.04.018>
- McPhearson, T., Cook, E. M., Barbés-Blázquez, M., Cheng, C., Grimm, N. B., Andersson, E., Barbosa, O., Chandler, D. G., Chang, H., Chester, M. V., Childers, D. L., Elser, S. R., Frantzeskaki, N., Grabowski, Z., Groffman, P., Hale, R. L., Iwaniec, D. M., Kabisch, N., Kennedy, C., ... Troxler, T. G. (2022). A social-ecological-technological systems framework for urban ecosystem services. *One Earth*, 5(5), 505-518. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2022.04.007>

- Monjane, B., & Rosset, P. M. (2024). Peasant Agroecology in Africa and Latin America. En *Oxford Research Encyclopedia of Food Studies*. <https://oxfordre.com/foodstudies/display/10.1093/acrefore/9780197762530.001.0001/acrefore-9780197762530-e-9>
- Montero, M. O. V., Ariza, A. A., Barreno, N. M., Figueroa-Saavedra, H. F., Porras, A. F., Aguilar, Y., & Moya, W. (2024). Land suitability of coffee cultivation under climate change influence in the Ecuadorian Amazon. *GEOGRAPHY, ENVIRONMENT, SUSTAINABILITY*, 17(2), 49-62. <https://doi.org/10.24057/2071-9388-2024-2969>
- Pavanelli, D. D., Domingues, D. F., Hoch, P. G., Alves, R. de A. L., Bezerra, A. C., Pereira, M. H. B., Raupp, A. B., Klotz, A. O., & Magliano, M. M. (2025). Economic valuation of illegal Brazilian Amazon deforestation: A framework based on Habitat Equivalency Analysis and ecosystem services restoration. *Forensic Science International*, 367, 112307. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2024.112307>
- Pirondo, A., Rojas, L., & Keller, H. A. (2023). La vivienda tradicional en la región de Iberá desde un enfoque etnobotánico: Aportes a la conservación biocultural. *Bonplandia*, 32(2), 133-146. <https://doi.org/10.30972/bon.3226739>
- Quezada, H. R. Z., Mendoza, B. V. P., Niveló, L. P. G., & Ulloa, G. B. Q. (2021). Etnobotánica y derechos de la naturaleza en el aja shuar: Caso de estudio parroquia Nankais, cantón Nangaritza, provincia Zamora Chinchipe, Ecuador. *Siembra*, 8(2), e3036-e3036. <https://doi.org/10.29166/siembra.v8i2.3036>
- Ramirez-Santos, A. G., Ravera, F., Rivera-Ferre, M. G., & Calvet-Nogués, M. (2023). Gendered traditional agroecological knowledge in agri-food systems: A systematic review. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 19(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s13002-023-00576-6>
- Vargas, I. (2025). La catalogación de los conocimientos tradicionales: Una estrategia para enfrentar la apropiación cultural. *Civitas: revista de Ciências Sociais*, 25(1), e46520-e46520. <https://doi.org/10.15448/1984-7289.2025.1.46520>
- Vizuite, M., Carrera-Oscullo, P., Barreno-Silva, N. D. L. M., Sánchez, M., Figueroa-Saavedra, H., & Moya, W. (2024). Agroecological alternatives for small and medium tropical crop farmers in the Ecuadorian Amazon for adaptation to climate change. *Agricultural Systems*, 218, 103998. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2024.103998>
- Vizuite, M. O., Figueroa, H. F., Barbaru, A. D., Zapata, H. A., Herrera, H. R., & Moya, W. (2024). Physio-edaphoclimatic factors show optimal soil suitability for three tropical crops in the Ecuadorian Amazon. *Scientia Agricola*, 81, e20220214. <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2022-0214>
- Yan, D., Zhang, Z., Luo, Q., & Yang, X. (2017). A Novel Mouse Segmentation Method Based on Dynamic Contrast Enhanced Micro-CT Images. *PLOS ONE*, 12(1), e0169424. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169424>

R or QGIS? A Case Study on Raster Analysis Efficiency in Agricultural Engineering Education

Alberto Macancela-Herrera^{1*}; Eduardo Tacuri-Espinoza²;
Lucía Lupercio-Novillo³; Mateo López-Espinoza⁴

Abstract

Geographic Information Systems (GIS) are essential in agricultural and environmental sciences, yet handling complex spatial data requires efficient, reproducible workflows. This study evaluated the operational efficiency and student perception of R (via R Markdown) versus QGIS for raster analysis. Fifty-two agronomic engineering students from the University of Cuenca completed a raster temperature extraction exercise using both platforms. Survey responses and completion times were analyzed using McNemar's tests, exact binomial tests, and generalized linear models. Results showed that exercise completion was significantly higher in R (98%) than in QGIS (87%; $P=0.031$). R demonstrated superior time efficiency, with 65% of students finishing within three minutes compared to only 29% in QGIS. Additionally, students reported significantly greater self-perceived understanding of the workflow when using R (71% vs. 29%; $P<0.01$). While preference for a primary GIS teaching platform was evenly split (QGIS 52%, R 48%; $P>0.05$), an overwhelming majority (96%; $P<0.001$) indicated they would adopt R as a complementary tool due to execution speed and workflow transparency. Although instructional format asymmetry presents a potential confounding factor, these findings demonstrate that integrating reproducible scripting environments into GIS education enhances computational efficiency, user confidence, and procedural clarity in raster processing.

Keywords: Rstudio, Rmarkdown, GIS, spatial analysis, learning, raster

¿R o QGIS? Un estudio de caso sobre la eficiencia del análisis de imágenes ráster en la enseñanza de ingeniería agronómica

Resumen

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son esenciales en las ciencias agrícolas y ambientales; sin embargo, el manejo de datos espaciales complejos requiere flujos de trabajo eficientes y reproducibles. Este estudio evaluó la eficiencia operativa y la percepción estudiantil de R (mediante R Markdown) frente a QGIS para el análisis ráster. Cincuenta y dos estudiantes de ingeniería agronómica de la Universidad de Cuenca completaron un ejercicio de extracción de temperatura ráster en ambas plataformas. Las respuestas de la encuesta y los tiempos de ejecución se analizaron mediante la prueba de McNemar, pruebas binomiales exactas y modelos lineales generalizados. Los resultados mostraron que la finalización del ejercicio fue significativamente mayor en R (98%) que en QGIS (87%; $P = 0.031$). R demostró mayor eficiencia temporal: el 65% de los estudiantes terminó en tres minutos o menos, frente a solo un 29% en QGIS. Además, los participantes reportaron una comprensión autopercebida del flujo de trabajo significativamente mayor al usar R (71% frente a 29%; $P < 0.01$). Aunque la preferencia por la plataforma principal de enseñanza estuvo dividida (QGIS 52%, R 48%; $P > 0.05$), una abrumadora mayoría (96%; $P < 0.001$) indicó que adoptaría R como herramienta complementaria debido a su rapidez de ejecución y transparencia metodológica. Aunque la asimetría del formato instruccional representa un potencial factor de confusión, estos hallazgos demuestran que integrar entornos de programación reproducibles en la educación SIG fortalece la eficiencia computacional, la confianza del usuario y la claridad procedimental.

Palabras clave: Rstudio, Rmarkdown, SIG, análisis espacial, aprendizaje, ráster

Recibido: 05 de mayo de 2026
Aceptado: 24 de agosto de 2026

¹ Laboratorio de Geomática, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador; Geoinformática, Agrociencias y Soluciones Sostenibles (G.R.A.S.S); Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador; alberto.macancelah@ucuenca.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0003-1461-4364>

² Laboratorio de Geomática, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador; Geoinformática, Agrociencias y Soluciones Sostenibles (G.R.A.S.S); Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador; eduardo.tacuri@ucuenca.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0002-4094-209X>

³ Laboratorio de Geomática, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador; Geoinformática, Agrociencias y Soluciones Sostenibles (G.R.A.S.S), Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador; lucia.lupercio@ucuenca.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0002-4798-6108>

⁴ Laboratorio de Geomática, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador; Geoinformática, Agrociencias y Soluciones Sostenibles (G.R.A.S.S), Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador; mateo.lopeze@ucuenca.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0002-6996-8701>

* Autor de correspondencia

I. INTRODUCTION

A Geographic Information System (GIS) comprises integrated hardware and software for storing, analyzing and displaying geographically referenced data. These systems enable the identification of spatial patterns, trends and relationships through validated spatial analysis (Scholten, 1990). GIS has become increasingly relevant in agriculture and environmental sciences, where advanced geospatial techniques are employed to monitor crop performance, assess vegetation dynamics and evaluate ecological parameters. Beyond scientific applications, GIS methodologies have also been adopted in marketing and business analytics to optimize spatial decision making (Turk et al., 2014; Li et al., 2024).

Specialized programs now include tools to download, visualize, analyze and graph spatial information (Zhou, 2025). Among these, QGIS (Quantum GIS) is a widely used open-source desktop GIS. It benefits from a global community that continuously contributes to its development, documentation and technical support. Its integrated interface enhances usability, making it accessible to both novice and advanced users. The extensive collection of functions, tools and plugins makes QGIS a powerful platform (Li et al., 2024). Nevertheless, several users have reported problems with layer alignment, software performance and interface glitches, which can be counterproductive when managing large raster datasets (Wu et al., 2024).

The incorporation of programming languages into GIS education has become increasingly important as spatial datasets continue to grow in size, complexity and diversity. Traditional graphical GIS interfaces are highly valuable for visualization and exploratory analysis; however, they may become inefficient when repetitive operations, large raster collections or automated workflows are required. In this context, learning programming languages such as R provides students and professionals with the ability to create reproducible, transparent and scalable geospatial analyses (Pebesma and Bivand, 2023). Through scripting, users can document every analytical step, reducing human error and facilitating replication of results by other researchers.

R is a high-level programming language originally developed for statistical analysis. Its application in

GIS and spatial analysis has expanded considerably due to the development of specialized packages that integrate geospatial functionalities (Saqr and López Pernas, 2024). R is now regarded as one of the most important tools for statistical and spatial data analysis and has become essential in research and general data processing workflows (Parra et al., 2023; Graser et al., 2025; Tucker et al., 2023). Compared with integrated GIS platforms such as QGIS or ArcGIS Pro, R often requires fewer computational resources, making it a more efficient alternative for large scale raster processing and spatial modelling (Nguyen Tien et al., 2019). In addition, R integrates data acquisition, preprocessing, spatial analysis, statistical modelling and visualization within a single environment. Packages such as *terra*, *sf*, *tidyverse* and *ggplot2* allow efficient manipulation of raster and vector data while maintaining compatibility with modern data science workflows (Hijmans, 2025; Pebesma, 2018; Wickham et al., 2019). This integration is particularly advantageous in agricultural engineering, where spatial information is frequently combined with experimental, climatic and socioeconomic datasets. Furthermore, learning R promotes coding skills that can be transferred to other programming environments, thereby strengthening students' computational thinking, analytical reasoning and problem-solving abilities in GIS applications.

Raster data are digital images composed of grids of cells or pixels that collectively form an overall image. Raster resolution depends on pixel size; therefore, the smaller the pixel, the higher the resolution. Each pixel possesses a value determined by the information contained in the image (Poynton, 2003). Contemporary raster datasets originate from diverse sources, including satellite imagery, orthophotographs, unmanned aerial vehicles (UAVs) and digital elevation models (DEMs), all of which are fundamental inputs for geospatial analysis and environmental monitoring (Singla et al., 2021). The use of raster data in agriculture and ecology has increased because of the wide availability of raster sources (Steiniger et al., 2017). One specific application is the calculation and analysis of vegetation indices, which help improve crop management by identifying stress, disease or nutrient deficiency (Rasul et al., 2020). Another important use is in climate studies,

where raster data model climatic conditions for agriculture, biodiversity and climate change research (Martin Gomez and Bartolome Muñoz de Luna, 2023).

From an educational perspective, the use of programming languages encourages active learning. Instead of following only predefined graphical procedures, students must understand the logical sequence of the analysis, the structure of spatial objects and the relationships between inputs and outputs. Previous studies have shown that programming-based instruction can improve analytical reasoning, autonomy and long-term retention of methodological concepts (Tucker et al., 2023). In GIS, this means that students not only learn how to generate maps but also how to design workflows capable of processing hundreds of spatial layers automatically. Another relevant advantage is that R is free and open source, which facilitates its adoption in universities with limited economic resources and promotes equitable access to advanced geospatial tools. Consequently, integrating R and other programming languages into GIS curricula may strengthen both technical competencies and research capacity in future agricultural and environmental professionals.

In this context, R offers the facility to download raster data from multiple repositories using, in most cases, only one line of code (Giofandi et al., 2023). We hypothesized that the R Markdown workflow would enable students to complete the raster extraction exercise more efficiently (higher completion rates and shorter times) and with greater perceived understanding than the QGIS handbook-based workflow. We interpret efficiency and comprehension as outcomes associated with the scripted, scaffolded nature of the R environment, rather than as inherent properties of the R software itself. Based on our findings, we propose that incorporating R and similar scripted tools as complementary resources in GIS curricula can enhance reproducibility and analytical clarity, while supplementary coding instruction is needed to address syntax-related challenges.

II. MATERIALS AND METHODS

Data Collection

Students of agronomical engineering at the University of Cuenca performed the exercise in QGIS

and R programs. Subsequently, a questionnaire was administered during August 2025. Participation required students to meet three criteria: (i) completion or current enrollment in courses related to GIS, topography, or precision farming, and (ii) prior experience with at least one geospatial software package (QGIS, ArcMap, ArcGIS Pro) and (iii) understand the logic behind code generation to R programming language. A methodological handbook for QGIS was developed to guide students through the exercise. In parallel, an R Markdown was developed to replicate the same process, detailing each line of code. This approach was intended to help students associate new GIS code with statistical code learned previously (statistics and experimental design). We received survey results from 52 students to perform results. The order in which students performed the exercises was not predetermined; each participant independently decided whether to begin with R or QGIS. Consequently, the sequence of execution varied across students and was dependent on individual choice.

R and QGIS exercise

R and QGIS were software used to carry out the extraction of pixel value from raster. It was necessary to use a raster temperature average image from Ecuador, which was downloaded from the database WorldClim with 0.5 min arc pixel size (~ 1 km). In general, the exercise consisted of: 1) download raster data, 2) save raster data (step 1 and 2 were not evaluated for the questionnaire), 3) open raster file, 4) visualize raster, 5) georeferenced, 6) extract raster values using points from a data frame, 7) create a database in .csv file. For QGIS exercise, the raster was downloaded directly from WorldClim (www.worldclim.org) using a search engine. The remaining procedure basic function from QGIS was executed. On the other hand, for R program the raster download was carried out in the same script, although, last process mentioned was not evaluated. The students must identify, understand and execute every step for both programs. We recommend using the last version of RStudio and QGIS LTR 3.40.

Exercise survey

The questionnaire elaborated to validate the use of R included 8 questions. All these have a relation

with QGIS and R programs because of the raster exercise. With the results of the questionnaire, we searched for validating students' use of R. Below are the questions that were part of the survey:

1. Are you familiar with the software?
2. Were you able to complete the exercise?
3. Was it complicated for you to use the software?
4. If your last answer was yes, what is the reason?
5. How long did it take you to complete the exercise?
6. In which software did you best understand the procedure to extract raster image data?
7. What software would you use as the main tool for GIS?
8. Would you use R as complementary software and why?

Data analysis

A survey consisting of eight questions was designed through Google Forms. From the analysis of the questionnaire results, we calculated the percentages for each question. Of the eight survey questions, only Questions 6 and 7 were subjected to inferential analysis using generalized linear models (GLMs) with a binomial distribution, because these questions directly addressed the primary comparative objectives of the study: students' perceived understanding of the raster extraction procedure and their preferred software for GIS applications. The remaining questions (1–5 and 8) were analyzed descriptively because they were intended primarily to characterize previous familiarity, task completion, perceived difficulty, completion time, and willingness to use R as a complementary tool. Thus, percentages were considered sufficient to describe these aspects of the participants' experience, whereas Questions 6 and 7 allowed direct comparison of categorical responses between R and QGIS. exercise completion

rates (Question 2) were additionally compared between R and QGIS using McNemar's test for paired binary outcomes, given that each student completed the exercise under both conditions. Willingness to adopt R as a complementary tool (Question 8) was evaluated against a null expectation of 50% using an exact binomial test. In addition, bar plots were generated to visually represent the percentage-based responses. All data management and graphics were obtained through R with the ggplot2 library (R Core Team, 2026).

III. RESULTS

According to the initial survey question, all students reported familiarity with QGIS, whereas only two respondents indicated that they were not familiar with R (Figure 1a). After the execution of the exercise, we found an interesting result: 98% of participants successfully completed the raster extraction exercise in R using the R Markdown script, a percentage significantly higher than the 87% obtained for QGIS (McNemar's test, $P = 0.031$; Figure 1b). Likewise, 15% of the students indicated that they experienced difficulties completing the extraction of raster values with both software packages (Figure 1c). The principal reasons are presented in Figure 1d. For QGIS, the main limitation was related to the graphical interface, followed by difficulties associated with the coordinate reference system (CRS), software lag, and the identification of appropriate tools for the procedure. In contrast, for R, the reported difficulties were mainly associated with coding syntax and compatibility issues related to the RStudio version. Despite these challenges, the higher completion rate observed in R suggests that the scripted and sequential workflow provided by R Markdown facilitated a more standardized and reproducible execution of the raster analysis among participants.

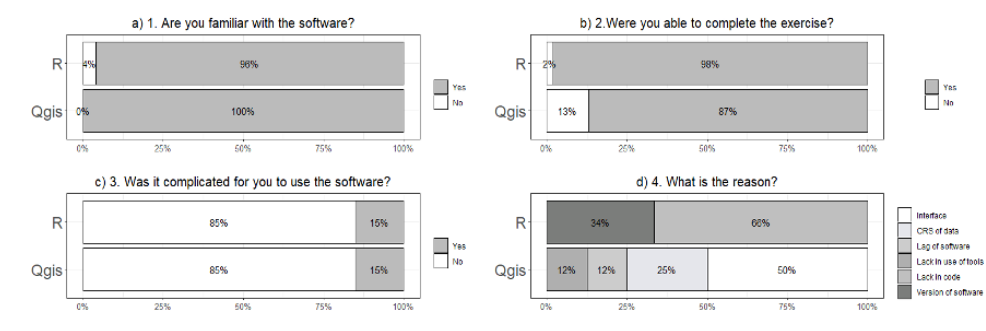


Figure 1. Software familiarity, exercise completion, perceived difficulty, and reported operational obstacles for R and QGIS (n = 52). a) Prior software familiarity. b) Workflow completion rates. c) Perceived operational difficulty. d) Categorization of primary obstacles encountered in each platform.

The time required to complete the raster extraction exercise differed between the two software environments and was lower when using the R Markdown script than when using QGIS (Figure 2a). For the R/R Markdown workflow, 15% of students completed the exercise in approximately one minute, 50% in approximately three minutes, 31% in approximately five minutes, and 4% required more than five minutes. In contrast, students using QGIS generally required approximately five minutes or more to complete the exercise, with a greater proportion of participants requiring more than five minutes compared with the R workflow. These results indicate that the R was associated with shorter and more homogeneous completion times

under the instructional conditions evaluated in this study. However, this difference should be interpreted considering the different levels of instructional guidance provided for each software environment. Furthermore, Figure 2b shows that a significantly greater proportion of students reported a better understanding of the extraction process when using R than when using QGIS ($P < 0.01$). These findings suggest that the sequential and reproducible structure provided by R Markdown was associated with lower execution times and higher self-reported understanding of the analytical workflow and the relationship between each processing step and the final raster output.

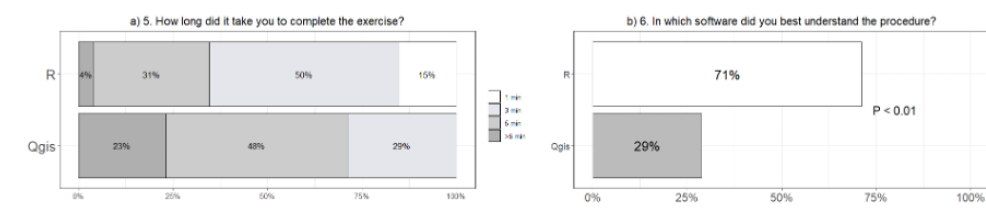


Figure 2. Operational efficiency and self-perceived understanding of raster processing in R and QGIS (n = 52). a) Distribution of exercise completion times across four time intervals (1, 3, 5, and >5 min). b) Proportion of students reporting higher self-perceived comprehension of the analytical workflow by software platform ($P < 0.01$).

Responses to Question 7 (Figure 3a) revealed that the comparison between QGIS and R was not statistically significant ($P > 0.05$), indicating that both software packages showed similar levels of acceptance among the evaluated students. Specifically, 52% of participants preferred QGIS as the primary software for GIS classes, whereas 48% selected R. This result is particularly noteworthy considering that, for most students, this was the

first experience using R for geospatial applications, suggesting a rapid adaptation to the programming-based workflow. The relatively balanced distribution of preferences indicates that students recognized the potential of R despite their limited prior exposure to spatial coding.

According to the final survey question, most respondents (96%) stated that they would use R as a complementary tool for GIS analysis (exact binomial

test, $P < 0.001$). The principal reason was the rapid execution of code, which represented 78% of the responses, followed by the simplicity of generating plots and presenting results (10%), and the greater clarity in understanding the analytical process (6%). Additional comments indicated that students valued the possibility of reproducing the entire workflow and modifying the analysis with minimal manual intervention. In contrast, the small proportion

of students who were not inclined to adopt R as complementary software mainly attributed their decision to difficulties related to coding logic, syntax, and limited experience with programming environments (Figure 3b). These results suggest that, although QGIS remains slightly preferred as the principal teaching platform, students perceive substantial advantages in incorporating R into GIS-based analytical workflows.

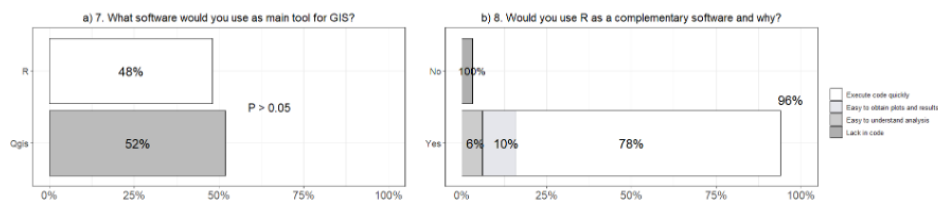


Figure 3. Student platform selection for primary GIS instruction and complementary tool adoption. a) Preferred primary GIS software selection. b) Willingness to adopt R as a complementary GIS tool partitioned by underlying motivations.

In addition to the completion time, the distribution of responses suggests a more homogeneous performance among students when using R. Most participants completed the exercise within a narrow time range, indicating lower variability in execution compared with QGIS, where completion times were more dispersed. This pattern may reflect the standardized workflow provided by the R Markdown script, which guided students through each analytical step in a sequential and reproducible manner. Furthermore, the higher success rate observed in R was achieved even though most students had no previous experience applying R to geospatial analyses, suggesting that the scripted environment reduced operational uncertainty during raster extraction. The questionnaire also revealed that difficulties associated with QGIS were primarily related to interface management and coordinate reference system handling, whereas challenges in R were mainly associated with coding syntax and software version compatibility. These results indicate that the obstacles encountered in QGIS were predominantly procedural, while those in R were technical and potentially easier to overcome through additional programming practice. Overall, the findings support the interpretation that R not only improved efficiency but also promoted a more consistent and reproducible execution of the raster analysis workflow among participants.

IV. DISCUSSION

A critical methodological consideration must be addressed upfront when interpreting the findings of this study. The comparison between R and QGIS was confounded by a structural asymmetry in the instructional materials provided for each software environment. Specifically, the R Markdown script guided students through each analytical step in a fully sequential, executable format, whereas the QGIS handbook provided written instructions that required students to independently locate and execute each tool within the graphical interface. This asymmetry in the level of instructional scaffolding likely contributed to the higher completion rates, shorter execution times, and greater self-perceived understanding observed in the R workflow, independent of any inherent advantage of the software itself.

Therefore, we frame our conclusions not in terms of R versus QGIS as software platforms, but rather in terms of scripted, reproducible workflows versus manual GUI-based workflows. The scripted environment reduced operational uncertainty, provided immediate feedback, and explicitly documented each analytical step pedagogical features that can improve student performance regardless of the underlying software. This distinction is essential for correctly interpreting our results and for designing future comparative studies.

Future research should consider standardizing the instructional format across platforms (e.g., equally detailed step-by-step guides for both QGIS and R) or using a counterbalanced design to isolate the effect of the software from the effect of the guidance material.

Previous research

Bearing this limitation in mind, our findings indicate that the R Markdown workflow was associated with greater efficiency than the QGIS handbook-based workflow for extracting pixel values in basic raster exercises. This supports the growing body of literature that highlights the advantages of programming-based workflows for spatial analysis (Pebesma and Bivand, 2023). The higher completion rate and shorter execution time observed in our study suggest that scripted environments can reduce operational complexity and improve consistency during geospatial procedures. In addition, the use of R Markdown enhanced students' comprehension by providing a transparent and reproducible workflow in which every analytical step was explicitly documented.

Reproducibility is increasingly recognized as a fundamental principle in spatial and environmental research, and scripting languages such as R facilitate the replication, verification, and extension of analyses (Pebesma and Bivand, 2023). The ability to download, preprocess, analyze, and visualize raster data within a single computational environment also represents a substantial advantage for agricultural and environmental applications, where large datasets are frequently used (Nguyen Tien et al., 2019). Previous studies have recommended the use of programming languages for handling extensive raster information because they allow automation of repetitive tasks and reduce the limitations associated with manual graphical workflows (Giofandi et al., 2023; Zhou et al., 2018).

Our results are consistent with previous studies reporting that programming-based approaches provide greater efficiency and reproducibility for spatial analysis than conventional graphical GIS workflows. Nguyen Tien et al. (2019) demonstrated that R offers high versatility for processing large geospatial datasets, particularly in environmental and agricultural applications. Similarly, Pebesma and Bivand (2023) emphasised that scripting-based

workflows improve transparency, scalability, and reproducibility compared with manual operations in desktop GIS software. In educational contexts, Tucker et al. (2023) showed that learning R strengthens analytical reasoning and data management skills.

Moreover, the availability of specialized packages has considerably expanded the capacity of R for efficient raster and vector processing. Although none of the participants had prior experience using R for GIS applications, nearly half selected it as their preferred tool, suggesting that well-designed coding environments may facilitate the adoption of programming approaches even among novice geospatial users. R is a flexible and powerful statistical software environment widely applied to GIS analysis, and it has been increasingly adopted by researchers, professionals, and students across the social sciences, humanities, and STEM disciplines (Tucker et al., 2023). R has been specialized in spatial analysis due to the development of libraries (e.g., raster or terra), facilitating the operation of raster images (Hijmans, 2020). Several important research projects have used R and these libraries to obtain results for agriculture, climate, and vegetation health (Nguyen Tien et al., 2019). In Peru, the introduction of programming languages in public universities revealed efficiency for topics that involve mathematics (Paucar-Curasma et al., 2023). According to our survey results, the R Markdown workflow was associated with shorter execution times, and participants reported higher self-perceived comprehension of the extraction procedure compared with QGIS.

Broader Educational and Research Context

Earlier research has shown that students who engage with programming languages achieve higher academic performance in lectures, largely due to their enhanced problem-solving capacity and skill development (Cuevas et al., 2025). This finding is particularly relevant in the context of our study, where the scripted R workflow appears to have facilitated not only task completion but also a clearer understanding of the analytical process. Furthermore, from 1996 to 2022, scientific production in Europe increased considerably; this phenomenon responds mainly to reforms that occurred 20 years ago within the higher education system of the European Union

(Knutas et al., 2021). Notably, a key finding of that trend was the higher rate of scientific publication among researchers who developed the capability to utilize a programming language. In this regard, our study specifically highlights the use of R (Martin Gomez and Bartolome Muñoz de Luna, 2023), suggesting that this programming language has the potential to develop inherent abilities for future research among students who employ R as a resource for data and spatial analysis. Thus, integrating R into GIS education may not only improve immediate task performance but also foster long-term research capacities and scholarly output.

Pedagogical Challenges and Implications for GIS Education

Despite the growing relevance of programming languages in geospatial sciences, the incorporation of R into GIS education continues to present important pedagogical challenges. Previous studies have reported that students frequently experience difficulties when transitioning from graphical interfaces to code-based analytical environments, particularly because programming requires the simultaneous understanding of syntax, logical structures, data organization, and analytical reasoning (Pavlenko et al., 2022). These cognitive demands are often intensified in spatial analysis, where students must also comprehend coordinate systems, raster and vector structures, and the sequential nature of geoprocessing workflows. Consequently, high levels of frustration, reduced self-confidence, and lower persistence have been documented in introductory programming courses (Mladenović et al., 2017). Educational research suggests that these difficulties can be mitigated through scaffolded instruction, guided practice, and interactive learning activities that progressively connect theoretical concepts with practical applications (Portella-Cleves and Rodríguez-Hernández, 2024).

In our study, the use of an R Markdown script functioned as a structured learning support, allowing students to visualize each command and immediately observe its effect on the raster analysis. This step-by-step approach likely reduced cognitive overload and facilitated the comprehension of geospatial procedures, reinforcing the value of reproducible and guided programming

environments in GIS education. Furthermore, the challenges identified by participants regarding R syntax and coding should not be interpreted solely as limitations of the software, but rather as indicators of insufficient exposure to computational thinking within traditional GIS curricula. Son et al. (2021) emphasized that meaningful learning in quantitative disciplines is strengthened when students repeatedly apply concepts through practical exercises, feedback, and reflection. Similarly, Tucker et al. (2023) demonstrated that teaching with R promotes deeper analytical understanding and long-term skill development when programming activities are integrated progressively into coursework.

In the context, students were already familiar with R for statistical purposes, yet they had limited experience applying it to geospatial problems. This distinction is important because spatial programming involves additional competencies, including the manipulation of spatial objects, coordinate reference systems, and raster operations. Therefore, reinforcing R training through complementary workshops, interactive tutorials, and project-based GIS exercises may improve both technical proficiency and conceptual understanding. Such strategies could help students overcome initial barriers to coding while simultaneously strengthening their capacity to conduct efficient, reproducible, and scientifically rigorous spatial analyses, which are increasingly required in agricultural, environmental, and climate-related research (Pebesma and Bivand, 2023).

A major limitation of R and other programming languages in GIS education is the steep learning curve faced by university students, particularly those in agronomical engineering programs. Many students have limited prior exposure to coding, algorithmic thinking, and data structures, which can generate anxiety, frustration, and reduced motivation during spatial analysis exercises (Pavlenko et al., 2022). In addition, agronomical students often prefer field-based and applied activities, making abstract programming concepts more difficult to assimilate. Challenges related to syntax, package management, debugging, and coordinate reference systems may further hinder learning, emphasizing the need for gradual, practice-oriented, and interdisciplinary teaching strategies (Tucker et al., 2023; Son et al.,

2021).

Additional Limitations and Future Research

Beyond the instructional confound discussed above, several other methodological limitations must be acknowledged when interpreting the findings. First, the sample size was relatively small ($n = 52$) and restricted to agronomic engineering students at a single institution, which may limit the generalizability of the results to other academic programs, skill levels, or institutional contexts. Second, the evaluation was confined to a single raster temperature extraction exercise; thus, performance and software acceptance may differ when executing other geospatial workflows, such as vector processing, spatial interpolation, or complex multi-criteria analyses. Third, the exercise execution order was not randomized or counterbalanced; participants independently decided whether to start with R or QGIS, introducing potential sequence, fatigue, or cross-platform learning transfer effects. Finally, key outcome variables specifically process understanding and operational difficulty were measured strictly through self-reported survey responses rather than objective pre- and post-instructional knowledge assessments. While self-perceived clarity provides valuable insights into user confidence and workflow transparency, it does not directly capture verified conceptual retention or skill acquisition, as lower operational friction in scripted environments may artificially elevate perceived comprehension.

Consequently, future research should implement randomized, counterbalanced designs across multi-institutional cohorts, employ standardized instructional materials, and incorporate objective pre- and post-exercise conceptual evaluations to isolate intrinsic software capabilities from pedagogical formatting and rigorously quantify actual learning gains in geospatial education. Longitudinal studies would also be valuable to assess long-term retention and skill transfer.

Practical Recommendations for Educators

Based on our findings and their limitations, we recommend that GIS educators adopt R Markdown or equivalent scripted tools to create transparent, reproducible, and modifiable workflows, while providing scaffolded scripts that students can

progressively modify as their skills develop. A blended instructional approach combining GUI based QGIS for intuitive visualization with code based R for automation and reproducibility is advocated to leverage the strengths of both environments. Supplementary coding support through workshops, tutorials, and office hours should address syntax and debugging challenges, which students identified as primary barriers. Finally, we encourage using R for reproducibility demanding assignments, such as research projects or theses, to reinforce best practices in scientific computing and better prepare students for data driven careers in agricultural and environmental sciences.

V. CONCLUSION

This study demonstrates that the R Markdown workflow was associated with higher completion rates, shorter execution times, and greater perceived understanding compared with the QGIS handbook-based approach. However, these advantages are substantially confounded by instructional asymmetry an executable script versus a static manual precluding any claim of inherent software superiority. Instead, our findings underscore the pedagogical value of scripted, reproducible workflows in GIS education. While 96% of students would adopt R as a complementary tool, primary preferences remained balanced (52% QGIS vs. 48% R), supporting a blended instructional model that combines intuitive visualization with code-based automation.

From an educational perspective, we recommend scaffolded R Markdown scripts to enhance transparency and reproducibility, complemented by workshops to address syntax and coding challenges identified as key barriers. Critically, the main obstacle was insufficient prior programming training, not R's geospatial functionality itself. Future studies should employ counterbalanced, multi-institutional designs with standardized materials and objective assessments to disentangle software effects from pedagogical formatting, thereby rigorously quantifying actual learning gains in agricultural and environmental spatial analysis education.

Acknowledgments

The authors are grateful to the students of

agronomical engineering of the University of Cuenca who participated in completing the exercise and questionnaire.

Conflict of interests

There is no type of conflict of interest related to the subject of the work.

Ethical consideration

In accordance with the ethical principles set forth in the Declaration of Helsinki, electronic informed consent was secured from all participants before administering the practical exercise and questionnaire. Students received comprehensive information regarding the study objectives, the voluntary character of their participation, and the complete anonymization of their responses. Crucially, participants were notified that opting in or out of the study would not influence their academic performance or standing in any manner.

Availability of deposited data:

The R markdown and data questionnaires are available from the corresponding author upon reasonable request.

VI. REFERENCES

- Cuevas, E. H., Zaldivar, D., and Perez, M. (2025). Impact of Programming Languages on Learning Performance. *International Journal of Information and Communication Technology Education*, 21(1), 1–17. <https://doi.org/10.4018/IJICTE.371419>
- Giofandi, E., Munibah, K., Kraugusteeliana, K., Novalinda, A., and Sekarrini, C. (2023). The Comparison of Vector and Raster Data for The Calculation of Landscape Environment Using a Geographic Information System Approach. *IT Journal Research and Development*, 7(2), 209–219. <https://doi.org/10.25299/itjrd.2023.10878>
- Graser, A., Sutton, T., y Bernasocchi, M. (2025). The QGIS project: Spatial without compromise. *Patterns*, 6(7), 101265. <https://doi.org/10.1016/j.patter.2025.101265>
- Hijmans, R. J. (2020). raster: Geographic Data Analysis and Modeling. R package version 3.4-5. <https://cran.r-project.org/package=raster>
- Hijmans, R. J. (2025). terra: Spatial data analysis (R package version 1.8-60). CRAN. <https://cran.r-project.org/web/packages/terra/index.html>
- Knutas, A., Hynninen, T., and Hujala, M. (2021). To Get Good Student Ratings should you only Teach Programming Courses? Investigation and Implications of Student Evaluations of Teaching in a Software Engineering Context. *Proceedings - International Conference on Software Engineering*, 253–260. <https://doi.org/10.1109/ICSE-SEET52601.2021.00035>
- Li, X., Yue, J., Wang, S., Luo, Y., Su, C., Zhou, J., Xu, D., and Lu, H. (2024). Development of Geographic Information System Architecture Feature Analysis and Evolution Trend Research. *Sustainability (Switzerland)*, 16(1). <https://doi.org/10.3390/su16010137>
- Martin Gomez, S., and Bartolome Muñoz de Luna, A. (2023). Systemic Review through Bibliometric Analysis with RStudio of Skills Learning to Favor the Employability of Its Graduates. *Trends in Higher Education*, 2(1), 101–122. <https://doi.org/10.3390/higheredu2010007>
- Mladenović, M., Krpan, D., and Mladenović, S. (2017). Learning programming from scratch. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2017(November Special Issue INTE), 419–427. <https://www.semanticscholar.org/paper/Learning-programming-from-Scratch-Mladenović-Krpan/7fc1de582f2fa9230b2c505ba07770adf347d5ef>
- Nguyen Tien, H., Nguyen Thi, H., and KOIKE, K. (2019). High versatility and potential of spatial data analysis with R programming. *Geoinformatics*, 30(1), 3–14. https://doi.org/10.6010/geoinformatics.30.1_3
- Parra, M. I., Sanjuán, E. L., Robustillo, M. C., and Pizarro, M. M. (2023). Using R for teaching and research. <http://arxiv.org/abs/2306.12200>
- Paucar-Curasma, R., Silveira, I. F., Rondon, D., Robles, Z. M. L., and Porras-Ccance, L. E. (2023). Analysis of the Teaching of Programming and Evaluation of Computational Thinking in Recently Admitted Students at a Public University in the Andean Region of Peru. *CEUR Workshop Proceedings*, 3353, 101–110.

<https://dspace.mackenzie.br/items/5b561733-5c90-44c6-8385-49bd7ace46b9>

Pavlenko, L., Pavlenko, M., Khomenko, V., and Mezhyuev, V. (2022). Application of R Programming Language in Learning Statistics. January, 62–72. <https://doi.org/10.5220/0010928500003364>

Pebesma, E. (2018). Simple features for R: Standardized support for spatial vector data. *The R Journal*, 10(1), 439–446.

Pebesma, E., and Bivand, R. (2023). Spatial data science: With applications in R. Chapman and Hall/CRC.

Portella-Cleves, J. E., and Rodríguez-Hernández, A. A. (2024). Enhancing Programming Education with an Active Learning Plan and Artificial Intelligence Integration. *Revista Facultad de Ingeniería (Rev. Fac. Ing.)*, 33(67), 2024. <https://doi.org/10.19053/01211129.v33.n67.2024.16328>

Poynton, C. (2003). 1 - Raster images. In C. B. T.-D. V. and H. Poynton (Ed.), *The Morgan Kaufmann Series in Computer Graphics* (pp. 1–16). Morgan Kaufmann. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-155860792-7/50067-7>

R Core Team. (2026). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.r-project.org/>

Rasul, A., Ibrahim, S., Onojeghuo, A. R., y Balzter, H. (2020). A trend analysis of leaf area index and land surface temperature and their relationship from global to local scale. *Land*, 9(10), 1–17. <https://doi.org/10.3390/land9100388>

Sagr, M., and López-Pernas, S. (2024). Learning Analytics Methods and Tutorials: A Practical Guide Using R. *Learning Analytics Methods and Tutorials: A Practical Guide Using R*, June, 1–736. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-54464-4>

Scholten, H. J. (1990). Application of geographical information systems in the Netherlands. *Kartografisch Tijdschrift*, 16(4), 27–36. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1949884/>

Singla, S., Eldawy, A., Diao, T., Mukhopadhyay, A., and Scudiero, E. (2021). Experimental study of big raster and vector database systems. *Proceedings - International Conference on Data Engineering*, 2021-April, 2243–2248. <https://doi.org/10.1109/ICDE51399.2021.00231>

Son, J. Y., Blake, A. B., Fries, L., and Stigler, J. W. (2021). Modeling First: Applying Learning Science to the Teaching of Introductory Statistics. *Journal of Statistics and Data Science Education*, 29(1), 4–21. <https://doi.org/10.1080/10691898.2020.1844106>

Steiniger, S., De La Fuente, H., Fuentes, C., Barton, J., and Muñoz, J. C. (2017). Building a geographic data repository for urban research with free software - Learning from Observatorio.Cedeus.Cl. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 42(4W2), 147–153. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-4-W2-147-2017>

Tucker, M. C., Shaw, S. T., Son, J. Y., and Stigler, J. W. (2023). Teaching Statistics and Data Analysis with R. *Journal of Statistics and Data Science Education*, 31(1), 18–32. <https://doi.org/10.1080/26939169.2022.2089410>

Turk, T., Kitapci, O., and Dortyol, I. T. (2014). The Usage of Geographical Information Systems (GIS) in the Marketing Decision Making Process: A Case Study for Determining Supermarket Locations. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 148(August), 227–235. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.07.038>

Wickham, H., Averick, M., Bryan, J., Chang, W., McGowan, L. D., François, R., Grolemund, G., Hayes, A., Henry, L., Hester, J., Kuhn, M., Pedersen, T. L., Miller, E., Bache, S. M., Müller, K., Ooms, J., Robinson, D., Seidel, D. P., Spinu, V., and Yutani, H. (2019). Welcome to the tidyverse. *Journal of Open Source Software*, 4(43), 1686.

Wu, J., Gan, W., Chao, H. C., and Yu, P. S. (2024). Geospatial Big Data: Survey and Challenges. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 17, 17007–17020.

<https://doi.org/10.1109/JSTARS.2024.3438376>

Zhou, C. (2025). Exploring future GIS visions in the era of the scientific and technological revolution. *Information Geography*, 1(1), 100007. <https://doi.org/10.1016/j.infgeo.2025.100007>

Zhou, G., Pan, Q., Yue, T., Wang, Q., Sha, H., Huang, S., and Liu, X. (2018). Vector and raster data storage based on morton code. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 42(3), 2523–2526. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives->

Recursos educativos digitales en el aprendizaje activo de las matemáticas

Felix Salvador Moreira Mendoza^{1*}; Eliécer F. Castillo Bravo

Resumen

Los recursos educativos digitales permiten llevar a cabo un proceso de enseñanza-aprendizaje dinámico y sobre todo activo de las matemáticas, integrando estos de manera significativa, donde los estudiantes aparte de adquirir información sobre los contenidos matemáticos, también participan activamente dentro del aula de clases. El objetivo general de este estudio fue analizar la percepción de los recursos educativos digitales en el aprendizaje activo de las matemáticas en estudiantes de bachillerato de la Unidad Educativa Fiscomisional Juan Montalvo. Se realizó el estudio bajo un enfoque mixto, con un diseño de investigación de tipo descriptiva, donde la población objeto de estudio estuvo conformada por 2 docentes y 300 estudiantes de bachillerato de la Unidad Educativa Fiscomisional Juan Montalvo de la ciudad de Manta, la muestra correspondiente fue de 169 estudiantes. Se aplicaron dos técnicas de recolección de datos, la primera una encuesta dirigida a los estudiantes y la segunda una entrevista semiestructurada que se realizó mediante un guion de preguntas a los docentes que imparten la asignatura en los cursos de bachillerato. Los resultados mostraron que un 65.7% de los encuestados considera que su aprendizaje mejora cuando el docente utiliza recursos educativos digitales, y es que les permite aprender de manera dinámica, autónoma y a un ritmo propio. En definitiva, el uso de recursos educativos digitales fomenta un aprendizaje activo de las matemáticas derivando así en una percepción positiva, debido a que, mediante recursos tecnológicos, es posible que cada estudiante participe de una manera activa y motivada.

Palabras claves: Recursos educativos digitales, aprendizaje activo, matemáticas, tecnología educativa, bachillerato.

Digital educational resources in active learning of mathematics

Abstract

Digital educational resources facilitate a dynamic and above all, active teaching-learning process for mathematics by integrating these tools meaningfully; this allows students not only to acquire information regarding mathematical content but also to participate actively in the classroom. The general objective of this study was to analyze high school students' perceptions regarding the role of digital educational resources in the active learning of mathematics at the Juan Montalvo Fiscomisional Educational Unit. The study employed a mixed-methods approach with a descriptive research design; the target population consisted of two teachers and 300 high school students from the Juan Montalvo Fiscomisional Educational Unit in the city of Manta, with a sample size of 169 students. Two data collection techniques were used: a survey administered to students and a semi-structured interview conducted with the teachers who teach the subject at the high school level, using a prepared question guide. The results showed that 65.7% of respondents believe their learning improves when teachers use digital educational resources, as these tools enable them to learn dynamically, autonomously, and at their own pace. Ultimately, the use of digital educational resources fosters active learning in mathematics and leads to a positive perception, as technological resources allow each student to participate actively and with greater motivation.

Keywords: Digital educational resources, active learning, mathematics, educational technology, high school.

Recibido: 10 de junio de 2026
Aceptado: 25 de agosto de 2026

¹ Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Estudiante de la Maestría en Educación con mención en Innovaciones Pedagógicas, Chone - Ecuador; felix.moreira@pg.uleam.edu.ec; <https://orcid.org/0009-0004-5229-3981>

² Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Docente de la Maestría en Educación con mención en Innovaciones Pedagógicas, Chone - Ecuador; eliecer.castillo@uleam.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0003-0108-7526>

I. INTRODUCCIÓN

El aprendizaje activo es una metodología que, con el pasar de los años ha ido tomando fuerza, donde el estudiante es el actor principal de su conocimiento, haciendo uso de diferentes tipos de actividades que le permitan desarrollar el pensamiento crítico y la resolución de problemas enfocados en la vida cotidiana. A nivel mundial el uso de la tecnología ha ido avanzado, dando paso a que la educación sufra cambios, donde los docentes deben ir actualizando sus conocimientos, metodologías, estrategias de enseñanza, para ir incorporando recursos educativos digitales que permitan llevar a cabo un proceso de enseñanza-aprendizaje dinámico y sobre todo activo de las matemáticas, integrando estos de manera significativa, y es que los estudiantes aparte de adquirir información sobre los contenidos matemáticos, también participan activamente dentro del aula de clases.

Estudios previos como los de Toapanta & Yugcha (2023) han señalado que los recursos digitales como videos, blogs, presentaciones, etc., permiten mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, debido a que el docente puede enseñar de manera innovadora, logrando que los estudiantes desarrollen el razonamiento lógico, crítico y reflexivo, a través del fortalecimiento de contenidos que se imparten en el aula de clases, reforzando así en su mayoría el aprendizaje e incentivando siempre la autonomía en los estudiantes.

Por su parte, Asqui (2024) en su trabajo de investigación concluye que, los recursos digitales cambian la manera de enseñar la asignatura de matemáticas, considerando que se deja de lado aquella enseñanza mecánica de procedimientos, buscando nuevas formas de comprender aquellos conceptos abstractos, fomentando siempre la motivación y el compromiso en cada uno de los estudiantes, siendo preparados así para una sociedad cambiante, que se va actualizando y digitalizando cada vez más.

En algunas instituciones educativas de la provincia de Manabí se cuenta con recursos educativos tecnológicos, sin embargo, existe una brecha de conocimiento, debido a que se sabe poco sobre si su implementación ha dado resultado para fomentar el aprendizaje activo de las matemáticas, esto específicamente en bachillerato, de esta manera

surge la pregunta de investigación: ¿Qué percepción tienen los estudiantes y docentes de bachillerato sobre el uso de recursos educativos digitales para favorecer el aprendizaje activo de las matemáticas en la Unidad Educativa Fiscomisional Juan Montalvo?, siendo importante que aquellas instituciones educativas que disponen de recursos educativos digitales hagan uso de estos, teniendo en cuenta que muchos docentes carecen de estrategias didácticas para implementar estos recursos, lo que hace que su potencial se vea limitado al momento de enseñar la asignatura de una manera distinta.

El presente estudio se justifica porque responde a la necesidad de saber si las clases de matemáticas con recursos educativos digitales benefician a que se genere un aprendizaje activo, donde la comprensión de cada contenido sea más profunda, haciendo que el estudiante explore, pruebe métodos, resuelve problemas y que reflexione sobre cada resultado al que llega, promoviendo así la inclusión de acuerdo con los diferentes estilos de aprendizajes y las necesidades educativas que puedan existir dentro del aula de clases.

El objetivo general de este estudio es analizar la percepción de los recursos educativos digitales en el aprendizaje activo de las matemáticas en estudiantes de bachillerato de la Unidad Educativa Fiscomisional Juan Montalvo, teniendo como tareas de investigación: Identificar los recursos educativos digitales más utilizados para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Determinar la percepción docente y estudiantil con base a la metodología educativa centrada en los recursos digitales en el aprendizaje activo de las matemáticas. Comparar la percepción de los recursos educativos digitales en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, según el nivel educativo de docentes y estudiantes.

Los beneficiarios de esta investigación serán los estudiantes de la Unidad Educativa Fiscomisional Juan Montalvo, y los docentes de la asignatura de matemáticas, por otro lado, los beneficiarios indirectos serán los padres de familia, los directivos y otras instituciones educativas, ya que no participan en la investigación, pero pueden beneficiarse.

Revisión de la Literatura.

Recursos Educativos Digitales en el Contexto Escolar.

En el ámbito educativo los recursos educativos digitales según Mora (2024) representan una herramienta didáctica que puede ser utilizada como medio para la construcción del conocimiento matemático. Se trata de medios elaborados con diferentes intenciones formativas, que son empleados para dar soporte a los diferentes escenarios que son creados por los docentes (p.3), es decir que, mediante esto se fomenta la autonomía de los estudiantes, sin embargo, para Marín-Suelves et al. (2022) “promover un modelo de enseñanza que haga un uso efectivo de los recursos educativos digitales requiere, en primer lugar, detectar y estudiar las necesidades del profesorado y de su alumnado”(p.47).

Estos recursos educativos digitales poseen ventajas significativas, que motivan al estudiante ofreciéndole nuevas maneras de aprender, a través de formatos animados, tutoriales, plataformas, que permiten comprender los procesos de una mejor manera, debido a que incluso se generan simulaciones de situaciones de la vida cotidiana, donde el estudiante obtiene un cierto grado de control sobre el proceso de aprendizaje, fomentando así la autonomía en ellos. (Montecé et al., 2023).

Algunos recursos educativos digitales son:

Pizarras digitales interactivas. – Son pantallas táctiles que reemplazan a las pizarras que comúnmente se utilizan en el aula de clases, estas permiten escribir, dibujar, hacer uso de recursos multimedia e incluso de páginas web, de una manera interactiva. Con relación a esto, Fernández (2022) asegura que “los beneficios no solo se limitan al docente sino también para los alumnos, estos se ven más motivados a participar, la participación es más rápida permitiéndoles tener mayor cantidad de intervenciones” (p.17). Sin duda alguna, estas pizarras permiten que las clases de matemáticas sean dinámicas, donde el docente y el estudiante pueden resolver problemas en conjunto, combinando de esta forma hardware y software para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Software educativo. – Se consideran como programas informáticos que ayudan a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje y es que como mencionan Delgado & Cuellar (2021) “el uso del software educativo de forma general contribuye al desarrollo de habilidades docentes y organizativas” (p.5). Dicho de otro modo, mediante estos, el

docente puede planificar sus clases de manera clara e interactiva, haciendo uso de la innovación pedagógica, donde se fomenta el aprendizaje colaborativo y también el autónomo, para que así los estudiantes sean quienes participen activamente, teniendo en cuenta que el docente debe adaptar o personalizar la enseñanza para cada uno de sus educandos.

Existe variedad de software educativos, cuya implementación va a depender del objetivo con el que se desee utilizar, de esta manera algunos ejemplos son:

- Khan Academy Kids. – Son tutoriales de actividades dirigidas a niños.
- Quizizz o Kahoot! .- Permiten reforzar habilidades en los estudiantes, donde ellos practican o rinden evaluaciones de manera interactiva o gamificada.
- PhET Interactive Simulations. – Es un simulador que permite entender mejor aquellos conceptos abstractos de asignaturas como matemáticas.

Plataformas de aprendizaje. – “Las plataformas educativas permiten al docente crear un espacio virtual, donde se configuran herramientas y recursos digitales necesarios para desarrollar el proceso de enseñanza y de aprendizaje, más aún en la virtualidad o educación en línea” (Morán-González & Gallegos-Macías, 2021).

Con respecto a lo mencionado por estos autores, cabe mencionar que estas plataformas se pueden utilizar en la educación presencial también, porque permiten al docente gestionar recursos y actividades académicas, de este modo, algunos ejemplos de estas son: Moodle, Canvas, cursos masivos como edX, algunas plataformas que brindan material digital de apoyo para las clases o incluso colaborativas como Zoom, Google Classroom o Microsoft Teams.

Recursos multimedia. – En el ámbito educativo se consideran como recursos multimedia a aquellos materiales como texto, imagen, audio, video y animación, que son utilizados por el docente para impartir los contenidos y por el estudiante para adquirir ese conocimiento de una manera no tradicional.

Los recursos multimedia pueden adaptarse a diferentes estilos de aprendizaje, lo que permite a los estudiantes abordar los contenidos desde diferentes

perspectivas y encontrar la forma que mejor se ajuste a sus necesidades individuales. Asimismo, el uso de recursos multimedia puede fomentar la creatividad y el pensamiento crítico en los estudiantes, ya que les brinda la oportunidad de resolver problemas de manera innovadora y reflexionar sobre sus propias estrategias (Quintana et al., 2024,p.3).

Juegos matemáticos en línea. – Son actividades que se realizan mediante juegos, para así aprender matemáticas de una manera distinta, para esto los estudiantes necesitan recursos como un celular o una computadora, para así ingresar a las páginas web o aplicaciones para reforzar aquellos contenidos que se imparten en el aula de clases. En este sentido, Bedón & Cedeño (2023) en su estudio concluyen que los estudiantes a través del uso de los juegos en línea pueden ser capaces de ser autónomos, de estimular desarrollo cognitivo y sobre todo de mejorar la lógica matemática.

Aprendizaje Activo en la Enseñanza de las Matemáticas.

Para Márquez (2021) el aprendizaje activo se genera cuando los estudiantes pasan de la parte conceptual a la parte práctica, por su parte para Fernández M. (2021) sucede cuando el estudiante se ve en la necesidad de dialogar, investigar, crear y compartir, ideas, experiencias o conocimiento. A esto Robles et al. (2024) añaden que el aprendizaje activo se centra en el estudiante teniendo un enfoque profundo y duradero, dejando de lado lo tradicional como la memorización o la repetición de la información, donde deben aprender cuando se involucran activamente en el proceso, es decir deben dejar de ser elementos pasivos del aprendizaje.

Sin duda alguna, el aprendizaje activo es considerado como un enfoque o modelo donde los estudiantes participan directamente durante todo el proceso de enseñanza- aprendizaje, dejando de lado los métodos tradicionales para que el estudiante sea el centro de atención del proceso educativo, considerando que serán capaces de realizar diferentes actividades como interactuar, analizar, aplicar o reflexionar sobre cada uno de los contenidos que aprenden cuando el docente imparte sus clases o cuando hace uso de la autonomía.

Las metodologías del aprendizaje activo buscan que los estudiantes aprendan de manera más

efectiva, debido a que están siendo parte del proceso educativo, dejando de lado la simple transmisión de conocimientos y enfocándose directamente en la participación activa de cada alumno, fomentando así una educación dinámica y sobre todo participativa (Bell et al., 2023).

En la asignatura de matemáticas, el aprendizaje activo promueve el pensamiento crítico y la resolución de problemas, como mencionan Jimpikit et al. (2024), este se desarrolla gracias a la implementación de estrategias efectivas entre el docente y el estudiante, siendo este último el actor principal de este proceso, para lograr pensar de forma crítica, teniendo en cuenta los contenidos o teorías aprendidos en clases.

Cabe señalar que el aprendizaje activo en la asignatura de matemáticas se enfoca en la participación y colaboración directa de los estudiantes, donde el docente puede organizar actividades a través de diversas estrategias, como el trabajo en grupo, resolución de ejercicios prácticos, entre otras más, permitiéndoles enfocarse en situaciones de la vida cotidiana, para que de esta manera relacionen los conceptos con lo que puede suceder en la sociedad, logrando de esta forma un aprendizaje profundo y sobre todo significativo, entendiendo que las matemáticas sirven en todo momento, ya sea en la vida cotidiana o profesional (Meza-Holguín et al., 2024).

En definitiva, el aprendizaje activo permite que los estudiantes trabajen de forma directa y en conjunto, donde se pueden desarrollar habilidades sociales, debido a que interactúan entre sí, aprendiendo a ser empáticos y respetando siempre los aportes de todos, así mismo, favorece el aprendizaje colaborativo, porque todos aprenden de las experiencias de los demás, asumiendo roles o tareas para cumplir de manera responsable con cada actividad.

II. MATERIALES Y MÉTODOS.

La presente investigación se realizó bajo un enfoque mixto, donde según Acosta (2023) “un enfoque mixto o complementario combina tanto métodos cuantitativos como cualitativos en una misma investigación” (p.85), de forma similar Barreto & Lezcano (2023), manifiestan que “los diseños de métodos mixtos combinan la recopilación de datos cuantitativos y cualitativos para obtener una comprensión más sólida del problema o pregunta de investigación” (p.115).

El diseño de la investigación es de tipo descriptiva, debido a que se orienta a analizar la percepción de los recursos educativos digitales en el aprendizaje activo de las matemáticas, como mencionan Guevara et al. (2020) este tipo de investigación “se encarga de puntualizar las características de la población que está estudiando”.

La población objeto de estudio estuvo conformada por 2 docentes y 300 estudiantes de bachillerato de la Unidad Educativa Fiscomisional Juan Montalvo de la ciudad de Manta, donde la muestra correspondiente a los estudiantes se determinó mediante la calculadora en línea SurveyMonkey con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, dando como resultado un total de 169 estudiantes, siendo esta la parte cuantitativa donde se realizó un muestreo probabilístico de tipo aleatorio simple, que permitió garantizar la imparcialidad al momento de seleccionar los participantes, evitando sesgos para posteriormente generalizar los resultados obtenidos a la población, mientras que los docentes aportaron a la parte cualitativa de la investigación, se escogieron por ser quienes imparten la asignatura de matemáticas en los tres cursos de bachillerato, siendo así un muestreo no probabilístico de tipo intencional.

Se aplicaron dos técnicas de recolección de datos, la primera una encuesta dirigida a los estudiantes con un cuestionario de 9 preguntas, donde previamente se habló con las autoridades de la institución para el respectivo permiso, luego se les entregó un consentimiento informado a los estudiantes para que los representantes legales autoricen su participación, y como segunda técnica una entrevista semiestructurada que se realizó mediante un guion de preguntas a los docentes que imparten la asignatura en los cursos de primero, segundo y tercero de bachillerato.

La validez de contenido del cuestionario se determinó mediante la técnica Delphi con un panel de seis especialistas ($n=6$), específicamente docentes, tres de matemáticas y tres de tecnología educativa, quienes evaluaron los ítems en dos rondas iterativas bajo una escala de cuatro niveles ($c=4$). La cuantificación del consenso entre jueces se realizó mediante el coeficiente V de Aiken con la fórmula general:

$$V = \frac{S}{n(c-1)}$$

Donde S es la suma de las puntuaciones ponderadas y $n(c-1)=6 \times (4-1)=18$.

Los reactivos obtuvieron valores de V entre 0.94 y 1.00, alcanzando un promedio global de $V_{\text{promedio}}=0.98$. Al superar el umbral teórico de 0.80, se confirma una validez de contenido excelente para el instrumento aplicado a la muestra ($N=169$).

La encuesta se aplicó a través de un formulario de Google, que permitió que los estudiantes respondieran de manera rápida y segura, posteriormente se descargaron en Excel las respuestas para realizar la respectiva tabulación en el programa JASP, haciendo uso así de la estadística descriptiva debido a que se realizó la recolección de datos, luego el resumen de dichos datos en las tablas correspondientes, por otro lado, la entrevista semiestructurada fue transcrita y analizada, enriqueciendo los resultados de la encuesta aplicada a los estudiantes de la unidad educativa objeto de estudio.

Las entrevistas realizadas a los docentes fueron analizadas mediante un análisis de contenido de carácter descriptivo y manual. Las preguntas de la entrevista fueron formuladas en correspondencia con los aspectos considerados en la encuesta aplicada a los estudiantes, con el propósito de obtener y contrastar ambas perspectivas sobre la problemática estudiada. Para ello, se revisaron las respuestas obtenidas, identificando las ideas principales y los aspectos recurrentes, los cuales fueron agrupados de acuerdo con los temas abordados en las preguntas. Posteriormente, se realizó una síntesis de los resultados y se contrastó la información obtenida de los docentes con los resultados de la encuesta, permitiendo establecer coincidencias y diferencias entre ambas perspectivas. El análisis se realizó manualmente, sin emplear software especializado.

III. RESULTADOS

En esta sección se presentan los hallazgos principales de la encuesta aplicada a los estudiantes y de la entrevista dirigida a los docentes, sobre el análisis de la percepción de los recursos educativos digitales en el aprendizaje activo de las matemáticas en estudiantes de bachillerato de la Unidad Educativa Fiscomisional Juan Montalvo.

Tabla 1. Nivel de conocimiento sobre recursos educativos digitales.

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje	Validación del porcentaje	Porcentaje acumulado
a) Muy alto	11	6.5%	6.5%	6.5%
b) Alto	76	45.0%	45.0%	51.5%
c) Medio	74	43.8%	43.8%	95.3%
d) Bajo	6	3.6%	3.6%	98.8%
e) Muy bajo	2	1.2%	1.2%	100.0%
Total	169	100.0%		

Fuente: Encuesta aplicada a los estudiantes.

De acuerdo con la tabla 1, se observa que el 45% de los estudiantes encuestados manifestó que el docente posee un nivel alto de conocimiento sobre el uso de recursos educativos digitales durante las clases de matemáticas, el 43.8% considera que su nivel es medio, el 6.5% muy alto, el 3.6% bajo y solo el 1.2%

muy bajo, estos hallazgos sugieren que el docente tiene un dominio de estos recursos aceptable, dando a entender que es capaz de utilizar herramientas digitales para organizar o compartir material educativo, crear recursos como apoyo para sus clases e incluso motivar a los estudiantes mediante estas.

Tabla 2. Recursos tecnológicos para el aprendizaje activo.

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje	Validación del porcentaje	Porcentaje acumulado
a) Dispositivos como pizarras digitales interactivas, computadoras y/o proyector.	99	58.6%	58.6%	58.6%
b) Softwares educativos para reforzar temas de la asignatura.	25	14.8%	14.8%	73.4%
c) Plataformas de aprendizaje.	8	4.7%	4.7%	78.1%
Recursos multimedia como videos tutoriales, imágenes o audio.	23	13.6%	13.6%	91.7%
Juegos matemáticos en línea.	14	8.3%	8.3%	100.0%
Total	169	100.0%		

Fuente: Encuesta aplicada a los estudiantes.

Con relación a la tabla 2, sobre los recursos tecnológicos indispensables para lograr un aprendizaje activo en la asignatura de matemáticas, se tiene que el 58.6% considera que son los dispositivos como pizarras digitales interactivas, computadoras y/o proyector, elementos que mejoran en gran medida, la comprensión de los contenidos impartidos por el docente al ser visualizado de una manera no tradicional, el 14.8% cree que los softwares educativos, son necesarios para reforzar temas de la

asignatura dando paso a una mejor comprensión de aquellos contenidos que, resultan un poco abstractos y también a ofrecer retroalimentación inmediata de acuerdo a la necesidad, por otro lado, un 13.6% asegura que los recursos multimedia como videos, imágenes o audios favorecen a desarrollar este aprendizaje activo, siendo algo que le llama la atención a los estudiantes, el 8.3% cree que son los juegos matemáticos en línea y solo un 4.7 manifestó que las plataformas de aprendizaje.

Tabla 3. Desempeño estudiantil.

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje	Validación del porcentaje	Porcentaje acumulado
a) Me permite aprender de manera dinámica, autónoma y a un ritmo propio.	111	65.7%	65.7%	65.7%
b) Me permite recordar mejor los contenidos impartidos por el docente.	47	27.8%	27.8%	93.5%
c) No considero que mi desempeño mejore.	6	3.6%	3.6%	97.0%
d) Empeora mi desempeño como estudiante, ya que los recursos digitales me distraen en clases.	5	3.0%	3.0%	100.0%
Total	169	100.0%		

Fuente: Encuesta aplicada a los estudiantes.

La tabla 3 sobre cómo se considera que el estudiante mejora cuando el docente utiliza recursos educativos digitales, evidencia que el 65.7% de los encuestados aseguran que les permite aprender de manera dinámica, autónoma y a un ritmo propio, debido a que las clases son innovadoras y sobre todo llamativas, el 27.8% cree que les permite recordar de mejor manera los contenidos impartidos por

el docente, debido a que de esta forma reciben distintos estímulos multisensoriales, hacen uso de la repetición, del refuerzo y sobre todo participan activamente, por otro lado, el 3.6% mencionó que no consideran que su desempeño mejore y solo un 3% asegura que empeora su desempeño debido a diversos factores como las distracciones que estos generan.

Tabla 4. Beneficios de los recursos educativos digitales.

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje	Validación del porcentaje	Porcentaje acumulado
a) Despierta el interés por aprender matemáticas.	56	33.1%	33.1%	33.1%
b) Fomenta una participación activa entre estudiantes y docente.	42	24.9%	24.9%	58.0%
c) Mejora la dinámica del aula.	19	11.2%	11.2%	69.2%
d) Mejora la comprensión de los contenidos matemáticos y permite el desarrollo de nuevas habilidades.	52	30.8%	30.8%	100.0%
Total	169	100.0%		

Fuente: Encuesta aplicada a los estudiantes.

Como se evidencia en la tabla 4, el 33.1% de los encuestados asegura que el principal beneficio que brindan los recursos educativos digitales durante una clase de matemáticas, es que despierta el interés por aprender matemáticas, debido a que el aprendizaje se brinda de una manera personalizada y adaptada al nivel de cada alumno, por su parte, el 30.8% manifiesta que mejora la comprensión de

los contenidos matemáticos y permite el desarrollo de nuevas habilidades, el 24.9% menciona que fomentan una participación activa entre estudiantes y docentes, y es que entre ellos pueden compartir ideas y formas para llevar a cabo el desarrollo de la clase, dejando un porcentaje mínimo de 11.2% que cree que simplemente mejora la dinámica del aula.

Tabla 5. Facilidades de la integración de recursos educativos digitales y metodologías activas.

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje	Validación del porcentaje	Porcentaje acumulado
a) Permite trabajar con elementos interactivos y desarrollar el pensamiento crítico.	62	36.7%	36.7%	36.7%
b) Permite que el estudiante sea un elemento activo y eje dentro del proceso del aprendizaje.	56	33.1%	33.1%	69.8%
c) Permite adaptar los contenidos al ritmo y estilo de aprendizaje de los estudiantes.	28	16.6%	16.6%	86.4%
d) Mejoran habilidades para el trabajo en equipo y la toma de decisiones asertivas.	23	13.6%	13.6%	100.0%
Total	169	100.0%		

Fuente: Encuesta aplicada a los estudiantes.

La tabla 5 muestra un resumen sobre las facilidades que brinda la integración de recursos educativos digitales y metodologías activas en la asignatura de matemáticas, donde el 36.7% de los estudiantes concuerda en que permiten trabajar con elementos interactivos y desarrollar el pensamiento crítico, un 33.1% manifiesta por su parte que permite

que el estudiante sea un elemento activo y eje dentro del proceso del aprendizaje, siendo las opciones más populares, dando a entender que mediante estas, el estudiante puede desenvolverse mejor en el aula de clases, desarrollando varias habilidades siendo útiles como preparación para los desafíos actuales.

Tabla 6. Desafíos del aprendizaje activo con recursos educativos digitales

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje	Validación del porcentaje	Porcentaje acumulado
a) Falta de recursos tecnológicos en el aula para realizar actividades activas.	50	29.6%	29.6%	29.6%
b) El docente no se siente listo para realizar cambios en la forma de enseñar.	21	12.4%	12.4%	42.0%
c) Falta de autonomía en los estudiantes.	24	14.2%	14.2%	56.2%
d) Falta de capacitación del docente en metodologías activas con recursos educativos digitales.	74	43.8%	43.8%	100.0%
Total	169	100.0%		

Fuente: Encuesta aplicada a los estudiantes.

En la tabla 6 se puede observar que el 43.8% de los encuestados aseguran que, uno de los desafíos que se enfrentan dentro del aula de clases al hacer uso del aprendizaje activo con recursos educativos digitales, es que los docentes no están capacitados, y es que esto lo pueden evidenciar porque el docente no maneja en su totalidad este tipo de herramientas,

mientras que un 29.6% cree que faltan más recursos tecnológicos en el aula para realizar este tipo de actividades, sin embargo, se cuenta con pantallas digitales e internet, un 14.2% asegura que un desafío a considerar es la falta de autonomía de los estudiantes, porque no buscan información o recursos de manera independiente y por último, el 12.4% piensa que el

docente no se siente listo porque no ha recibido las capacitaciones suficientes para realizar cambios en la forma de enseñar.

Análisis de la entrevista aplicada a los docentes.

Las interrogantes formuladas a los docentes arrojaron la siguiente información:

Se han recibido capacitaciones sobre el uso de recursos educativos digitales, por parte de otros programas de maestrías de la universidad; sin embargo, debido a esto se puede decir que el nivel de conocimiento de los docentes para su implementación es aceptable, dejando claro que hablamos específicamente de docentes que impartimos la asignatura de matemáticas en bachillerato.

Los recursos tecnológicos indispensables para obtener un aprendizaje activo en dicha asignatura, son los dispositivos como pizarras digitales interactivas, computadoras y/o proyector, debido a que mediante estos las clases se pueden realizar de una manera dinámica, por ejemplo, a través de las pizarras digitales el estudiante manipula objetos matemáticos, participa, logra reforzar la comprensión conceptual de cada contenido, de la misma forma sucede con las computadoras, donde puede hacer uso de simuladores o programas que benefician la búsqueda de información, la simulación de procesos y la resolución de ejercicios propuestos en clases, por otro lado, mediante el proyector pueden mejorar la interacción visual.

Cuando se utilizan recursos educativos digitales para la enseñanza de las matemáticas los estudiantes participan activamente, debido a que las clases son más dinámicas, buscando siempre que ellos sean los autores de su propio conocimiento, es decir, se fomenta la autonomía para que sean capaces de resolver problemas, todo se da a un ritmo propio donde se toman en cuenta los distintos estilos de aprendizajes, generando de esta forma un aprendizaje significativo que es de utilidad para la vida y no solo para el momento.

Algunos beneficios que brindan estos recursos educativos digitales, es que permiten que los estudiantes se interesen en aprender una asignatura como matemáticas, que siempre han considerado compleja o abstracta, aquí los estudiantes pueden aprender de varias formas, que puede ser mediante

juegos, simulaciones, dinámicas, logrando conectar con la tendencia que es la tecnología actualmente, todo esto también permite el desarrollo de nuevas habilidades, porque fortalece competencias digitales, el pensamiento lógico y mejora su perspectiva para la resolución de problemas cotidianos.

Por otro lado, las facilidades que brinda la integración de recursos educativos digitales y metodologías activas en la asignatura de matemáticas sin duda alguna es que permiten trabajar con elementos interactivos y desarrollar el pensamiento crítico, motivándolo a la toma de decisiones y a reflexionar sobre sus experiencias y aprendizajes lo que hace que el educando sea un elemento activo del proceso del aprendizaje.

El principal desafío que se puede considerar importante es la falta de capacitación del docente en metodologías activas con recursos educativos digitales, puesto que la tecnología se ha ido asociando con la educación, pero en su mayoría los docentes no reciben una guía de como implementarlas en el aula, donde muchas veces solo se usa un proyector o las pantallas digitales para presentar simplemente el contenido, desaprovechando totalmente el potencial de estas herramientas, siendo un poco complicado porque cuando no se tiene un dominio total la clase no puede salir como esperan los estudiantes, dejando claro que para la implementación de la tecnología en el aula es importante que el docente este capacitado para que ambos se complementen generando un aprendizaje significativo.

IV. DISCUSIÓN

Los resultados de la encuesta mostraron que el 45% de los encuestados mencionan que, el docente posee un nivel alto de conocimiento sobre el uso de recursos educativos digitales durante las clases de matemáticas, donde esta percepción se refuerza con la entrevista aplicada a los docentes. Sin embargo, Peña-Coronado & Cano-Velásquez (2025) dedujeron en su estudio que los docentes poseen una baja apropiación de recursos digitales, que se debe a la falta de cualificación y ausencia de herramientas tecnológicas en las instituciones educativas. Este resultado contradice lo que se obtuvo en la Unidad educativa Fiscomisional Juan Montalvo, donde los docentes poseen un nivel de conocimiento entre alto y medio.

En relación sobre los recursos tecnológicos indispensables para lograr un aprendizaje activo en la asignatura de matemáticas, la encuesta reveló que el 58.6% considera que, son los dispositivos como pizarras digitales interactivas, computadoras y/o proyector, concordando con lo mencionado en la entrevista, donde se afirmó que mediante estos el estudiante manipula objetos matemáticos, participa y logra reforzar la comprensión conceptual de cada contenido, beneficiando la búsqueda de información, la simulación de procesos y la resolución de ejercicios propuestos. En este sentido, Del Salto Lozano & Giraldo de López (2025) argumentan que existe variedad de recursos tecnológicos para generar un aprendizaje en matemáticas, pero dependiendo de las condiciones de la institución educativa no es posible acceder a todos; sin embargo, entre las más utilizadas están los videos tutoriales que se pueden visualizar mediante proyectores o pantallas digitales y ciertas aplicaciones como GeoGebra o Quizizz, que facilitan la enseñanza y evaluación de manera innovadora, entretenida, interactiva y sobre todo participativa.

Respecto a cómo se considera que el estudiante mejora cuando el docente utiliza recursos educativos digitales, se evidenció que el 65.7% de los encuestados asegura que les permite aprender de manera dinámica, autónoma y a un ritmo propio. En la entrevista mencionaron que gracias a estos recursos las clases son más dinámicas, fomenta así la autonomía a un ritmo propio considerando los estilos de aprendizajes, para lograr un aprendizaje significativo. De forma similar, Mainato & Rodríguez (2024) llegaron a la conclusión en su investigación de que los recursos educativos digitales empleados en el aula de clases inciden positivamente en la enseñanza de las matemáticas, debido a que evidenciaron que la motivación e interés por el aprendizaje en la asignatura aumentó por parte de los estudiantes, quienes aprendieron de manera autónoma y dinámica.

Por otro lado, el 33.1% de los encuestados asegura que el principal beneficio que brindan los recursos educativos digitales durante una clase de matemáticas es que despierta el interés por aprender matemáticas, coincidiendo con los docentes entrevistados que mencionaron que, mediante estos, se logra que cada estudiante se interese en aprender matemáticas

considerada como una asignatura abstracta, mediante juegos, simulaciones o dinámicas, para el desarrollo de nuevas habilidades. Con ciertos matices, se concuerda con los hallazgos Bravo-Bravo & Suástegui-Solórzano (2022); sin embargo, ellas añaden que para que exista el interés por aprender matemáticas primero de haber motivación con respeto al uso de estos recursos educativos digitales, que son innovadores motivando así el aprendizaje de manera interactiva y logrando una comprensión conceptual y de búsqueda de información.

Sobre las facilidades que brinda la integración de recursos educativos digitales y metodologías activas en la asignatura de matemáticas, el 36.7% de los estudiantes concuerda en que permiten trabajar con elementos interactivos y desarrollar el pensamiento crítico. Por su parte, los docentes también concuerdan en la entrevista añadiendo que todo esto los motiva a la toma de decisiones y a reflexionar sobre sus experiencias y aprendizajes, lo que hace que el educando sea un elemento activo del proceso del aprendizaje. En el mismo sentido, Acevedo (2025) en su trabajo de investigación concluye de forma similar, donde asegura que estos recursos digitales juegan un rol clave, debido a que permiten que los educandos exploren temas en profundidad y de manera autónoma, generando un aprendizaje continuo y promoviendo en absoluto el desarrollo del pensamiento crítico, siendo un ente activo capaz de tomar decisiones y resolver problemas en distintos ámbitos.

Con respecto a los desafíos que se enfrentan dentro del aula de clases al hacer uso del aprendizaje activo con recursos educativos digitales el 43.8% afirma que los docentes no están siendo capacitados de manera continua. De esta forma, en la entrevista se añade que, aunque tengan un conocimiento aceptable sobre estos recursos la tecnología cambia día a día y no existe una guía de como implementarlas en el aula, desaprovechando el potencial de estas herramientas, siendo un poco complicado porque cuando no se tiene un dominio total la clase no puede salir como esperan los estudiantes. De modo similar, un estudio realizado por Almache et al. (2025) indica que el 60% de los encuestados afirma que los principales problemas o desafíos que existen dentro de las instituciones educativas es la falta de capacitación y también ciertos problemas

tecnológicos. Estos resultados coinciden ya que la mayoría asegura que no se capacita de manera continua a los docentes, y que no solo se trate de implementar los recursos educativos digitales, sino de aplicarlos bajo un enfoque metodológico para que su impacto sea significativo dentro del aprendizaje de los estudiantes.

Queda claro que se percibe una incidencia positiva de estos recursos educativos digitales en el aprendizaje de las matemáticas, debido a que los docentes poseen un nivel de conocimiento aceptable sobre estos, permitiéndoles lograr un aprendizaje activo mediante recursos como las pizarras digitales, brindando así un proceso interactivo, participativo y sobre todo enfocado en cada estudiante, en este sentido, se entiende que mediante la tecnología aplicada a la educación matemática, es posible que exista una mayor motivación, interés, mejor comprensión de aquellos conceptos abstractos y sobre todo una retroalimentación continua y rápida para mejorar el pensamiento crítico, pero todo esto depende también de la preparación del docente.

En base a estos hallazgos, es importante precisar que la investigación se enfocó en una institución y contexto específico, donde se logró evidenciar el nivel de conocimiento de los estudiantes sobre los recursos educativos digitales, conocer sobre aquellos recursos que sirven para fomentar el aprendizaje activo y mejorar su desempeño en el aula de clases, destacando sus beneficios y desafíos existentes, todo esto durante un año lectivo determinado, por lo que no se profundizó en aspectos a largo plazo que permitan analizar un desarrollo progresivo. Siendo necesario que a futuro se realice el estudio en otras instituciones educativas del país, ampliando la muestra a otros niveles educativos para así contrastar resultados, debido a que uno de los vacíos de la investigación es que no permite medir el impacto de los recursos educativos digitales a largo plazo ni su efectividad en la educación general básica u otro nivel educativo.

V. CONCLUSIONES

En definitiva, el uso de recursos educativos digitales fomenta un aprendizaje activo de las matemáticas en estudiantes de bachillerato de la Unidad Educativa Fiscomisional Juan Montalvo, derivando así en una percepción positiva, donde los

más utilizados por parte del docente para brindar una buena enseñanza son las pizarras digitales, computadoras y/o proyector, dejando claro que mediante estas es posible que cada estudiante participe de una manera activa y motivada, siendo protagonistas de todo el proceso de aprendizaje, y también capaces de aprender de una manera dinámica e innovadora ya sea a través de videos tutoriales o aplicaciones que se pueden enseñar a través de estos recursos.

La percepción docente y estudiantil con base a la metodología educativa centrada en los recursos digitales en el aprendizaje activo de las matemáticas, evidencia resultados positivos desde ambas perspectivas, debido a que la motivación y participación de los estudiantes incrementa notoriamente, siendo evidente que cuando el docente utiliza estos recursos, la manera de enseñar y de aprender cambia, esto se debe a que se valora la autonomía y se consideran los distintos estilos de aprendizajes, donde el alumno es capaz de aprender haciendo, presentando varios beneficios como el despertar su interés por aprender de una forma interactiva para lograr así un entendimiento conceptual profundo, permitiéndoles trabajar con elementos interactivos y sobre todo desarrollar el pensamiento crítico que les beneficie en la toma decisiones y en la resolución de problemas.

Por otro lado, la comparación de la percepción de los recursos educativos digitales se evidencia que es positiva en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, esto según los tres cursos de bachillerato que se investigaron, y el nivel de conocimiento y de preparación de los docentes sobre las nuevas tecnologías. Sin embargo, para lograr todo esto mediante el uso del aprendizaje activo con recursos educativos digitales es necesario que los docentes sean capacitados continuamente, aunque poseen un buen nivel de conocimiento sobre la implementación de estos recursos, al no tener capacitaciones continuas sabiendo que la tecnología evoluciona día a día, se estaría desaprovechando el potencial de estas herramientas.

Recomendaciones.

En base a las conclusiones se realizan las siguientes recomendaciones:

Fortalecer la capacitación docente sobre el uso

de recursos educativos digitales, para maximizar su impacto en el aprendizaje activo de las matemáticas, con la implementación de programas de formación continua sobre herramientas innovadoras, incentivar a la creación de contenidos contextualizados, promoviendo la evaluación formativa y colaboración entre docentes, al compartir estrategias, que permitirán potenciar el aprendizaje dinámico e inclusivo en la asignatura de matemáticas.

Ampliar la implementación de metodologías centradas en recursos digitales, enfocados en la personalización del aprendizaje, fortalecer la autonomía en los estudiantes y promover el uso de herramientas interactivas, que refuercen el pensamiento crítico, para así consolidar un entorno educativo, dinámico y motivador, alineado con las necesidades actuales de los estudiantes.

Implementar un plan de capacitación continua y actualización docente, sobre el uso de recursos educativos digitales, dado que la tecnología evoluciona constantemente, estas capacitaciones son fundamentales para asegurar que se aproveche al máximo el potencial de estas herramientas digitales y que el aprendizaje activo mediante su uso logre los resultados esperados.

Limitaciones de la Investigación.

Este estudio presenta algunas limitaciones que se deben tomar en cuenta. En primer lugar, es de tipo transversal debido a que la población se analiza en un periodo de tiempo específico sin permitir establecer relaciones causales, es decir que solo se hace una descripción de lo investigado y no un seguimiento riguroso durante varios años para saber cómo ha ido evolucionando la problemática planteada.

En base a lo anterior, este estudio solo se centra en los estudiantes de bachillerato de la Unidad educativa Fiscomisional Juan Montalvo de la ciudad de Manta, lo que puede limitar realizar investigaciones en otros cursos y unidades educativas del país, donde es importante conocer que la población escogida podría tener características o contextos específicos que incidan en los resultados. A pesar de estas limitaciones los resultados son relevantes y pueden ser de utilidad para investigaciones futuras dentro de la misma unidad educativa o en contextos más generales si se los sabe utilizar.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Acevedo, N. (2025). Herramientas digitales de aprendizaje y el desarrollo del pensamiento crítico. *Revista Guatemalteca De Educación Superior*, 8(1), 46-62. Obtenido de <https://revistages.com/index.php/revista/article/view/148/225>

Acosta, S. (2023). Los enfoques de investigación en las Ciencias Sociales . *Revista Latinoamericana Ogmios*. <https://doi.org/https://doi.org/10.53595/rlo.v3.i8.084>

Almache, A. d., Andrade, G., Caicedo, Y., Macias, M., & Padilla, D. (2025). APRENDIZAJE ACTIVO EN LA ERA DIGITAL: IMPACTO DE LAS HERRAMIENTAS TIC EN LA CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO. *Revista científica y académica*. Obtenido de <https://estudiosyperspectivas.org/index.php/EstudiosyPerspectivas/article/view/940/1547>

Asqui, B. (2024). Recursos educativos digitales para mejorar el aprendizaje en matemáticas. *Esprint Investigación*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9592999>

Barreto, J., & Lezcana, A. (2023). Análisis y fundamentación de los diseños de investigación: explorando los enfoques cuantitativos, cualitativos y mixtos basados en Creswell & Creswell (2018). *Revista UNIDA Científica*. Obtenido de <https://revistacientifica.unida.edu.py/publicaciones/index.php/cientifica/article/view/179/142>

Bedón, V., & Cedeño, L. (2023). Juegos de aprendizaje en línea para la formación de nociones lógico-matemática en Educación Inicial . *Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales (ReHuSo)*. Obtenido de <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/rehuso/v8n1/2550-6587-rehuso-8-01-00034.pdf>

Bell, R., Lema, A., & Martin, Y. (2023). Integración de la docencia y el aprendizaje activo en la educación superior. Metodologías, componentes y actores . *Revista de Ciencias Sociales y Humanas*. Obtenido de <https://ve.scielo.org/pdf/prcsh/v6n1/2665-0169-prcsh-6-01-97.pdf>

Bravo-Bravo, A., & Suástegui-Solórzano, S.

(2022). Herramientas Digitales para el Desarrollo de la Motivación en el Aprendizaje de Matemática del Nivel Básico Superior. *Polo del Conocimiento: Revista científico - profesional*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9042521>

Del Salto Lozano, E., & Giraldo de López, M. (2025). RECURSOS EDUCATIVOS DIGITALES PARA EL APRENDIZAJE DE MATEMÁTICAS EN UNA INSTITUCIÓN PARA ESTUDIANTES DE BACHILLERATO. *Revista Conrado*, 21(102), e4060. Obtenido de <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/4060/3865>

Delgado, N., & Cuellar, O. (2021). El uso de software educativos en la enseñanza de la Química en la carrera Bioinformática. *repositorio.uci.cu*. Obtenido de https://repositorio.uci.cu/bitstream/123456789/9635/1/UCIENCIA_2021_paper_168.pdf

Fernández, J. (2022). Uso de la pizarra digital interactiva y el programa Netsupport School en el proceso de enseñanza aprendizaje de secundaria. *Universidad Alas Peruanas*. Obtenido de <https://repositorio.uap.edu.pe/handle/20.500.12990/12769>

Fernández, M. (2021). Hacia una definición de aprendizaje activo. *www.unir.net*. Obtenido de <https://www.unir.net/revista/educacion/hacia-una-deficion-de-aprendizaje-activo/>

Guevara, G., Verdesoto, A., & Castro, N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *RECIMUNDO*, 4(3), 163–173. [https://doi.org/https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)

Jimpikit, E., Cerpa, J., Padilla, K., & Pino, J. (2024). Estrategias de aprendizaje activo en matemáticas: promoviendo el pensamiento crítico y la resolución de problemas. *Revista Social Fronteriza*. [https://doi.org/https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4\(2\)237](https://doi.org/https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(2)237)

Mainato, E., & Rodríguez, V. (2024). Estrategias didácticas apoyadas en la TIC para la enseñanza de las matemáticas. *Mamakuna*. Obtenido de <https://revistas.unae.edu.ec/index.php/mamakuna/article/view/911/882>

Marín-Suelves, D., Becerra-Brito, C., & Rego-Agraso, L. (2022). Los recursos educativos digitales en educación infantil. Analizando las visiones del profesorado. *Digital Education Review*, 47. Obtenido de <https://revistes.ub.edu/index.php/der/article/view/38393/37828>

Márquez, A. (2021). Hacia una definición de aprendizaje activo. *www.unir.net*. Obtenido de <https://www.unir.net/revista/educacion/hacia-una-deficion-de-aprendizaje-activo/>

Meza-Holguín, L., Sánchez-Valtierra, J., Guerra-Naranjo, M., & Naranjo-Garcés, L. (2024). Aplicando técnicas de enseñanza activa en matemáticas para fomentar el pensamiento crítico y la resolución efectiva de problemas. *MQRInvestigar*. <https://doi.org/https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.2.2024.1016-1036>

Montecé, E., Suárez, E., Vega, M., & Loor, J. (2023). Recursos educativos digitales para la educación universitaria. *RECIMUNDO*. [https://doi.org/https://doi.org/10.26820/recimundo/7.\(3\).sep.2023.152-163](https://doi.org/https://doi.org/10.26820/recimundo/7.(3).sep.2023.152-163)

Mora, M. (2024). Implementación de recursos educativos digitales, una revisión sistemática desde la enseñanza del Cálculo Diferencial. *Revista digital Matemática, Educación e Internet*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/6079/607974617004/607974617004.pdf>

Morán-González, M., & Gallegos-Macías, M. (2021). PLATAFORMAS TECNOLÓGICAS Y SU APOORTE AL APRENDIZAJE EN LÍNEA PARA LA ASIGNATURA DE MATEMÁTICA. *REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINARIA ARBITRADA YACHASUN - ISSN: 2697-3456*. Obtenido de <https://editorialibkn.com/index.php/Yachasun/article/view/155>

Peña-Coronado, G., & Cano-Velásquez, T. (2025). Uso de recursos educativos digitales de los docentes en las instituciones educativas de la ciudad de Santa Marta. Obtenido de <https://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/praxis/article/view/6255/5519>

Quintana, B., Morales, E., & Otero, O. (2024). RECURSOS MULTIMEDIA PARA EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO LÓGICO EN ESTUDIANTES DE

EDUCACIÓN BÁSICA. Revista Minerva, 5(8), 150–161.
<https://doi.org/https://doi.org/10.53591/minerva.v5i8.32>

Robles, N., Holguín, K., Chávez, I., & Cabrera, A. (2024). Aprendizaje Activo en la Educación Superior Como Enfoque Pedagógico. *European Scientific Journal, ESJ*, 20(1), 17. Obtenido de <https://eujournal.org/index.php/esj/article/view/17730>

Toapanta, S., & Yugcha, E. (2023). RECURSOS DIGITALES PARA EL APRENDIZAJE ACTIVO. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/861fff80-7356-4752-8ec7-3d865a84776d/content>

Competencias técnicas vs. aceptación actitudinal del lenguaje inclusivo: caso de estudio en la formación de futuros comunicadores

Milena Victoria Celi Pardo^{1*}; Daniela Stefanie Gallardo Ledesma²;
Pablo José Gutiérrez Quezada³

Resumen

El lenguaje inclusivo se incorporó de manera creciente en la formación universitaria de comunicación debido a su impacto en la producción de mensajes dirigidos a públicos diversos. En este contexto, la investigación tuvo como objetivo describir las competencias técnicas vinculadas con su uso en entornos digitales y explorar la aceptación actitudinal de sus variantes en estudiantes de Comunicación a Distancia de una universidad pública ecuatoriana. Se desarrolló un enfoque mixto de alcance descriptivo exploratorio con diseño no experimental y transversal, mediante encuesta aplicada a 216 estudiantes y entrevistas a especialistas. Los resultados mostraron alto reconocimiento de varias formas, predominio de redes sociales como fuente de aprendizaje y valoración positiva de la eficacia comunicativa, aunque la claridad generó opiniones divididas y la accesibilidad digital evidenció niveles intermedios. Se concluye que la aceptación actitudinal no garantiza aplicación técnica consistente, por lo que la formación debe integrar criterios lingüísticos y accesibilidad digital para sostener decisiones comunicativas coherentes.

Palabras clave: lenguaje inclusivo; comunicación digital; accesibilidad digital; educación superior; actitudes lingüísticas.

Technical competencies and attitudinal acceptance of inclusive language: a case study in the training of future communicators

Abstract

Inclusive language gained increasing presence in university communication training due to its influence on message production for diverse audiences. In this context, the study aimed to describe technical competencies related to its use in digital environments and to explore attitudinal acceptance of its variants among Distance Communication students at a public university in Ecuador. A mixed descriptive exploratory approach was implemented through a non experimental cross sectional design, applying a survey to 216 students and conducting interviews with specialists. Findings indicated broad recognition of several forms, predominance of social media as the main learning source and positive evaluation of communicative effectiveness, although clarity generated divided perceptions and digital accessibility showed intermediate levels. It is concluded that attitudinal acceptance does not ensure consistent technical application, therefore training programs must integrate linguistic criteria and digital accessibility to support coherent communicative decisions.

Keywords: inclusive language; digital communication; digital accessibility; higher education; language attitudes.

Recibido: 21 de abril de 2026
Aceptado: 24 de agosto de 2026

¹ Licenciada en Comunicación, Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador; milena.celi@unl.edu.ec; <https://orcid.org/0009-0002-7683-299X>

² Licenciada en Comunicación Social, Universidad Técnica Particular de Loja. Magíster en Comunicación Estratégica con mención en Comunicación Digital, Universidad Técnica Particular de Loja. Magíster en Educación con mención en Inclusión Educativa y Atención a la Diversidad Educativa Básica, Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador; daniela.gallardo@unl.edu.ec; <https://orcid.org/0009-0003-2510-7699>

³ Licenciado en Ciencias de la Educación Básica, Universidad Nacional de Loja. Magíster en Educación con mención en Docencia e Investigación en Educación Superior, Universidad Estatal de Milagro. Magíster en Educación Básica, Universidad Estatal de Milagro. Loja, Ecuador; pablo.j.gutierrez@unl.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0002-8051-505X>

* Autor de correspondencia

I. INTRODUCCIÓN

El lenguaje inclusivo se entiende como un conjunto de elecciones al hablar y al escribir que busca nombrar a las personas sin tratarlas como una sola categoría por costumbre, de modo que intenta evitar omisiones en la vida pública, educativa y mediática. En la formación universitaria de comunicación, este tema se encuentra con mayor frecuencia porque el futuro profesional produce mensajes para audiencias diversas y, por lo tanto, necesita tomar decisiones lingüísticas que sostengan el sentido del texto y el trato respetuoso en distintos espacios.

Palma et al. (2024) describieron el lenguaje inclusivo como un fenómeno compuesto por las distintas estrategias y los debates que atraviesan las dimensiones gramaticales, sociales y educativas. A partir de ello, la formación de los comunicadores demanda una comprensión que trascienda la repetición de fórmulas, ya que la elección de una variante se relaciona con el significado que circula en la sociedad y con las decisiones lingüísticas adoptadas en cada contexto.

De manera adicional, García y Hall (2020) analizaron el uso de la terminación “e” como una forma que dialoga con la norma académica y con expectativas sociales. De tal modo, la aceptación del lenguaje inclusivo no depende solo de la intención, puesto que también se asocia con la seguridad del estudiante al escribir y con el temor a que una decisión lingüística se interprete como error.

A pesar de ello, el tema se ubica en el campo de la comunicación porque la lengua funciona como herramienta de trabajo y como marca de relación con el público, de manera que la discusión sobre lenguaje inclusivo se vuelve una cuestión formativa que exige criterios, no solo postura.

Por lo tanto, en el ámbito universitario se percibe una tensión entre la aceptación del lenguaje inclusivo como una idea general y su aplicación en las tareas académicas o en los productos profesionales. Sin embargo, esta tensión se manifiesta cuando los estudiantes reconocen ciertas variantes en las conversaciones digitales, aunque dudan al utilizarlas en los textos evaluados, generando aquellas diferencias entre el uso cotidiano y las decisiones consideradas en los contextos académicos.

En consonancia, Melero (2024) reportó que el alumnado puede mostrar disposición favorable hacia

el lenguaje inclusivo y, al mismo tiempo, expresar rechazo cuando aparecen formas que alteran marcas tradicionales. Bajo esa perspectiva, la formación de comunicadores enfrenta un reto porque el estudiante necesita escribir con claridad y consistencia, aunque el entorno social presente presiones opuestas sobre lo que se acepta o se cuestiona.

Por su parte, Colin y Vargas-Vega (2024) observaron que en textos coloquiales aparecen con frecuencia recursos como “@”, “x” y “e”, mientras que en textos formales se aprecia mayor apego a recomendaciones. Como resultado de ello, el paso de lo informal a lo académico no siempre ocurre con criterios sólidos, sino con ajustes por contexto que el estudiante realiza sin orientación suficiente.

En este escenario, el problema no radica en la existencia de variantes, sino en la falta de correspondencia entre lo que se aprueba en la práctica cotidiana y lo que se considera aceptable en espacios académicos y profesionales.

Ahora bien, el estudio aporta evidencia para orientar decisiones de formación en comunicación, ya que el futuro profesional trabaja con discursos públicos y su desempeño influye en la calidad del intercambio social. Además, una comprensión mejor del fenómeno permite identificar necesidades de aprendizaje que impactan la escritura institucional, la comunicación digital y la construcción de mensajes para públicos heterogéneos.

A la vez, Gutiérrez y Salcedo (2024) mostraron que en redes sociales universitarias conviven usos neutros, desdoblamientos y masculino genérico, lo que deja ver diferencias en el compromiso institucional. De ahí que resulte pertinente revisar cómo se forman los criterios de los estudiantes, puesto que la universidad comunica modelos de escritura que pueden reforzar hábitos tradicionales o abrir espacio a alternativas.

En paralelo, Cote-Peña et al. (2024) señalaron que, aun cuando algunos documentos no exhiben expresiones abiertamente sexistas, sí mantienen formas excluyentes por el uso reiterado del masculino como genérico.

En términos formativos, estos hallazgos muestran la necesidad de capacitación y de orientaciones claras, dado que la intención de ofrecer un trato equitativo no se convierte de manera automática en prácticas de escritura coherentes. A partir de ello,

el análisis del lenguaje inclusivo en la formación de comunicadores no se limita a describir preferencias, sino que también aporta insumos para proponer mejoras pedagógicas que respalden decisiones de escritura con criterios definidos y con atención al público al que se dirigen.

Los estudios recientes muestran que el lenguaje inclusivo toma forma en espacios digitales de circulación intensa, de modo que el aprendizaje fuera del aula influye en lo que el estudiante observa y luego reproduce. A la par, la comunicación actual se orienta a formatos breves y a plataformas que condicionan los hábitos de lectura y de escritura, además de las formas en que la comunidad valora lo dicho. En esa línea, Montero (2025) señaló que la relación de los universitarios con TikTok se apoya en la manera en que la plataforma selecciona y adapta el contenido para cada usuario. Por consiguiente, la exposición a usos lingüísticos no depende únicamente de una búsqueda intencional, sino también de las prioridades de la aplicación, lo cual puede instalar tendencias discursivas como referencia cotidiana cuando falta una mediación académica constante.

De forma semejante, Castro et al. (2025) identificaron restricciones persistentes en accesibilidad dentro de plataformas y materiales digitales, lo que evidencia limitaciones que afectan la experiencia educativa. Es decir, la producción de contenidos no se puede separar de las condiciones de acceso, puesto que las decisiones sobre la forma y la presentación influyen en quién logra leer y comprender el mensaje dentro de entornos digitales.

Ante este panorama, la literatura sugiere que la discusión sobre lenguaje inclusivo se enlaza con el modo en que se aprende a comunicar en plataformas digitales y con la necesidad de sostener mensajes que el público pueda recibir sin barreras.

Aunque existen aportes sobre actitudes hacia el lenguaje inclusivo y sobre su presencia en entornos educativos y digitales, todavía se observa un vacío cuando se intenta conectar esa aceptación con capacidades técnicas vinculadas con la comunicación accesible. Este vacío se vuelve más visible en carreras de comunicación, donde el estudiante no solo opina sobre el lenguaje, sino que produce textos y piezas digitales para audiencias diversas.

Respecto de este punto, Díaz-Chica et al. (2024) señalaron que la comunicación inclusiva también se

asocia con el trato lingüístico hacia colectivos con discapacidad, especialmente en edades donde se forman hábitos de comunicación. Bajo esta premisa, el análisis del lenguaje inclusivo no debe limitarse al género, ya que también exige considerar cómo se nombran experiencias y condiciones humanas sin reforzar exclusiones.

Sumado a lo anterior, Castellanos (2023) evidenció niveles bajos de accesibilidad digital en sitios web universitarios y describió fallas que afectan la interacción con apoyos tecnológicos. En virtud de ello, la aceptación actitudinal del lenguaje inclusivo requiere un complemento formativo que incluya criterios técnicos, ya que la comunicación pública universitaria se produce en entornos donde la accesibilidad define quién logra acceder al contenido.

Por lo expuesto, falta integrar en un mismo análisis lo que los estudiantes aceptan como una idea y lo que logran aplicar como aquellas práctica comunicativa, sobre todo cuando el mensaje circula en los medios digitales donde la accesibilidad condiciona la recepción del contenido.

En este marco, la presente investigación tuvo como objetivo describir las competencias técnicas vinculadas con el uso del lenguaje inclusivo en entornos digitales y explorar la aceptación actitudinal de sus variantes en estudiantes de la carrera de Comunicación a Distancia de la Universidad Nacional de Loja, Ecuador.

II. METODOLOGÍA

Enfoque y Paradigma

La investigación adoptó un enfoque mixto para examinar el uso del lenguaje inclusivo desde dos planos presentes en la formación profesional, esto debido a que se consideró tanto lo que los estudiantes universitarios aceptaron en aquellos términos actitudinales como lo que lograron aplicar al producir mensajes en entornos digitales. En este sentido, el componente cuantitativo evaluó el reconocimiento, la frecuencia de uso y la percepción comunicativa a través de los indicadores observables, mientras que el componente cualitativo analizó en los criterios de la aceptabilidad y accesibilidad digital. Por consiguiente, esta delimitación ayudó a la relación entre los objetivos, las dimensiones y los instrumentos, y redujo las ambigüedades en la interpretación del enfoque mixto.

En ese marco, el trabajo se alineó con un paradigma pragmático, debido a que priorizó la elección de estrategias que permitieran describir tendencias y, a la vez, explicar razones vinculadas con la práctica formativa, tal como se observa en estudios que articulan datos numéricos y lectura interpretativa para responder preguntas educativas concretas (Landaeta-Mendoza, 2022).

Tipo de investigación

El alcance fue descriptivo-exploratorio, puesto que se buscó caracterizar el nivel de reconocimiento y aceptación de variantes del lenguaje inclusivo. Además de explorar percepciones y argumentos que ayudan a comprender por qué ciertas formas se aceptan y otras generan distancia. Esta elección se sostuvo en la necesidad de ordenar información observable del grupo estudiado y, al mismo tiempo, ampliar la comprensión de factores que influyen en sus decisiones comunicativas.

Se precisó que el nivel descriptivo organizó los patrones estadísticos dentro de cada dimensión, mientras el componente exploratorio permitió comprender factores formativos y técnicos asociados con la toma de decisiones lingüísticas. De este modo, se delimitó el alcance del estudio y se evitó atribuir relaciones causales no contempladas en el diseño.

Diseño de investigación

El diseño fue no experimental y transversal, debido a que no existió una manipulación de las variables y la información se recogió en un solo momento del período marzo-agosto de 2025. Así, la integración de los resultados se realizó a través de un contraste entre los datos de los estudiantes y el criterio de los dos especialistas. En cuanto, a los componentes cuantitativo y cualitativo se analizaron por separado y, posteriormente, se compararon con una matriz por dimensiones que identificó las coincidencias, diferencias y los aportes complementarios.

Población

La población correspondió a 492 estudiantes legalmente matriculados en la carrera de Comunicación a Distancia de la Universidad Nacional de Loja durante el período marzo-agosto de 2025. Adicionalmente, se consideró una población informante de especialistas con experiencia en

comunicación e inclusión, debido a que su aporte permitió contextualizar decisiones lingüísticas y límites prácticos del entorno digital.

Se establecieron como criterios de inclusión la matrícula activa y la aceptación voluntaria del consentimiento informado digital, mientras como criterios de exclusión se consideraron cuestionarios con más del 20% de respuestas incompletas o registros duplicados. En consecuencia, esta delimitación fortaleció la transparencia del proceso y redujo posibles sesgos de selección.

Muestra

La muestra cuantitativa se conformó por 216 estudiantes, definida con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5% mediante fórmula para poblaciones finitas. Por otra parte, la fase cualitativa incluyó a dos especialistas seleccionados por su trayectoria académica y profesional: un especialista en periodismo digital y una especialista en observación de procesos comunicativos.

Muestreo

En el componente cuantitativo se empleó un muestreo probabilístico a partir del listado oficial de matrícula como marco de selección, de manera que cada estudiante tuviera oportunidad de participación. En cambio, para el componente cualitativo se utilizó un muestreo intencional, dado que se priorizó la idoneidad, la formación de cuarto nivel y la experiencia mínima de cinco años en docencia o investigación asociada con comunicación, lingüística o inclusión.

Técnicas

Se aplicó una encuesta para identificar patrones de reconocimiento, fuentes de información y percepciones sobre eficacia comunicativa del lenguaje inclusivo. Además, se realizaron entrevistas semiestructuradas a especialistas para profundizar en criterios de aceptabilidad y en barreras técnicas asociadas con accesibilidad digital.

Esta combinación permitió comparar lo que los estudiantes declaran con la lectura técnica de quienes trabajan el tema desde la docencia y la comunicación, lo cual coincide con enfoques que recomiendan el uso de más de una técnica para sostener interpretaciones consistentes (Venegas-Mejía et al., 2025).

Instrumentos

El cuestionario se aplicó en formato digital mediante Google Forms y se estructuró con preguntas cerradas orientadas a tres dimensiones: (a) reconocimiento de variantes lingüísticas asociadas al lenguaje inclusivo, (b) fuentes de información utilizadas por los estudiantes, y (c) percepciones sobre eficacia comunicativa del uso del lenguaje inclusivo. Se elaboró una matriz de correspondencia entre dimensiones, indicadores e ítems, de modo que cada pregunta respondiera de forma directa a un componente del objetivo general; por tanto, esta organización evitó vacíos entre lo que se pretendía medir y lo que efectivamente se preguntó.

De manera complementaria, la entrevista semiestructurada siguió una guía con preguntas abiertas para indagar jerarquías de aceptación de formas inclusivas y límites de accesibilidad en lectura digital.

Validez y confiabilidad

La validez de ambos instrumentos se aseguró mediante juicio de pares académicos, con énfasis en claridad, coherencia interna y correspondencia entre preguntas y dimensiones evaluadas, tras lo cual se incorporaron ajustes de redacción y de orden de ítems. La revisión contó con tres académicos con formación doctoral en comunicación y lingüística, quienes evaluaron claridad, coherencia y pertinencia mediante un formato estructurado; posteriormente se ajustaron redacciones y orden de ítems para mejorar comprensión. Esta ruta se alinea con propuestas que describen la revisión por expertos como una vía práctica para depurar instrumentos, mejorar formulaciones y fortalecer el contenido antes de su aplicación (Hernández et al., 2024).

En cuanto a la confiabilidad, el estudio sostuvo consistencia del proceso mediante aplicación uniforme del cuestionario, registro automático de respuestas y un análisis descriptivo que evitó cambios de criterio durante el tratamiento de datos, además de una integración final que contrastó hallazgos de ambas fases para sostener conclusiones compatibles con la evidencia disponible.

Además, se aplicó una prueba piloto a 25 estudiantes que no formaron parte de la muestra definitiva y se calculó el coeficiente alfa de Cronbach para la escala de percepción, cuyo valor fue de 0,82,

lo cual evidenció consistencia interna adecuada antes de la aplicación final.

Procedimiento de recolección y análisis de datos

La ejecución se organizó en dos momentos, ya que primero se aplicó la encuesta y se realizaron entrevistas virtuales con especialistas. Después, se revisaron resultados cuantitativos y cualitativos por separado, para luego integrarlos en una lectura única que permitiera explicar coincidencias y contrastes. Este procedimiento respondió a la necesidad de observar tendencias del grupo estudiantil sin perder el sentido de sus argumentos y de los criterios técnicos del campo.

Antes del análisis definitivo se realizó una revisión de consistencia de la base de datos para eliminar registros incompletos y verificar coherencia en las respuestas. Así, el tratamiento posterior se apoyó en información depurada.

Fases del procedimiento operativo

En la primera fase se difundió el enlace del cuestionario, se registró la participación y se cerró el formulario al completar la muestra prevista. En paralelo, se coordinó la agenda con especialistas y se desarrollaron entrevistas por videollamada con autorización previa. En la segunda fase se ordenaron las bases de respuestas y se sistematizaron los contenidos de entrevista, con una integración posterior que colocó los datos de los estudiantes frente a la lectura experta para explicar divergencias.

Procesamiento y análisis estadístico

Los datos del cuestionario se exportaron a Microsoft Excel y se analizaron con las frecuencias y los porcentajes para poder describir los patrones de reconocimiento, aceptación y las fuentes de información. De tal modo que este tratamiento correspondió al alcance descriptivo del estudio y no se utilizó para el poder establecer aquellas relaciones causales.

En paralelo, la información cualitativa se organizó por temas asociados con la aceptabilidad y la accesibilidad digital a través de una lectura comparativa que permitió el poder identificar los argumentos recurrentes y contrastarlos con los resultados porcentuales. Finalmente, el criterio

de los dos especialistas se utilizó como un apoyo interpretativo para así examinar las coincidencias y las diferencias con los resultados del cuestionario.

Aspectos éticos y protección de datos

El estudio no contó con revisión por un comité de ética institucional. Por lo que antes de iniciar la encuesta o la entrevista, se presentó un consentimiento informado digital en el que se comunicó el propósito del estudio y el carácter voluntario de la participación. Así, cada persona decidió su participación sin

consecuencias académicas. Además, los registros se limitaron a la información utilizada en el análisis, se evitó la identificación personal en los reportes y el acceso a los archivos quedó restringido al equipo investigador. Y es por ello, que el tratamiento de la privacidad siguió los criterios descritos para las investigaciones desarrolladas en entornos digitales (Granizo-Garrido, 2024).

III. RESULTADOS

Tabla 1. Características sociodemográficas

Variable	Categoría	f	%
Edad	30 o más	80	37
	27 a 29	43	20
	24 a 26	37	17
	21 a 23	32	15
	18 a 20	24	11
Género	Mujer	140	65
	Hombre	74	34
	Otra identidad o prefiere no responder	2	1
Ciclo académico	Primer ciclo	15	7
	Segundo ciclo	39	18
	Tercer ciclo	30	14
	Cuarto ciclo	26	12
	Quinto ciclo	32	15
	Sexto ciclo	22	10
	Séptimo ciclo	20	9
	Octavo ciclo	32	15

La tabla 1 indica que la mayor proporción se concentra en 30 o más con 37%, seguida por 27 a 29 con 20%, después 24 a 26 con 17%, a continuación 21 a 23 con 15% y, finalmente, 18 a 20 con 11%. En género, mujer registra 65%, luego hombre alcanza 34% y otra identidad o preferencia de no respuesta marca 1%. En ciclo académico, segundo ciclo presenta 18%, seguido por quinto ciclo y octavo ciclo con 15% cada uno, después tercer ciclo con 14%, a continuación cuarto ciclo con 12%, luego sexto ciclo

con 10%, seguido por séptimo ciclo con 9% y primer ciclo con 7%.

De lo anterior se desprende que la muestra reúne edades y niveles académicos distintos, lo cual permite observar posturas desde trayectorias formativas variadas, además la mayoría femenina perfila el marco predominante de participación, mientras la proporción menor en identidades no declaradas reduce la comparación interna para esa condición.

Tabla 2. Reconocimiento de variantes asociadas al lenguaje inclusivo

Variable	Sí		No		No está seguro	
	f	%	f	%	f	%
Lenguaje no infantilizante en discapacidad	184	85	17	8	15	7
Símbolos arroba y x	175	81	24	11	17	8
Sustantivos colectivos	175	81	30	14	11	5
Términos sobre diversidad sexual y de género	164	76	30	14	22	10
Desdoblamiento los y las	136	63	41	19	39	18
Morfema e	132	61	65	30	19	9

El reconocimiento declarado alcanzó que el porcentaje superior en el lenguaje no infantilizante referido a la discapacidad, con el 85%. Además, los símbolos arroba y x y los sustantivos colectivos registraron el 81%, mientras que los términos relacionados con la diversidad sexual y de género alcanzaron el 76%. En cambio, el desdoblamiento «los y las» obtuvo el 63% y el morfema e registró el 61%. De tal modo, esta distribución indica que el conocimiento declarado de una variante no equivale a su aceptación técnica, esto debido a que los especialistas asociaron algunos símbolos con las dificultades de la legibilidad y la accesibilidad digital.

En la respuesta negativa, el morfema e presenta 30%, seguido por desdoblamiento los y las con 19%, después sustantivos colectivos con 14% junto con términos sobre diversidad sexual y de género con 14%, a continuación símbolos arroba y x con 11% y, finalmente, lenguaje no infantilizante en discapacidad con 8%.

En indecisión, desdoblamiento los y las registra 18%, seguido por términos sobre diversidad sexual y de género con 10%, después morfema e con 9%, a continuación símbolos arroba y x con 8%, luego lenguaje no infantilizante en discapacidad con 7% y sustantivos colectivos con 5%.

En consecuencia, los estudiantes reconocieron con una distinta frecuencia las variantes examinadas, mientras que, el morfema e concentró el porcentaje mayor de la respuesta negativa y el desdoblamiento «los y las» reunió el porcentaje superior de la indecisión. Por lo que, esta distribución indica que una parte del grupo todavía no define los criterios estables para así poder decidir cuándo utilizar cada variante.

Tabla 3. Frecuencia de uso del lenguaje inclusivo en comunicación digital

Categoría	f	%
A veces	61	28
Frecuentemente	58	27
Siempre	41	19
Rara vez	41	19
Nunca	15	7

La tabla 3 ubica el mayor valor en a veces con 28%, seguido por frecuentemente con 27%, después siempre con 19% junto con rara vez con 19% y, finalmente, nunca con 7%.

Lo anterior sugiere que el uso se comporta como práctica condicionada por el contexto, debido a que siempre, frecuentemente y a veces suman 74% y describen una mayoría con uso en distintos grados, mientras rara vez y nunca suman 26% y describen una minoría que lo limita.

Tabla 4. Fuentes de información sobre lenguaje inclusivo

Fuente	f	%
Redes sociales	160	40
Medios digitales	68	17
Medios tradicionales	42	11
Conversaciones con pares o familia	41	10
Artículos académicos	32	8
Guías o manuales	17	4
Talleres universitarios	15	4
Talleres externos	14	4
Otras o ninguna	6	2

Nota. Pregunta de selección múltiple con un total de menciones igual a 395. De tal modo que los porcentajes fueron calculados sobre el total de menciones.

La tabla 4 muestra que redes sociales concentra 40%, seguido por medios digitales con 17%, después medios tradicionales con 11%, a continuación conversaciones con pares o familia con 10%, luego artículos académicos con 8%, seguido por guías o manuales con 4% junto con talleres universitarios con 4% y talleres externos con 4%, mientras otras o ninguna registra 2%.

A partir de lo expuesto se infiere que la construcción de criterio se apoya principalmente en circuitos digitales de alta exposición, dado que redes sociales y medios digitales suman 57%, mientras artículos académicos, guías y talleres suman 20% y describen un peso menor de rutas formativas estructuradas, en tanto el porcentaje restante se ubica en medios tradicionales y conversaciones.

Tabla 5. Percepción del impacto del lenguaje inclusivo en la comunicación digital

Ítem	Respuesta	f	%
Claridad del mensaje	Totalmente en desacuerdo	65	30
	De acuerdo	52	24
	Neutral	49	23
Eficacia del mensaje	Totalmente de acuerdo	37	17
	En desacuerdo	13	6
	Totalmente de acuerdo	84	39
Recepción del mensaje	De acuerdo	63	29
	Neutral	41	19
	Totalmente en desacuerdo	19	9
Competencia en la era digital	En desacuerdo	9	4
	Totalmente de acuerdo	69	32
	De acuerdo	67	31
	Neutral	54	25
	Totalmente en desacuerdo	15	7
	En desacuerdo	11	5
	Totalmente de acuerdo	82	38
	De acuerdo	54	25
	Neutral	52	24
	Totalmente en desacuerdo	15	7
	En desacuerdo	13	6

La tabla 5 indica que, en eficacia del mensaje, totalmente de acuerdo registra 39% y de acuerdo 29%, mientras neutral marca 19%, seguido por totalmente en desacuerdo con 9% y en desacuerdo con 4%. En recepción del mensaje, totalmente de acuerdo alcanza 32% y de acuerdo 31%, seguido por neutral con 25%, después totalmente en desacuerdo con 7% y en desacuerdo con 5%. En competencia en la era digital, totalmente de acuerdo presenta 38%, seguido por de acuerdo con 25% y neutral con 24%, después totalmente en desacuerdo con 7% y en desacuerdo con 6%. En claridad del mensaje, totalmente en

desacuerdo registra 30%, seguido por de acuerdo con 24% y neutral con 23%, después totalmente de acuerdo con 17% y en desacuerdo con 6%.

Así pues queda claro que los estudiantes asocian el lenguaje inclusivo con eficacia y buena recepción en mayor proporción, aunque la claridad presenta una distribución dividida, lo cual apunta a percepciones distintas según la forma utilizada y el espacio digital. Mientras el conjunto de respuestas neutrales sostiene un margen de duda que requiere criterios consistentes para la toma de decisiones.

Tabla 6. Conocimiento de accesibilidad digital y aplicación de acciones inclusivas

Variable	Categoría	f	%
Familiaridad con accesibilidad digital	Algo familiarizado	76	35
	Poco familiarizado	71	33
	Muy familiarizado	45	21
	Totalmente desconocido	22	10
	Experto	2	1
Aplicación de acciones inclusivas	A veces	86	40
	Raramente	52	24
	Frecuentemente	41	19
	Nunca	24	11
	Siempre	13	6

La tabla 6 muestra que, en familiaridad con accesibilidad digital, algo familiarizado alcanza 35%, seguido por poco familiarizado con 33%, después muy familiarizado con 21%. A continuación totalmente desconocido con 10% y experto con 1%. En aplicación de acciones inclusivas, a veces registra 40%, seguido por raramente con 24%, después frecuentemente con 19%, a continuación nunca con 11% y siempre con 6%.

Considerando lo expuesto se confiere que la familiaridad se concentra en niveles intermedios y bajos. Además la aplicación se mantiene principalmente en el rango de uso ocasional, lo cual señala una práctica que aparece con frecuencia, aunque sin constancia suficiente para asumirla como hábito técnico, mientras el porcentaje de experticia se mantiene mínimo.

Tabla 7. Contraste entre resultados cuantitativos y criterio experto

Variable	Evidencia		Resultado
	Cuantitativa	Cualitativa	
Reconocimiento de variantes lingüísticas asociadas al lenguaje inclusivo	El lenguaje no infantilizante en discapacidad registró el 85% de reconocimiento; los símbolos arroba y x registraron el 81%; los sustantivos colectivos registraron el 81% y el morfema e registró el 61%. En la respuesta negativa, el morfema e alcanzó el 30 %, mientras la mayor indecisión se concentró en el desdoblamiento «los y las», con el 18 %.	Los especialistas describen una jerarquía donde los sustantivos colectivos se asocian con mayor aceptación institucional, además ubican el desdoblamiento como forma identificable por su presencia en discursos oficiales, sitúan el morfema e como opción conocida pero resistida en espacios académicos y describen símbolos como x, asterisco y arroba como formas en desuso por problemas de legibilidad y accesibilidad	La convergencia confirma preferencia por formas que no alteran la estructura del español en contextos formales; sin embargo, la discrepancia aparece cuando los estudiantes reconocen símbolos con alta frecuencia y el criterio experto los considera poco funcionales, lo cual sugiere que parte del reconocimiento proviene de memoria de usos digitales y no de criterios de producción profesional
Fuentes de información utilizadas por los estudiantes	Las redes sociales concentraron el 40% de las menciones; los medios digitales registraron el 17%; los artículos académicos, el 8%; las guías o manuales, el 4%, y la categoría otras o ninguna, el 2%.	Los especialistas reportan desplazamiento del aprendizaje desde el aula hacia redes sociales, con influencia de contenidos breves, ejemplos visuales y figuras digitales, mientras manuales y guías aparecen sobre todo en trabajos formales y no como referencia cotidiana	La coincidencia indica que el criterio se forma principalmente por exposición diaria en plataformas, lo cual facilita aprender la forma visible de las expresiones; no obstante, la baja presencia de fuentes académicas y normativas sugiere menor acompañamiento para explicar motivos de uso, límites de contexto y consecuencias en accesibilidad

Percepciones sobre eficacia comunicativa del uso del lenguaje inclusivo	En eficacia del mensaje, el acuerdo suma 68%; en recepción del mensaje, el acuerdo suma 63%; en competencia en la era digital, el acuerdo suma 63%; en claridad del mensaje, el desacuerdo suma 36% y el acuerdo suma 41%	Los especialistas señalan que plataformas de ritmo rápido favorecen soluciones breves como sustantivos colectivos o retorno al masculino genérico, además advierten que símbolos como x o asterisco dificultan lectura asistida y reducen claridad, mientras algunas formas se interpretan con tono jocoso en ciertos grupos y esto afecta receptividad	La coincidencia sostiene que los estudiantes asocian el lenguaje inclusivo con eficacia y recepción en términos generales; aun así, la división en claridad se explica por el efecto del canal y de la forma elegida, dado que algunas variantes generan ruido de lectura o rechazo social, lo cual afecta la comprensión y la disposición del público
---	---	---	--

El contraste mostró las coincidencias en el origen del aprendizaje, esto debido a que las redes sociales dominaron en la encuesta y también aparecieron en el criterio experto. Así mismo, se identificaron las diferencias en la valoración de algunas variantes, puesto que los estudiantes reconocieron los símbolos con una alta frecuencia, mientras que los especialistas señalaron las limitaciones vinculadas con la accesibilidad. Es por ello que en conjunto, esta comparación permitió interpretar los porcentajes a partir de dos perspectivas expertas, sin asumir que estas representan al conjunto del campo profesional.

IV, DISCUSIÓN

El estudio demuestra que el lenguaje inclusivo se reconoce de forma amplia en la muestra, aunque ese reconocimiento no siempre se traduce en uso constante y tampoco garantiza decisiones compatibles con la comunicación digital accesible. En ese marco, los datos describen una aceptación alta de formas percibidas como habituales, una preferencia por aprendizajes situados en redes sociales y una valoración mayoritaria de la eficacia del mensaje, mientras la claridad divide opiniones cuando se evalúa el impacto comunicativo.

Bonnin y Coronel (2021) sostienen que una actitud favorable hacia el lenguaje inclusivo no implica una disposición equivalente para utilizarlo de manera constante. Por consiguiente, la distancia entre la aceptación y la práctica puede interpretarse como un patrón asociado con el contexto de uso y con la presión social presente en los entornos digitales.

Enfoque del estudio

En términos generales, los estudiantes mostraron un conocimiento amplio de varias formas asociadas al lenguaje inclusivo, aunque esa familiaridad no se tradujo de forma automática en uso constante.

Al mismo tiempo, las respuestas sugirieron que la aceptación depende del tipo de forma, del canal de comunicación y del público esperado, por lo que la práctica cotidiana se mueve entre soluciones que se perciben como claras y soluciones que se perciben como identitarias, con tensiones visibles cuando se prioriza la rapidez de la interacción digital.

Desde la visión de los autores, se observa una coincidencia con la idea de que la universidad suele funcionar como espacio de regulación y, a la vez, como espacio de debate. Por una parte, Bórtoli (2022) describió la necesidad de que las instituciones ofrezcan orientaciones para que quien decida usar estas formas lo haga con coherencia y sin afectar el sentido del texto.

Por otra parte, Barnech (2024) documentó un panorama institucional con avances y retrocesos que deja decisiones poco estables sobre qué se acepta en la comunicación pública. Ese diálogo entre norma y práctica ayuda a explicar por qué los estudiantes pueden reconocer formas inclusivas y, sin embargo, ajustar su uso según el contexto formal o informal.

Reconocimiento de variantes lingüísticas asociadas al lenguaje inclusivo

El reconocimiento fue alto en estrategias que no alteran de manera visible la lectura tradicional, especialmente cuando se trata de sustantivos colectivos o genéricos y cuando se evita un trato infantilizante hacia personas con discapacidad. En cambio, el conocimiento bajó cuando se preguntó por marcas gráficas como la x, la arroba o el asterisco, mientras que el morfema e ocupó un lugar intermedio, con una distancia clara entre saber que existe y decidir usarlo.

De tal modo que en estudios recientes se aprecia un patrón similar, aunque con matices: Stetie et al. (2024) reportaron un uso declarado de formas

no binarias en una parte amplia de su muestra universitaria y señalaron diferencias según variables personales. En cambio, Mañoso-Pacheco y Sánchez-Cabrero (2024) describieron una aceptación alta en población en formación docente, con preferencia por formas que el entorno académico percibe como compatibles con la escritura habitual. Ese intercambio sugiere que el reconocimiento crece cuando la forma circula en espacios cercanos, aunque la aceptación se consolida cuando la forma se percibe como comprensible para públicos amplios.

Fuentes de información utilizadas por los estudiantes

El principal canal de aprendizaje declarado correspondió a las redes sociales, seguido de los medios digitales, mientras que los talleres y los artículos académicos registraron una presencia inferior. En las entrevistas, los especialistas indicaron que el aprendizaje ocurre por la exposición diaria a los ejemplos, memes y los modelos de habla cercanos. Así mismo, señalaron que los estudiantes cambian de registro con facilidad, ya que adoptan aquellas expresiones inclusivas en los espacios informales y vuelven a las expresiones tradicionales en los contextos institucionales.

Por lo tanto, se demuestra esa doble cara del entorno digital: Canale (2025) identificó que en X circulan argumentos recurrentes que intentan desautorizar el lenguaje inclusivo al presentarlo como imposición, como innecesario o como inclusión aparente. Por su parte, Bonilla-Del-Río et al. (2024) demostraron que en TikTok se discute el uso de términos para referirse a la discapacidad y se evalúa qué se considera adecuado o inapropiado desde la experiencia de creadores de contenido. Esa conversación entre ambos enfoques indica que las redes sociales enseñan formas y, al mismo tiempo, amplifican conflictos que influyen en la aceptación actitudinal.

Percepciones sobre eficacia comunicativa del uso del lenguaje inclusivo

Los resultados cuantitativos mostraron una valoración positiva de la eficacia y de la recepción del mensaje cuando se usa lenguaje inclusivo, mientras que la claridad apareció dividida: una proporción importante expresó desacuerdo con la idea de que

estas formas mejoran la claridad, aunque también se observó un grupo que estuvo de acuerdo. En la parte cualitativa, los especialistas ubicaron a los sustantivos colectivos en la parte alta de aceptabilidad y dejaron a la x, el asterisco y la arroba en el nivel más bajo, sobre todo por legibilidad y por problemas de accesibilidad. Además, mencionaron que ciertas formas, como *elle*, pueden recibir lecturas de burla en algunos contextos juveniles, lo que afecta la credibilidad del mensaje.

En investigaciones recientes aparece un matiz útil para interpretar esa tensión: Nadal (2024) encontró aumentos en el esfuerzo de lectura cuando se introducen marcas como la arroba o la e, con efectos visibles en los tiempos de procesamiento. Por otra parte, Páramo y Burbano (2025) reportaron que, en ciertos escenarios, la comprensión no cambia de manera significativa, lo que abre la posibilidad de que el problema principal no sea “entender o no entender”, sino cómo se percibe la fluidez del texto y cuánto esfuerzo se siente al leerlo. Esta situación sugiere que la eficacia puede mantenerse en términos de comprensión, aunque la percepción de claridad dependa del tipo de marca y del hábito lector.

Respuesta al objetivo

Al integrar las tres dimensiones, se observó que los estudiantes conocieron varias variantes, aprendieron principalmente a través de las redes sociales y valoraron de manera positiva la eficacia del mensaje, aunque mantuvieron dudas sobre la claridad ante determinadas marcas lingüísticas. A la vez, la familiaridad con las pautas de accesibilidad digital se ubicó en los niveles bajos o intermedios, con una proporción mínima que se identificó como experta. De este modo, esta distribución mostró una distancia entre la intención inclusiva y las condiciones técnicas utilizadas para facilitar el acceso al mensaje.

Ojeda-Mera et al. (2024) señalaron que la accesibilidad web debe examinarse a través de las evaluaciones y las herramientas destinadas a comprobar el acceso a la información. En contraste, Castelló-Martínez et al. (2024) mostraron que, incluso en las campañas orientadas a la sensibilidad social, conviven los recursos inclusivos con el masculino genérico y aparecen los elementos gráficos que no siempre resultan operables para todos los públicos. De tal modo, que el presente contraste conecta la accesibilidad con la comunicación

estratégica y muestra que la aceptación actitudinal no basta cuando una elección lingüística introduce las barreras técnicas en los entornos digitales.

Implicaciones

Los resultados aportan desde una respectiva teórica, a entender el lenguaje inclusivo como práctica social que se aprende en circulación digital y se ajusta según el entorno, por lo que la aceptación no basta para explicar el uso. Además, el estudio muestra que la claridad funciona como un punto de tensión que obliga a pensar la inclusión como equilibrio entre intención, norma y recepción del mensaje.

En el plano institucional, Gutiérrez y Salcedo (2024) documentaron la coexistencia de los usos neutros, desdoblamientos y masculino genérico en las redes sociales universitarias. Así, este antecedente demuestra que las prácticas institucionales no solo siguen un único criterio lingüístico, por lo que esta situación que debe considerarse al interpretar las decisiones de escritura de los estudiantes.

En la situación práctica, los resultados orientan la necesidad de fortalecer la formación en escritura para audiencias diversas, con criterios que prioricen comprensión y accesibilidad en entornos digitales. Además, se hace necesario que la universidad ofrezca orientaciones de estilo que permitan decidir entre alternativas como sustantivos colectivos, desdoblamientos y otras estrategias, con atención específica a la lectura asistida y a la producción multiplataforma.

Finalmente, desde una perspectiva técnica, Castellanos (2023) identificó las limitaciones de la accesibilidad digital en los sitios web universitarios, mientras que Ojeda-Mera et al. (2024) analizaron las evaluaciones y las herramientas utilizadas para así estudiar la accesibilidad web en América Latina. Por lo que cada uno de estos antecedentes guían a las decisiones lingüísticas con las condiciones técnicas presentes en la comunicación digital.

Limitaciones

El estudio se basó en las respuestas declaradas por los estudiantes y en el criterio de dos especialistas, por lo que los resultados describieron las percepciones y las valoraciones sin observar directamente los productos comunicativos. Debido al número de los participantes del componente cualitativo, el criterio

experto se utilizó como un apoyo interpretativo y no como representación general de los especialistas del campo. Así mismo, el diseño transversal limitó el análisis de los cambios a lo largo del tiempo.

Futuras líneas de investigación

Las futuras investigaciones pueden indagar en el análisis de los textos producidos por los estudiantes en los distintos ciclos universitarios y las plataformas, con el propósito de poder contrastar aquello que se declara con aquello que se escribe en los contextos evaluados. De igual manera, pueden evaluarse aquellas intervenciones educativas sobre las accesibilidad digital y la redacción inclusiva a través de las mediciones anteriores y posteriores a su aplicación, con una atención a la comprensión, la recepción y las condiciones de lectura.

V. CONCLUSIONES

Se concluye que la aceptación del lenguaje inclusivo en la formación de futuros comunicadores se expresa con fuerza en el reconocimiento de varias formas y en la valoración positiva de su eficacia comunicativa. Aunque esa aceptación no se convierte siempre en uso constante porque la decisión lingüística se ajusta al contexto, al canal digital y a la presión percibida en escenarios académicos. Por esta razón, se recomienda que la carrera ofrezca orientaciones de escritura que conecten el propósito inclusivo con condiciones reales de lectura, además conviene incorporar ejercicios de producción textual con retroalimentación formativa para reducir la distancia entre lo que se aprueba como idea y lo que se aplica como práctica.

En la dimensión de reconocimiento de las variantes, los estudiantes identificaron con distinta frecuencia los recursos lingüísticos examinados, mientras que el morfema *e* concentró el porcentaje superior de respuesta negativa y el desdoblamiento reunió el porcentaje superior de indecisión. Así, esta distribución manifiesta las diferencias en la aceptación y en la duda ante determinados recursos lingüísticos. En consecuencia, se recomienda reforzar el aprendizaje con actividades que expliquen la función de cada variante y su adecuación según el tipo de texto, de modo que los estudiantes practiquen las decisiones justificadas en los productos académicos y digitales sin depender únicamente de la costumbre o

del temor a la corrección.

En la dimensión de fuentes y percepciones comunicativas, las redes sociales dominan el aprendizaje y favorecen una adopción rápida de formas visibles, mientras la eficacia y la recepción se valoran de manera mayoritaria y la claridad aparece dividida porque depende de la variante elegida y de las condiciones de lectura en plataformas. Por lo anterior, se recomienda fortalecer el rol universitario con espacios breves de discusión guiada sobre ejemplos reales que circulan en entornos digitales y, a la vez, integrar criterios de claridad y accesibilidad en la formación para evitar recursos que dificulten la lectura asistida, además resulta pertinente promover rutinas simples de revisión antes de publicar para sostener mensajes comprensibles para audiencias diversas.

VI. REFERENCIAS

- Barnech Cuervo, M. (2024). Experiencias sobre el uso de lenguaje inclusivo en la Administración Pública de Uruguay. *Revista De Derecho*, (29), e3977. <https://doi.org/10.22235/rd29.3977>
- Bonilla-Del-Río, M., Di-Cintio, A. y Pérez-Rodríguez, A. (2024). #Discapacidad y #diversidadfuncional. Evolución terminológica desde la perspectiva de los creadores de contenido en TikTok. *Ámbitos. Revista Internacional De Comunicación*, (65), 12–31. <https://doi.org/10.12795/Ambitos.2024.i65.01>
- Bonnin, J. y Coronel, A. (2021). Attitudes Toward Gender-Neutral Spanish: Acceptability and Adoptability. *Frontiers In Sociology*, 6, 629616. <https://doi.org/10.3389/fsoc.2021.629616>
- Bórtoli, P. (2022). Lenguaje no binario en las aulas: lo disruptivo de la emergencia social frente al poder de la norma. *Recial*, 13(22), 338-352. <https://doi.org/10.53971/2718.658x.v13.n22.39628>
- Canale Fazzini, G. (2025). Estrategias discursivas en contra del lenguaje inclusivo de género no-binario en X. *Signo y Señal*, 48. <https://doi.org/10.34096/sys.n48.17521>
- Castellanos, P. (2023). Accesibilidad Digital para páginas web universitarias del Ecuador. *Comhumani-*
- tas*, 14(2), 127-154. <https://doi.org/10.31207/rch.v14i2.408>
- Castelló-Martínez, A., Ramos-Serrano, M. y Sánchez-Labella Martín, I. (2024). Lenguaje inclusivo y perspectiva de género en la publicidad: el caso del Festival El Sol (2022). *AdComunica*, (27), 141–166. <https://doi.org/10.6035/adcomunica.7653>
- Castro Rodríguez, M., Iglesias Amorín, F. y Méndez García, R. (2025). Accesibilidad e inclusión educativa en la Educación Secundaria Obligatoria: un análisis de plataformas y materiales didácticos digitales. *Edu-tec, Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, (94), 101-115. <https://doi.org/10.21556/educ.2025.94.4141>
- Colin Salazar, Del C. y Vargas-Vega, B. (2024). El uso del lenguaje inclusivo en textos formales y coloquiales. *Semas*, 5(9), 77-99. <https://doi.org/10.61820/semas.2683-3301.v5n9.149>
- Cote-Peña, C., Cortés-Aguilar, A. y Cardenas-Angarita, G. (2024). Uso del lenguaje incluyente y no sexista: Análisis en una institución pública de salud. *EN-TRAMADO*, 21(1). <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.1.11197>
- Díaz-Chica, Ó., Pascual Pérez, C. y Arráez Betancort, R. (2024). Tipos de discapacidad y comunicación inclusiva: Una aproximación desde los adolescentes. *Sphera Publica*, 2(24). <https://sphera.ucam.edu/index.php/sphera-01/article/view/515>
- García Negroni, M. y Hall, B. (2020). Procesos de subjetivación y lenguaje inclusivo. *Literatura y Lingüística*, 42, 275-301. <https://doi.org/10.29344/0717621x.42.2597>
- Granizo-Garrido, R. (2024). Educar y Practicar la Ética Digital. *Revista Docentes 2.0*, 17(1), 79-86. <https://doi.org/10.37843/rtded.v17i1.435>
- Gutiérrez Morales, I. y Salcedo Mena, J. (2024). Uso del lenguaje inclusivo en las redes sociales de instituciones de educación superior. *Transdigital*, 5(10), e357. <https://doi.org/10.56162/transdigital357>

- Hernández Briones, M., García Magallanes, A., Corona Cruz, K., Villalpa Martínez, H. y Hernández Abrego, R. (2024). Diseño y validación de contenido por juicio de expertos de un instrumento para evaluar el impacto del COVID-19 en estudiantes de educación superior. *Revista Espacios*, 45(6). <https://doi.org/10.48082/espacios-a24v45n06p06>
- Landaeta-Mendoza, C. (2022). Innovación de Estrategias de Gestión en el Proceso Práctico Preprofesional. *Revista Docentes 2.0*, 14(1), 5-12. <https://doi.org/10.37843/rted.v14i1.292>
- Mañoso-Pacheco, L. y Sánchez-Cabrero, R. (2024). Gender-inclusive language usage in academia: exploring pre-service teachers' perspectives. *Issues In Language Studies*, 13(2), 87-102. <https://doi.org/10.33736/ils.6826.2024>
- Melero Carnero, L. (2024). Actitudes lingüísticas del alumnado de la Universidad de Bolonia (Italia) hacia el lenguaje inclusivo. *ELUA: Estudios De Lingüística. Universidad De Alicante*, (41), 165-184. <https://doi.org/10.14198/ELUA.24445>
- Montero Corrales, L. (2025). TikTok y prácticas informativas en la generación Z universitaria. *Revista de Comunicación de la SEECI*, 58, 1-20. <https://doi.org/10.15198/seeci.2025.58.e931>
- Nadal, L. (2024). Un estudio experimental sobre el lenguaje inclusivo: los efectos cognitivos de @ y e sobre el procesamiento. *ARCA* 24(1), 43-57. <https://doi.org/10.13135/1594-378x/8872>
- Ojeda-Mera, C., Injante, R., Valles-Coral, M., Pinedo, L., Tejada, K. y García-Bautista, A. (2024). Estado actual de la accesibilidad web en Latinoamérica: una revisión exploratoria de las evaluaciones y herramientas utilizadas. *Revista Española De Documentación Científica*, 47(1), e378. <https://doi.org/10.3989/redc.2024.1.1464>
- Palma, A., Arellano, N., Celi, M., De los Ángeles Chimentí, M., De los Ríos, M. y Stetie, N. (2024). Lenguaje inclusivo: vademécum lingüístico. *REVISTA CUH-SO*, 34(1), 709-750. <https://doi.org/10.7770/cuh-so-v34n1-art713>
- Páramo, P. y Burbano, A. (2025). Efectos del lenguaje inclusivo en la comprensión lectora de textos en español. *Praxis & Saber*, 16(47), 1-20. <https://doi.org/10.19053/uptc.22160159.v16.n47.2025.19902>
- Stetie, N., Desmery, L. y Martín, L. (2024). Lenguaje inclusivo de género en la población universitaria argentina. *Acta Scientiarum. Language and Culture*, 46(2), e71899. <https://doi.org/10.4025/actascilangcult.v46i2.71899>
- Venegas-Mejía, V., Esquivel-Grados, J., Gonzales-Benites, M. y Altamirano-Julca, Y. (2025). Validez y confiabilidad en investigaciones en ciencias sociales y políticas. Análisis comparativo en los enfoques cuantitativo, cualitativo y mixto. Zenodo <https://doi.org/10.5281/zenodo.17757052>

Interculturalidad y paz escolar en desempeño académico por competencias en estudiantes del régimen Costa, 2025-2026

Mariana Elizabeth Espinoza León^{1*}, Pablo José Gutiérrez Quezada²,
Jimmy Patricio Moreno³; Holinda del Cisne Medina Montaña⁴

Resumen

El estudio examinó la relación entre interculturalidad, paz escolar y desempeño académico por competencias en estudiantes de Educación Básica Superior del régimen Costa durante el año lectivo 2025-2026. El objetivo consistió en aplicar un programa de refuerzo después de clases compuesto por 34 sesiones semanales, orientado al trabajo de la convivencia, la interculturalidad y el desempeño por competencias. Se utilizó un enfoque mixto secuencial explicativo con estructura pretest-posttest, cortes intermedios y triangulación mediante portafolio y observación docente. La muestra estuvo conformada por 160 estudiantes de octavo y noveno año. Los resultados mostraron incrementos entre las mediciones inicial y final en respeto, empatía, colaboración, autorregulación y reconocimiento intercultural, junto con diferencias en comunicación, trabajo colaborativo y resolución de problemas. La asistencia se asoció con la convivencia total final ($p = 0,50$), el reconocimiento intercultural final ($p = 0,43$) y el desempeño académico final ($p = 0,46$), con $p < ,001$. La convivencia total presentó una diferencia estadísticamente significativa entre el inicio y el final, $t(159) = 14,60$, $p < ,001$, $d_z = 1,15$. En conjunto, los resultados describieron variaciones favorables durante el periodo analizado, aunque el diseño sin grupo de comparación no permite atribuir las exclusivamente al programa.

Palabras clave: interculturalidad, convivencia escolar, paz escolar, aprendizaje por competencias, educación básica superior.

Interculturality and School Peace in Competency-Based Academic Performance Among Students in the Costa Regime, 2025-2026

Abstract

The study examined the relationship between interculturality, school peace, and competency-based academic performance among lower secondary students in Ecuador's Costa regime during the 2025-2026 school year. The objective was to implement an after-school reinforcement program comprising 34 weekly sessions focused on school coexistence, interculturality, and competency-based performance. A sequential explanatory mixed-methods approach was used with a pretest-posttest structure, intermediate measurement points, and triangulation through student portfolios and teacher observations. The sample consisted of 160 eighth- and ninth-grade students. Results showed increases between the initial and final measurements in respect, empathy, collaboration, self-regulation, and intercultural recognition, together with differences in communication, collaborative work, and problem solving. Attendance was associated with final school coexistence ($p = .50$), final intercultural recognition ($p = .43$), and final academic performance ($p = .46$), with $p < .001$. Total school coexistence showed a statistically significant difference between the initial and final measurements, $t(159) = 14.60$, $p < .001$, $d_z = 1.15$. Overall, the results described favorable variations during the study period; however, the absence of a comparison group prevents attributing these changes exclusively to the program.

Keywords: interculturality, school coexistence, school peace, competency-based learning, lower secondary education.

Recibido: 07 de mayo de 2026

Aceptado: 24 de agosto de 2026

¹ Universidad Nacional de Loja, Ecuador; mariana.espinoza@unl.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0001-6997-6122>

² Universidad Nacional de Loja, Ecuador; pablo.j.gutierrez@unl.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0002-8051-505X>

³ Unidad Educativa "24 de Mayo", Ecuador; jimmy.patric34@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0008-1926-0618>

⁴ Universidad Nacional de Loja, Ecuador; holinda.medina@unl.edu.ec; <https://orcid.org/0009-0006-6603-4002>

*Autor de correspondencia

I. INTRODUCCIÓN

La interculturalidad en educación se entiende como una práctica cotidiana de reconocimiento, diálogo y aprendizaje entre personas con historias, lenguas, costumbres y modos de vida distintos; su presencia en la escuela se observa en el trato, las normas y las oportunidades de participación. A su vez, la paz escolar se expresa como un estado de convivencia que reduce la agresión, sostiene el respeto y mejora la resolución de conflictos dentro del aula.

En el ámbito educativo, la escuela cumple una función social que supera la transmisión de contenidos, porque también contribuye a la formación ciudadana y a los hábitos de convivencia. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible vinculan la educación de calidad con la inclusión y la equidad, lo que supone ambientes seguros para aprender, mientras que el objetivo orientado a paz y justicia plantea el fortalecimiento de prácticas pacíficas e instituciones confiables (Naciones Unidas, 2015a, 2015b). Sin embargo, estas metas se debilitan cuando la violencia entre pares o las expresiones de discriminación se normalizan dentro de la vida escolar.

La inseguridad en el aula afecta la autoestima, la participación y el sentido de pertenencia del estudiantado. En el plano institucional, los conflictos constantes incrementan la tensión, deterioran la relación entre la escuela y la familia y reducen la confianza en las normas compartidas. Esta situación también afecta procesos pedagógicos como el trabajo colaborativo, la escucha y el desarrollo de acuerdos, componentes relacionados con el aprendizaje por competencias.

En Ecuador, el marco normativo y de política educativa reconoce a las instituciones como espacios orientados a promover una cultura de paz, convivencia social e interculturalidad, lo que sitúa el problema dentro de las responsabilidades del sistema educativo (Asamblea Nacional del Ecuador, 2025). En el ámbito de la política educativa, el Ministerio de Educación, Deporte y Cultura (2025b) indicó que el país cuenta con un Plan Nacional para la Erradicación de la Violencia en el Contexto Educativo, dirigido a organizar acciones de prevención, detección y abordaje con énfasis en la protección de derechos dentro de la escuela. Por tanto, el análisis se delimitó

al régimen Costa en Ecuador durante el año lectivo 2025-2026, sin extender las interpretaciones hacia otros regímenes.

En relación con la interculturalidad, el desarrollo escolar implica trasladar el discurso hacia prácticas observables vinculadas con el reconocimiento de identidades, el trato sin estigmas y la participación sin barreras en las actividades comunes. La medición de estas dimensiones también presenta dificultades, debido a que un instrumento poco preciso puede confundir las opiniones con las conductas y limitar el seguimiento de los cambios. Pacco et al. (2024) señalan que la integración y el respeto por diversas perspectivas se asocian con mejores condiciones de interacción escolar cuando existen estrategias pedagógicas consistentes y normas explícitas de trato. En contraste, una atención superficial de la diversidad puede mantener prácticas de exclusión que afectan la vida cotidiana del aula y limitan el diálogo ante las diferencias.

Desde el campo de la evaluación, la literatura reciente destaca la utilización de instrumentos validados para estudiar la sensibilidad intercultural en población escolar, debido a que la calidad de la medición condiciona las decisiones pedagógicas y la interpretación de los resultados (Quishpe-Guano y Pérez-Fernández, 2025). Una medición confiable permite distinguir dimensiones como el respeto, la apertura hacia el otro y el manejo de malentendidos culturales, lo que facilita la comparación entre distintos momentos del periodo académico.

Respecto de la paz escolar y la convivencia, Ballena et al. (2025) plantean que la violencia escolar responde a factores múltiples y que su disminución implica acciones formativas continuas junto con protocolos de cuidado. Por su parte, Méndez et al. (2025) señalan que la convivencia escolar se relaciona con el aprendizaje, debido a que un clima deteriorado limita la concentración, reduce el esfuerzo académico y debilita el trabajo cooperativo en Educación Básica.

En conjunto, la literatura muestra que el reconocimiento de la diversidad y las normas de trato justo se relacionan con una menor presencia de tensiones vinculadas con la discriminación y con mayores manifestaciones de respeto. Sin embargo, estas relaciones pueden variar entre contextos según la continuidad de las acciones, el acompañamiento docente y las condiciones institucionales.

En el contexto ecuatoriano, el Ministerio de Educación, Deporte y Cultura (2025a) estableció lineamientos de convivencia intercultural dirigidos a fomentar la valoración de la diversidad y prácticas libres de discriminación dentro de la comunidad educativa. A pesar de este marco institucional, los contextos escolares expuestos a conflictividad social demandan intervenciones acompañadas de registros que permitan examinar las variaciones observadas, debido a que las disposiciones normativas por sí solas no describen cómo se desarrollan los hábitos, el seguimiento y los cambios dentro del aula.

En el ámbito local, la situación problemática se manifestó mediante conflictos entre estudiantes, debilitamiento de los acuerdos de aula y riesgos del entorno que afectaron el clima escolar, la participación y el desempeño en tareas por competencias. La brecha de conocimiento se ubicó en la ausencia de mediciones realizadas en distintos momentos del año lectivo que permitieran examinar la evolución de la interculturalidad y la paz escolar, junto con información cualitativa destinada a comprender el proceso observado y no únicamente el resultado final.

La investigación se justificó por su utilidad práctica, debido a que desarrolló un programa anual de refuerzo después de clases con registro semanal y seguimiento por periodos en dos instituciones del régimen Costa. Su aporte también se situó en la integración de mediciones cuantitativas comparables con información cualitativa orientada a interpretar las variaciones registradas sin atribuirles de manera exclusiva a la intervención.

El objetivo general fue aplicar, durante el año lectivo 2025-2026 del régimen Costa en Ecuador, un programa de refuerzo después de clases compuesto por 34 sesiones semanales con estrategias alternadas, orientado al fortalecimiento de la interculturalidad, la convivencia y la paz escolar, así como al acompañamiento del desempeño académico por competencias en estudiantes de Educación Básica Superior de dos instituciones educativas.

En correspondencia con este propósito, la pregunta de investigación fue: ¿cómo se relacionaron, en esta población y contexto, las variaciones registradas en interculturalidad, convivencia y paz escolar con el desempeño académico por competencias después de la intervención anual, y qué información procedente

de los productos del estudiantado y de la observación docente permitió interpretar dichas variaciones?

II. METODOLOGÍA

Enfoque y paradigma

El estudio se desarrolló con enfoque mixto y paradigma pragmático, debido a que integró mediciones comparables por cortes con evidencia cualitativa orientada a explicar el proceso observado. En esta lógica se alineó con el uso del diseño secuencial explicativo en investigaciones recientes que combinaron encuesta y profundización posterior para comprender patrones detectados en la fase cuantitativa (Healey et al., 2025).

Tipo de investigación

La investigación fue aplicada debido a que se ejecutó una intervención educativa en un contexto real. También presentó un alcance descriptivo, puesto que caracterizó los niveles de interculturalidad, convivencia y paz escolar en distintos momentos del año lectivo. A su vez, incorporó un componente correlacional orientado a examinar la asociación entre la participación en el programa y los resultados obtenidos en los indicadores seleccionados. El componente cualitativo permitió interpretar las variaciones observadas mediante los productos del estudiantado y los registros docentes.

Diseño de investigación

Se aplicó un diseño mixto secuencial explicativo de un solo grupo, con estructura pretest-postest y cortes intermedios durante el año lectivo. En el componente cuantitativo se describieron y compararon los indicadores de interculturalidad, convivencia y paz escolar en distintos momentos, junto con las mediciones inicial y final del desempeño académico por competencias. Posteriormente, el componente cualitativo se utilizó para interpretar las variaciones registradas mediante los productos del portafolio y los registros de observación docente. Esta organización siguió la lógica planteada por Nowell et al. (2024), quienes analizaron primero los patrones cuantitativos y después incorporaron información cualitativa para profundizar su interpretación.

Población

La población estuvo conformada por estudiantes

de Educación General Básica Superior de dos instituciones educativas pertenecientes al régimen Costa durante el año lectivo 2025-2026.

Muestra

La muestra estuvo conformada por 160 estudiantes, distribuidos en 80 de octavo y 80 de noveno año. La participación se efectuó con autorización institucional, consentimiento informado de los representantes legales y asentimiento del estudiantado cuando correspondió.

Muestreo

Se aplicó un muestreo no probabilístico por conveniencia debido a criterios de acceso, factibilidad operativa y autorización de las instituciones participantes. En consecuencia, la interpretación de los resultados se circunscribió a las dos instituciones estudiadas del régimen Costa y no se generalizó hacia otras instituciones o regímenes educativos.

Técnicas e instrumentos de investigación

La recolección de datos combinó técnicas cuantitativas y cualitativas para comparar los distintos momentos de medición e interpretar el proceso observado.

Técnicas

Se emplearon la encuesta por cortes, la evaluación de tareas por competencias, la observación sistemática de la convivencia en el aula y otros espacios de interacción, junto con el análisis de productos del portafolio. La revisión periódica permitió identificar variaciones en las conductas, el lenguaje y los acuerdos durante el año lectivo.

Instrumentos

Se aplicó un cuestionario con escala tipo Likert en cuatro momentos: inicio, corte 1, corte 2 y final. El instrumento examinó las dimensiones de respeto, empatía, colaboración, autorregulación y reconocimiento intercultural. También se utilizaron rúbricas para valorar las tareas por competencias, listas de cotejo para registrar desempeños observables, una guía de observación con indicadores conductuales y una matriz de portafolio para organizar los productos generados durante las sesiones. Para sustentar la construcción de los instrumentos y sus

criterios psicométricos se consideraron antecedentes sobre medición del clima escolar y la convivencia en población adolescente, en los que se validaron escalas con estructura dimensional y consistencia interna (Bochaver et al., 2022; Bravo-Sanzana et al., 2025).

Validez y confiabilidad

La validez de contenido se examinó mediante el juicio de dos docentes universitarios seleccionados de manera intencional según su experiencia profesional, su participación en proyectos de vinculación con la sociedad y su pertenencia a instituciones de educación superior distintas. Uno de los jueces perteneció a la Universidad Nacional de Loja y contó con tres años de experiencia, mientras que el segundo perteneció a la Universidad Técnica Particular de Loja y registró seis años de experiencia. El panel se delimitó a estos dos participantes debido a que reunieron los criterios establecidos para la revisión y permitieron incorporar valoraciones procedentes de dos contextos universitarios y trayectorias profesionales diferentes.

Los instrumentos se entregaron de manera física y también se remitieron mediante correo electrónico para conservar un registro documental del proceso de revisión. La valoración consideró la comprensión de los ítems, su pertinencia y la cobertura de las dimensiones examinadas en el cuestionario, las rúbricas y la guía de observación. Los nombres de los jueces se mantuvieron bajo reserva por solicitud expresa de los participantes, aunque ambos autorizaron el uso de sus respectivas afiliaciones institucionales con fines académicos.

La confiabilidad del cuestionario se estimó mediante el alfa de Cronbach para cada dimensión y para el total de la escala, mientras que la aplicación de las rúbricas se acompañó de una calibración previa de los criterios, una revisión conjunta de los productos y acuerdos de interpretación antes de cada corte.

Finalmente, en relación con el componente inclusivo, la intervención incorporó apoyos del Diseño Universal para el Aprendizaje, entendido por De la Fuente-González et al. (2025) como un marco orientado a poder diversificar las posibilidades de acceso, participación y expresión del estudiantado ante las barreras presentes en los procesos educativos. En esta misma línea, Guo y Wang (2025) analizaron la implementación del Diseño Universal

para el Aprendizaje en relación con el desempeño, el compromiso y el sentido de pertenencia del estudiantado.

Procedimiento de recolección y análisis de datos

El año lectivo del régimen Costa comprendió 200 días laborables distribuidos durante el periodo académico. En este marco, se ejecutaron 34 sesiones semanales de refuerzo después de clases, con una duración aproximada de 60 a 90 minutos. Las

jornadas restantes correspondieron a feriados, evaluaciones institucionales, cierres académicos y actividades de recuperación. La intervención alternó 17 estrategias referenciadas de Gutiérrez (2024) y 17 estrategias originales, organizadas en una matriz semanal que relacionó la estrategia aplicada, la competencia trabajada, el apoyo del Diseño Universal para el Aprendizaje y el producto o registro previsto para cada sesión. Los mismos instrumentos se utilizaron en los distintos cortes para mantener condiciones equivalentes de medición.

Tabla 1. Matriz semanal de implementación

Semana	Tipo	Estrategia	¿Cómo se aplicó en la sesión?
1	Referenciada	Storytelling	Se trabajó un conflicto escolar y se construyó un relato con cierre reparador y acuerdo de trato.
2	Original	Círculo de respeto y escucha	Se establecieron turnos de palabra, se escuchó sin interrupciones y se registró un acuerdo común.
3	Referenciada	Mapa de empatía	Se describió una situación y se completó “piensa-siente-dice-hace” para comprender al otro.
4	Original	Semáforo de convivencia	Se clasificaron conductas en rojo/amarillo/verde y se definió una acción de corrección concreta.
5	Referenciada	What if	Se plantearon escenarios y se eligió una respuesta pacífica con criterios acordados.
6	Original	Acuerdos por roles	Se asignaron roles de cuidado y se redactaron tareas claras para cumplir el acuerdo semanal.
7	Referenciada	Tarjetas rojas y verdes	Se evaluaron situaciones simuladas y se justificó “se detiene/se mantiene” con base en normas del aula.
8	Original	Diario de calma y autocontrol	Se registró emoción, respuesta elegida y una técnica de calma aplicada en el aula.
9	Referenciada	Brainwriting pool	Se aportaron ideas en rondas, se agruparon y se eligió una acción viable para la semana.
10	Original	Mediación guiada en parejas	Se siguió un guion, se reconoció el daño y se acordó reparación verificable.
11	Referenciada	Prototipos visuales	Se diseñó una solución en un afiche visual y se ajustó con retroalimentación del curso.
12	Original	Ruta de apoyo y cuidado	Se construyó un mapa de apoyo seguro y se definió qué hacer ante una señal de riesgo.
13	Referenciada	Insights	Se revisaron los productos elaborados y se identificaron resultados del proceso para definir un ajuste aplicable.
14	Original	Juego de roles “sin etiquetas”	Se representaron situaciones de discriminación y se acordaron formas de trato justo sin estigmas.
15	Referenciada	Flor de loto	Se ubicó un problema central y se desplegaron causas/soluciones para definir acciones concretas.
16	Original	Contrato de convivencia por equipo	Se redactaron normas del equipo, responsabilidades y verificación semanal con indicadores simples.
17	Referenciada	Safari	Se observó convivencia con indicadores sin nombrar personas y se propuso un ajuste de norma.

18	Original	Mapa de conflictos cotidianos	Se identificaron conflictos frecuentes, detonantes y respuestas pacíficas acordadas.
19	Referenciada	POEMS	Se analizó la experiencia escolar por categorías y se definieron ajustes de convivencia aplicables.
20	Original	Panel “diversidad en el aula”	Se compartieron prácticas culturales con respeto y se redactó un aprendizaje común del grupo.
21	Referenciada	Seis sombreros pensantes	Se discutió un caso con roles y reglas de respeto, y se cerró con reparación viable.
22	Original	Acuerdos de lenguaje no violento	Se reemplazaron frases agresivas por alternativas y se practicó su uso en casos.
23	Referenciada	Guion gráfico	Se elaboró una secuencia “conflicto-decisión-resultado” con opción pacífica y mensaje final.
24	Original	Asamblea breve de reparación	Se reconoció el hecho, se acordó reparación concreta y se registró seguimiento.
25	Referenciada	RACI	Se definió quién hace qué para sostener acuerdos y se verificó cumplimiento semanal.
26	Original	Tutoría entre pares	Se formaron parejas, se apoyó una tarea y se registró avance académico y de convivencia.
27	Referenciada	Ficha de casos	Se trabajó un caso breve, se identificó causa-efecto y se acordó una respuesta de cuidado.
28	Original	Banco de acuerdos interculturales	Se construyeron reglas de respeto cultural con ejemplos reales del curso y verificación semanal.
29	Referenciada	Rueda de decisiones	Se compararon opciones de respuesta ante conflicto y se eligió una por criterios acordados.
30	Original	Práctica de “mensaje yo”	Se aplicó la estructura “yo siento-yo necesito-yo propongo” en situaciones del aula.
31	Referenciada	Mapa de soluciones	Se organizaron soluciones por factibilidad y se planificó una acción verificable en equipo.
32	Original	Microtaller de cooperación	Se realizó una tarea corta en equipo, se observó cooperación y se evaluó con cotejo.
33	Referenciada	Cierre reflexivo guiado	Se revisaron evidencias, se identificó cambio personal y se registró una mejora concreta.
34	Original	Cierre: síntesis del portafolio	Se seleccionaron evidencias del año, se explicó el cambio y se completó autoevaluación final.

Fases del procedimiento operativo

El procedimiento se organizó en seis fases: (a) socialización del estudio, obtención de autorizaciones y diagnóstico inicial; (b) intervención anual mediante 34 sesiones desarrolladas con frecuencia semanal; (c) seguimiento por periodos con ajustes pedagógicos según las barreras observadas; (d) evaluación final mediante la aplicación del último corte y el cierre de los portafolios; (e) sistematización de las bases cuantitativas y del corpus cualitativo; y (f) socialización interna de los resultados con los equipos directivos y docentes para la retroalimentación institucional.

Procesamiento y análisis de datos

En la fase cuantitativa se calcularon la

media, la desviación estándar y los porcentajes correspondientes a cada dimensión y momento de medición. Las variaciones entre las mediciones inicial y final se expresaron mediante la diferencia de medias (ΔM) y el tamaño del efecto estandarizado d_{av} .

El tamaño del efecto d_{av} se calculó mediante la siguiente expresión:

$$d_{av} = (M_{final} - M_{inicial}) / \sqrt{[(DE_{inicial}^2 + DE_{final}^2) / 2]}$$

Donde:

- d_{av} : tamaño del efecto estandarizado.
- M_{final} : media obtenida en la medición final.
- $M_{inicial}$: media obtenida en la medición inicial.

- DE_final: desviación estándar de la medición final.
- DE_inicial: desviación estándar de la medición inicial.

Este procedimiento se aplicó a las dimensiones de interculturalidad, convivencia y paz escolar, así como a las competencias evaluadas mediante rúbricas.

La asociación entre la asistencia al programa y los resultados finales se examinó mediante el coeficiente rho de Spearman. Para estas asociaciones se reportaron el número de participantes, el coeficiente ρ , el valor de significación y el intervalo de confianza del 95 %, estimado mediante la transformación de Fisher.

La diferencia entre la convivencia total inicial y final se contrastó mediante una prueba t de Student para muestras relacionadas. En este análisis se informaron el número de participantes, los grados de libertad, el valor de significación, el intervalo de confianza del 95 % de la diferencia de medias y el tamaño del efecto d_z .

El tamaño del efecto d_z se obtuvo mediante la siguiente expresión:

$$d_z = t / \sqrt{N}$$

Donde:

- d_z : tamaño del efecto estandarizado para mediciones relacionadas.
- t: valor del estadístico de la prueba t de Student para muestras relacionadas.
- N: número de participantes incluidos en el contraste.

En la fase cualitativa se efectuó una categorización temática de los productos del portafolio y de los registros de observación docente. El esquema de análisis se organizó a partir de cinco categorías vinculadas con las dimensiones examinadas en el estudio: respeto, empatía, colaboración, autorregulación y reconocimiento intercultural. Dentro de cada categoría se identificaron expresiones relacionadas con los acuerdos de trato, la reparación de conflictos, el cumplimiento de roles, el uso de estrategias de calma y el diálogo ante las diferencias culturales.

Posteriormente, la información del portafolio se contrastó con los registros de observación docente y con los resultados cuantitativos obtenidos en los diferentes cortes para identificar coincidencias, diferencias y patrones de cambio durante el periodo

analizado. El corpus cualitativo estuvo constituido por productos y registros definidos previamente dentro de las sesiones de intervención y seguimiento; por esta razón, la saturación no se utilizó como criterio para finalizar la recolección. Tampoco se calculó un índice de acuerdo entre codificadores, debido a que el procedimiento no contempló una codificación independiente por varios evaluadores. En su lugar, la interpretación se contrastó mediante la triangulación entre el portafolio, los registros de observación docente y los resultados cuantitativos.

Aspectos éticos y protección de datos

Se aplicaron principios de respeto, cuidado y confidencialidad durante la participación de estudiantes menores de edad. La incorporación al estudio se efectuó mediante autorización institucional, consentimiento informado de los representantes legales y asentimiento del estudiantado cuando correspondió. La identidad de los participantes se protegió mediante códigos asignados a los registros, mientras que las bases de datos se mantuvieron con acceso restringido y almacenamiento protegido. Los productos escritos y gráficos del portafolio se utilizaron únicamente con fines académicos y de análisis, bajo criterios de confidencialidad y resguardo de la información. Para orientar estas decisiones se consideraron las directrices de la British Educational Research Association (2024), centradas en la protección de los participantes, la reducción de riesgos y el consentimiento informado en investigación educativa.

Tabla 2. Caracterización de la muestra y asistencia

Variable	Categoría	n	%
Grado	Octavo	80	50
	Noveno	80	50
Institución	1	82	51
	2	78	49
	Alta	96	60
Asistencia	Media	44	27,5
	Baja	20	12,5

La tabla 2 mostró una distribución equilibrada por grado, con 80 estudiantes de octavo y 80 de noveno año. Respecto de la procedencia institucional, 82 participantes pertenecieron a la institución 1 y 78 a la institución 2, lo que representó el 51% y

49%, respectivamente. En cuanto a la asistencia al programa, 96 estudiantes se ubicaron en el nivel alto, equivalente al 60% de la muestra, mientras que 44 registraron asistencia media, con 27,5%, y 20 presentaron asistencia baja, con 12,5%. En conjunto,

el 87,5% de los participantes registró asistencia alta o media durante el periodo analizado. Estas diferencias en la participación se consideraron posteriormente en el análisis de asociación entre la asistencia y los resultados finales.

Tabla 3. Validez de contenido y consistencia de los instrumentos

Instrumento y dimensión	Ítems	Juicio experto	α
Cuestionario Respeto	5	2	0,93
Cuestionario Empatía	5	2	0,94
Cuestionario Colaboración	5	2	0,95
Cuestionario Autorregulación	5	2	0,92
Cuestionario Reconocimiento intercultural	5	2	0,94
Cuestionario Total	25	2	0,96
Rúbricas de competencias (calibración)	3	2	Acuerdo 92%
Guía de observación (consistencia de registro)	12	2	Acuerdo 90%

La tabla 3 mostró coeficientes alfa de Cronbach entre 0,92 y 0,96 para el cuestionario. La colaboración registró $\alpha = 0,95$, mientras que la autorregulación presentó $\alpha = 0,92$ y la escala total alcanzó $\alpha = 0,96$. En relación con los instrumentos de observación y valoración, la calibración de las rúbricas registró un

acuerdo del 92 %, mientras que la guía de observación alcanzó un acuerdo de registro del 90 %. Estos porcentajes describieron la coincidencia alcanzada durante la aplicación de los criterios establecidos y se diferenciaron del procedimiento de categorización temática utilizado en el componente cualitativo.

Tabla 4. Convivencia, paz escolar e interculturalidad por cortes

Dimensión	Inicio			Corte 1			Corte 2			Final			ΔM	d_av
	M	DE	%	M	DE	%	M	DE	%	M	DE	%		
Respeto	3,10	0,62	42	3,44	0,58	52	3,71	0,54	61	3,92	0,49	70	0,82	1,47
Empatía	2,98	0,66	36	3,31	0,62	47	3,60	0,56	58	3,84	0,51	67	0,86	1,46
Colaboración	3,05	0,63	41	3,39	0,59	51	3,67	0,55	60	3,90	0,50	71	0,85	1,50
Autorregulación	2,85	0,70	31	3,18	0,66	42	3,45	0,60	52	3,70	0,56	61	0,85	1,34
Reconocimiento intercultural	3	0,64	39	3,35	0,60	50	3,63	0,55	60	3,88	0,50	71	0,88	1,53

Nota. N = 160. El porcentaje corresponde a las respuestas ubicadas en las categorías 4 y 5 de cada dimensión. M = media; DE = desviación estándar; ΔM = diferencia entre la media final y la media inicial; d_av = tamaño del efecto estandarizado a partir de las medias y desviaciones estándar de las mediciones inicial y final.

La tabla 4 mostró los incrementos progresivos en las cinco dimensiones durante los cuatro momentos de medición. Entre el inicio y el final, el reconocimiento intercultural presentó la mayor diferencia de media, con $\Delta M = 0,88$ y d_av = 1,53, seguido de la empatía con $\Delta M = 0,86$ y d_av = 1,46.

La colaboración y la autorregulación registraron un cambio de 0,85 puntos, aunque sus tamaños del

efecto fueron distintos, con d_av = 1,50 y d_av = 1,34, respectivamente. Por su parte, el respeto pasó de M = 3,10 a M = 3,92, con $\Delta M = 0,82$ y d_av = 1,47. En contraste, la autorregulación mantuvo la media final inferior entre las dimensiones analizadas, lo que indicó una evolución gradual frente a los demás componentes.

Tabla 5. Resultados por ítem del cuestionario

Dimensión		Ítem	Inicio			Final		
			M	DE	%	M	DE	%
Respeto	R1	Respeta turnos de palabra	3,10	0,86	40	3,92	0,72	68
	R2	Evita burlas o apodos	3	0,90	38	3,82	0,76	66
	R3	Escucha sin interrumpir	3,20	0,84	43	3,95	0,70	70
	R4	Trata con cortesía a pares	3,10	0,88	42	3,90	0,71	70
	R5	Cumple acuerdos del aula	3,10	0,87	42	3,93	0,69	71
Empatía	E1	Comprende cómo se siente otro	3	0,92	35	3,82	0,75	65
	E2	Pide disculpas cuando se equivoca	2,90	0,95	33	3,80	0,77	66
	E3	Evita excluir a compañeros	3	0,90	38	3,83	0,74	66
	E4	Considera opiniones distintas	3,10	0,88	39	3,86	0,72	68
	E5	Ayuda sin humillar	3	0,91	38	3,89	0,71	68
Colaboración	C1	Cumple su rol en equipo	3,10	0,86	42	3,95	0,68	72
	C2	Comparte materiales e ideas	3	0,89	39	3,92	0,69	72
	C3	Coopera sin imponer	3	0,90	40	3,90	0,70	71
	C4	Acepta acuerdos del grupo	3,10	0,85	41	3,90	0,71	71
	C5	Termina tareas con su equipo	3,10	0,84	44	3,95	0,67	73
Autorregulación	A1	Controla impulsos en conflicto	2,80	0,98	27	3,70	0,82	60
	A2	Pide tiempo para calmarse	2,90	0,95	31	3,72	0,80	62
	A3	Evita responder con gritos	2,90	0,94	33	3,70	0,81	62
	A4	Reconoce su error sin excusas	2,80	0,97	31	3,71	0,79	63
	A5	Usa estrategias de calma	2,80	0,99	30	3,69	0,80	63
Reconocimiento intercultural	I1	Respeta costumbres distintas	3	0,90	39	3,88	0,70	70
	I2	Evita estigmas por origen	3	0,91	40	3,90	0,69	71
	I3	Valora aportes diversos	3,10	0,86	42	3,90	0,69	71
	I4	Dialoga ante diferencias	3	0,90	40	3,88	0,70	71
	I5	Defiende trato justo	3	0,91	40	3,89	0,69	72

Nota. Porcentaje corresponde a respuestas 4-5 por ítem.

La tabla 5 evidenció que los porcentajes de respuestas 4-5 se ubicaron al inicio entre 27% y 44%, mientras que, al final alcanzaron valores entre 60% y 73%. El porcentaje final superior correspondió al ítem “termina tareas con su equipo”, con 73%, mientras que “controla impulsos en conflicto” registró 60%. Estos cambios describieron una

frecuencia superior de conductas asociadas con la convivencia y el reconocimiento intercultural. En contraste, la autorregulación mantuvo porcentajes inferiores frente a las demás dimensiones, lo que indicó un avance gradual del control de impulsos ante las situaciones de tensión.

Tabla 6. Desempeño académico por competencias en rúbricas

Competencia	Inicio			Final			ΔM	d_av
	M	DE	%	M	DE	%		
Comunicación y argumentación	6,40	1,21	28	7,55	1,08	52	1,15	1,00
Trabajo colaborativo en tareas	6,10	1,30	25	7,40	1,12	55	1,30	1,07
Resolución de problemas en tareas	6,25	1,26	27	7,50	1,10	54	1,25	1,06

Nota. N = 160. El porcentaje corresponde al nivel alto según el descriptor de la rúbrica. M = media; DE = desviación estándar; ΔM = diferencia entre la media final y la media inicial; d_av = tamaño del efecto estandarizado calculado a partir de las medias y desviaciones estándar de las mediciones inicial y final.

La tabla 6 mostró diferencias entre las mediciones inicial y final en las tres competencias evaluadas. El trabajo colaborativo en tareas presentó el cambio de media de mayor magnitud, al pasar de $M = 6,10$ ($DE = 1,30$) a $M = 7,40$ ($DE = 1,12$), con $\Delta M = 1,30$ y $d_{av} = 1,07$. A continuación, la resolución de problemas registró un incremento de $M = 6,25$ ($DE = 1,26$) a $M = 7,50$ ($DE = 1,10$), con $\Delta M = 1,25$ y $d_{av} = 1,06$. Por su parte, la comunicación y argumentación pasó de $M = 6,40$ ($DE = 1,21$) a $M = 7,55$ ($DE = 1,08$), con $\Delta M = 1,15$ y $d_{av} = 1,00$.

Los porcentajes ubicados en el nivel alto también aumentaron entre ambos momentos, desde 28 % hasta 52 % en comunicación y argumentación, de 25 % a 55 % en trabajo colaborativo y de 27 % a 54 % en resolución de problemas. En conjunto, los valores de d_{av} mostraron diferencias estandarizadas superiores o iguales a 1,00 entre el inicio y el final, aunque estas variaciones deben interpretarse dentro del diseño pretest-posttest de un solo grupo y no como un efecto causal exclusivo del programa.

Tabla 7. Asociación entre asistencia y resultados finales y contraste entre las mediciones inicial y final

Análisis	Variable	N	Prueba	Valor	gl	p	Tamaño del efecto	IC 95%
Asociación	Asistencia-convivencia total final	160	Spearman	$\rho = 0,50$	—	< ,001	—	[0,37; 0,61]
	Asistencia-reconocimiento intercultural final	160		$\rho = 0,43$	—	< ,001	—	[0,29; 0,55]
	Asistencia-desempeño total final	160		$\rho = 0,46$	—	< ,001	—	[0,33; 0,57]
Diferencia	Convivencia total inicio-final	160	t de Student	$t = 14,60$	159	< ,001	$dz = 1,15$	[0,74; 0,97]

Nota. En las asociaciones se presenta el IC 95% del coeficiente a través de la transformación de Fisher. En el contraste inicio-final, el IC 95% corresponde a la diferencia de medias. En cuanto a dz representa el tamaño del efecto estandarizado para mediciones relacionadas. Los intervalos de las correlaciones son cálculos aproximados con la transformación de Fisher.

La tabla 7 mostró asociaciones positivas entre la asistencia y los resultados finales. La relación fue de $\rho = 0,50$ con la convivencia total, $\rho = 0,43$ con el reconocimiento intercultural y $\rho = 0,46$ con el desempeño académico, con $p < ,001$ en los tres análisis. Por otra parte, la comparación entre la convivencia total inicial y final presentó una diferencia estadísticamente significativa, $t(159) = 14,60$, $p < ,001$, con un tamaño del efecto $d_z = 1,15$.

De este modo, estos resultados indicaron que una mayor asistencia se relacionó con puntuaciones finales superiores y que la convivencia registró diferencias entre ambos momentos de medición. Sin embargo, debido a que el diseño no incorporó un grupo de comparación o control, las diferencias registradas entre ambos momentos no permiten atribuir el cambio exclusivamente al programa aplicado.

Tabla 8. Triangulación de resultados

Resultado cuantitativo	ΔM	Evidencia del portafolio	Observación docente	Explicación integrada
Aumentó el respeto	0,82	Se registraron acuerdos de turno y trato, además relatos con cierre reparador y compromisos firmados.	Se registraron menos interrupciones y menor uso de apodos, junto con mayor respeto en turnos de participación.	Las rutinas semanales con acuerdos verificables sostuvieron normas visibles y el respeto se manifestó en conductas observables.
Aumentó la empatía	0,86	Se archivaron mapas de empatía completos y reflexiones donde se reconocieron emociones de otros.	Se registraron más disculpas y reparaciones simples después de conflictos.	Las actividades centradas en la perspectiva del otro facilitaron la comprensión del daño y la empatía se reflejó en el lenguaje y las acciones.

Aumentó la colaboración	0,85	Se conservaron roles definidos, planes de equipo y productos grupales concluidos.	Se registró mayor cumplimiento de roles y apoyo entre pares durante tareas.	La organización por roles y la verificación semanal fortalecieron la cooperación, que pasó a observarse con frecuencia durante las actividades.
Mejóro la autorregulación, con ritmo gradual	0,85	Se incluyeron diarios de calma con técnicas aplicadas y registros de pausa antes de responder.	Se registró menor escalamiento verbal, aunque persistieron episodios puntuales de tensión.	El autocontrol varió ante las situaciones reales de conflicto y presentó un avance gradual con diferencias individuales.
Subió el reconocimiento intercultural	0,88	Se incorporaron paneles de diversidad y banco de acuerdos interculturales con ejemplos del curso.	Se registró mayor diálogo ante diferencias y menor estigma por origen o costumbres.	La explicitación de los acuerdos interculturales y el diálogo guiado se relacionaron con una menor presencia de estigmas y una aceptación visible de la diversidad.
Mejóro el desempeño por competencias	1,23	Se evidenciaron productos más completos y explicaciones más claras en el portafolio.	Se registró mejor organización de tareas y mayor constancia de entrega.	Los acuerdos de aula se relacionaron con una organización académica favorable, reflejada en los productos y las rúbricas.

Nota. ΔM = diferencia entre la media final y la media inicial. Para el desempeño académico por competencias, $\Delta M = 1,23$ corresponde al promedio de las diferencias registradas en comunicación y argumentación (1,15), trabajo colaborativo en tareas (1,30) y resolución de problemas en tareas (1,25).

La tabla 8 integró los cambios de media con la información procedente del portafolio y de la observación docente. El reconocimiento intercultural registró la diferencia de media superior entre las dimensiones analizadas, con $\Delta M = 0,88$, seguido de la empatía con $\Delta M = 0,86$, mientras que la colaboración y la autorregulación presentaron $\Delta M = 0,85$ y el respeto alcanzó $\Delta M = 0,82$. En el desempeño académico por competencias se obtuvo un cambio promedio de $\Delta M = 1,23$, calculado a partir de las diferencias registradas en las tres competencias evaluadas.

A su vez, los productos del portafolio y los registros docentes mostraron acuerdos de trato, cumplimiento de roles, estrategias de calma y diálogo ante las diferencias culturales, elementos que coincidieron con la dirección de los cambios cuantitativos.

III. DISCUSIÓN

La discusión integró los hallazgos cuantitativos por cortes y la evidencia cualitativa del portafolio y la observación docente, con el fin de explicar cómo se relacionaron la interculturalidad, la convivencia y la paz escolar con el desempeño académico por competencias en Educación Básica Superior del régimen Costa 2025-2026.

A nivel general, el aula suele cambiar cuando la convivencia deja de depender de llamados de atención aislados y pasa a sostenerse en rutinas visibles que ordenan la interacción, porque las normas se vuelven prácticas repetidas y comprensibles para todos. En ese marco, la diversidad cultural no se limita a discursos, sino que aparece en formas de trato, participación y acuerdos que se pueden observar dentro de la dinámica cotidiana.

En cuanto a los resultados del estudio, se registraron incrementos progresivos en respeto, empatía, colaboración, autorregulación y reconocimiento intercultural, junto con mejoras en desempeño por competencias, lo cual se interpretó como un proceso acumulativo asociado a la continuidad semanal y a la verificación de acuerdos mediante evidencias del portafolio. De manera comparable, la percepción positiva del clima escolar se asoció con menor conflicto y mejores resultados académicos, a la vez que se vinculó con participación y compromiso estudiantil, lo cual sostuvo la idea de que el aprendizaje mejora cuando el aula se percibe como un espacio predecible y seguro (Hirata et al., 2024).

Por otro lado, el vínculo entre convivencia y aprendizaje por competencias se entiende mejor

cuando se asume que la cooperación no es un efecto automático del trabajo grupal, sino una habilidad que requiere reglas, roles y evaluación coherente. En consecuencia, el desempeño académico tiende a reflejar no solo dominio de contenidos, sino también capacidad para coordinarse, explicar decisiones y sostener tareas en equipo.

Desde esa perspectiva, el programa organizó actividades con roles y productos verificables, lo cual facilitó que la convivencia apoyara la ejecución académica y no compitiera con ella. En sintonía con ello, se informó que el trabajo colaborativo aplicado como estrategia pedagógica favoreció la convivencia escolar cuando existieron criterios de seguimiento y observación antes y después de la intervención, lo cual coincidió con el patrón observado en el estudio al comparar inicio y final (García y De la Pena, 2024).

Ahora bien, en el plano de la convivencia, un cambio sostenido suele manifestarse primero en conductas simples y repetibles, como respetar turnos, evitar burlas y cumplir acuerdos, mientras que otras dimensiones, como regular impulsos en conflicto, suelen requerir más práctica situada. Por ello, la lectura de progresión por cortes ayuda a evitar interpretaciones instantáneas y permite reconocer trayectorias distintas dentro del mismo proceso.

En el estudio, el aumento gradual en todas las dimensiones, con un avance más lento en autorregulación, se interpretó como un resultado coherente con la naturaleza del autocontrol, debido a que depende de episodios reales de tensión y de estrategias de calma aplicadas en el momento. De forma comparable, se encontró que el clima del aula se relacionó con el rendimiento académico y con habilidades sociales, lo cual reforzó la idea de que el aula mejora cuando se fortalecen prácticas sociales que sostienen el aprendizaje (Romero et al., 2024).

Asimismo, la interculturalidad escolar suele expresarse con mayor claridad cuando se observan señales concretas, como diálogo ante diferencias, reducción de estigmas y valoración de aportes diversos, en lugar de quedarse en declaraciones generales. En esa lógica, la escuela no “incluye” solo por permitir presencia, sino por abrir participación real en decisiones, tareas y espacios de palabra.

A partir de estos resultados, el aumento del reconocimiento intercultural coincidió con el desarrollo de acuerdos explícitos de trato y

actividades orientadas a comprender las perspectivas de otros estudiantes. Esta relación se observó junto con una menor presencia de fricciones vinculadas con las diferencias culturales dentro del aula. En comparación, Huanca (2025) señaló que el tránsito desde la coexistencia hacia la convivencia implica incorporar el discurso inclusivo en acciones curriculares contextualizadas, planteamiento que coincide con la progresión registrada entre los distintos cortes del estudio.

En cuanto a la asociación entre participación y resultados, la asistencia no suele explicar por sí sola el cambio educativo, aunque sí puede describir una condición práctica que permite sostener hábitos, porque quien participa con regularidad recibe más oportunidades de practicar, corregir y consolidar acuerdos. Aun así, conviene interpretar esta relación con cautela, debido a que la convivencia también depende de factores del aula y del entorno.

En el estudio, la asociación positiva entre asistencia y resultados finales se interpretó como un indicador de que la continuidad facilitó apropiación de rutinas, especialmente en acuerdos de convivencia y cumplimiento de roles, lo cual también impactó la ejecución de tareas por competencias. En comparación, se reportó que el clima escolar se relacionó con emociones docentes y bienestar, mostrando conexiones entre ambiente educativo y disposiciones para enseñar y aprender, lo cual ayudó a explicar por qué la regularidad de una intervención puede sostener un entorno más estable (Kouhsari et al., 2024).

De igual manera, la relación entre participación y resultado se interpreta mejor cuando se considera la calidad de la experiencia y no solo la cantidad, debido a que la implementación consistente requiere acuerdos compartidos, seguimiento y coherencia de criterios. Por tanto, la asistencia adquiere sentido cuando se vincula a prácticas repetidas que el estudiantado reconoce y aplica.

Desde esa visión, los hallazgos se comprendieron porque el programa mantuvo una secuencia de actividades con evidencia semanal, lo cual permitió verificar avances y ajustar apoyos, mientras que los casos de menor continuidad necesitaron reinserción a acuerdos ya establecidos. En paralelo, Alonso-Rodríguez et al. (2025) describieron que su efectividad dependió de condiciones de implementación y de

coherencia institucional, lo cual respaldó la idea de que la continuidad operativa influye en los resultados observables.

También, las cifras muestran tendencias, aunque la comprensión del cambio suele requerir evidencias que expliquen “cómo” se produjo, especialmente cuando se trata de convivencia y cultura del aula. En ese sentido, los productos del estudiantado y los registros docentes permiten observar si los acuerdos se convirtieron en prácticas y si el lenguaje cambió hacia formas de trato más cuidadas.

En el estudio, la triangulación entre incremento de medias, evidencias del portafolio y observación docente se interpretó como coherencia entre lo medido y lo vivido, debido a que se registraron acuerdos, reparaciones simples, mapas de empatía completos, roles definidos y prácticas de pausa antes de responder en conflicto. En comparación, se planteó que la convivencia escolar se sostuvo en relaciones inclusivas y en lenguaje de respeto que valoró la diversidad, lo cual coincidió con la explicación cualitativa del estudio al ubicar el lenguaje como señal del cambio (Romero et al., 2023).

De modo complementario, la evidencia cualitativa también permitió distinguir cambios superficiales de cambios sostenidos, porque no bastó con “conocer” normas, sino que importó su uso en situaciones reales. Así, el portafolio funcionó como una huella de aprendizaje social cuando registró decisiones, reparaciones y compromisos verificables.

Desde esta perspectiva, los resultados cualitativos coincidieron con la presencia de actividades de reflexión guiada y acuerdos verificables, mientras que los productos del portafolio mostraron decisiones justificadas y reconocimiento de errores sin exposición pública. En relación con esta interpretación, Gómez (2023) plantea que la convivencia puede comprenderse desde el reconocimiento cotidiano del otro y de la diversidad, perspectiva que guarda relación con los registros obtenidos mediante el portafolio y la observación docente.

En respuesta a la pregunta general de investigación, el vínculo se comprendió porque una convivencia más estable redujo interrupciones y tensiones, lo cual facilitó organización del trabajo, comunicación de ideas y cooperación en tareas con rúbrica. En consecuencia, el desempeño por competencias se expresó como productos más

completos y explicaciones más claras, mientras que el avance socioemocional se reflejó en acuerdos, reparaciones y prácticas de respeto.

A la luz de los resultados, la relación se explicó por dos rutas complementarias: primero, el aumento en cooperación y respeto facilitó cumplimiento de roles y finalización de tareas; segundo, el avance en autorregulación permitió manejar conflictos sin escalar, lo cual sostuvo continuidad de la actividad académica. En correspondencia, se observó que programas de aprendizaje socioemocional se asociaron con mejoras en resultados escolares y condiciones de aula cuando existieron estrategias sistemáticas, lo cual apoyó la interpretación de que el aprendizaje académico se beneficia cuando se fortalecen habilidades socioemocionales vinculadas a convivencia (Zhao y Sang, 2025).

Por otro lado, la explicación cualitativa mostró que el cambio no se redujo a percepciones, debido a que apareció en evidencias concretas como diarios de calma, acuerdos interculturales y productos narrativos con cierre reparador. En esa línea, el estudio se interpretó como un proceso de construcción de hábitos, más que como una mejora instantánea. En términos generales, Millán-Gómez (2024) sostuvo que la educación intercultural en escenarios de aprendizaje complejo se vincula con la inclusión y con una convivencia basada en el respeto a la diversidad; por ello, aquella postura respalda la idea de que los cambios se mantienen cuando el trabajo escolar se apoya en prácticas concretas y en reflexión sistemática.

Implicaciones

En la perspectiva teórica, el estudio plantea que la interculturalidad y la paz escolar pueden comprenderse como dimensiones relacionales que se expresan mediante el respeto, la empatía, la colaboración, la autorregulación y el reconocimiento intercultural dentro del aula. La contribución teórica se sitúa en relacionar estas dimensiones con el desempeño académico por competencias, debido a que la comunicación, el trabajo colaborativo y la resolución de problemas se desarrollan dentro de interacciones reguladas por las normas de trato, la participación y el reconocimiento del otro.

Desde esta interpretación, la convivencia escolar no se analiza como un componente separado del

aprendizaje, sino como una condición asociada con la manera en que el estudiantado participa, organiza las tareas y establece acuerdos durante la actividad académica. En este sentido, el clima del aula permite interpretar la relación entre la interacción social, la participación y el desempeño académico sin asumir una relación causal directa entre estas dimensiones (Ma et al., 2024).

En el plano práctico, la incorporación del programa a la rutina escolar puede organizarse mediante cuatro acciones observables: un acuerdo de convivencia visible en el aula, la definición de roles para las tareas y el cuidado del grupo, un guion para resolver desacuerdos y un registro semanal en el portafolio que documente el cumplimiento de los acuerdos. Posteriormente, el seguimiento puede mantenerse mediante revisiones periódicas y un registro de incidentes y reparaciones que facilite los ajustes pedagógicos.

En paralelo, la participación de las familias puede contribuir al seguimiento de las normas y los avances, mientras que la intervención comunitaria incorpora información del contexto social al trabajo intercultural, especialmente en entornos escolares expuestos a tensiones sociales (Saavedra-Urcia et al., 2025).

Limitaciones

El estudio presentó limitaciones asociadas al muestreo por conveniencia en dos instituciones del régimen Costa, lo que restringió la generalización de los resultados hacia otros contextos. A esta condición se sumó el uso de un diseño pretest-posttest de un solo grupo, sin un grupo de comparación o control, por lo que los cambios registrados entre el inicio y el final no pueden atribuirse exclusivamente al programa aplicado.

Durante el año lectivo pudieron intervenir los procesos de maduración de los estudiantes, las actividades académicas paralelas, los acontecimientos institucionales y las condiciones del entorno, factores que también pudieron influir en la convivencia y el desempeño académico. Aunque se utilizaron los mismos instrumentos en los distintos cortes y se contrastó la información del portafolio con los registros docentes, una parte de la medición dependió del autorreporte y de la observación del profesorado, por lo que algunos cambios pudieron

relacionarse con situaciones específicas del contexto escolar.

En el componente cualitativo no se calculó un índice de acuerdo entre codificadores, debido a que el análisis se desarrolló mediante la categorización temática y la triangulación entre los productos del portafolio, los registros de observación docente y los resultados cuantitativos de los diferentes cortes. Esta condición limitó la posibilidad de comprobar de manera independiente la estabilidad de la interpretación cualitativa. En consecuencia, los resultados se deben interpretar como variaciones registradas durante el periodo de intervención y no como una demostración causal del efecto del programa.

Futuras líneas de investigación

Para ampliar la comprensión del fenómeno, conviene contrastar intervenciones similares con grupos de comparación y efectuar un seguimiento posterior que permita examinar la estabilidad de los cambios una vez concluido el programa. También puede analizarse la participación familiar, la seguridad percibida y la cohesión del grupo como factores asociados con las variaciones registradas. En otra línea, el análisis puede extenderse hacia territorios rurales y contextos de diversidad lingüística para examinar cómo las prácticas docentes y las estrategias contextualizadas se relacionan con el clima inclusivo y con la articulación entre la escuela y la comunidad.

IV. CONCLUSIONES

El estudio mostró que la participación en un programa anual después de clases, organizado en 34 sesiones y acompañado por acuerdos de aula, se asoció con un trato respetuoso, una menor presencia de fricciones en la convivencia y condiciones favorables para el desarrollo del trabajo por competencias. La comparación de las mediciones realizadas durante el periodo, junto con la información del portafolio y los registros docentes, permitió describir las variaciones observadas y examinar su desarrollo sin depender únicamente de las percepciones del estudiantado. En este sentido, el aporte práctico se centró en una ruta de intervención escolar aplicable al régimen Costa, con seguimiento periódico y productos verificables.

Por otra parte, la evolución entre los distintos

cortes indicó que las conductas vinculadas con las normas de convivencia mostraron cambios antes que el control de impulsos, mientras que la autorregulación presentó una progresión gradual ante las situaciones de conflicto. La participación constante se relacionó con resultados finales superiores y con mayores oportunidades de práctica y retroalimentación; sin embargo, otros factores del aula y del entorno también pudieron intervenir durante el periodo analizado. Por esta razón, la continuidad de la participación se interpreta como una condición asociada con las variaciones registradas y no como su única explicación.

Finalmente, la aplicación del modelo en otros contextos puede considerar espacios periódicos para revisar los acuerdos, responsables definidos para el seguimiento y un portafolio con registros mínimos por estudiante. Estas acciones pueden facilitar la identificación de ausencias, las dificultades en la participación y los ajustes pedagógicos durante el proceso. La extensión hacia otras instituciones debe efectuarse con cautela, debido a que la muestra procedió de dos centros educativos y una parte de la información dependió del autorreporte y de la observación docente.

V. REFERENCIAS

- Alonso-Rodríguez, I., Pérez-Jorge, D., Pérez-Pérez, I. y Olmos-Raya, E. (2025). Restorative practices in reducing school violence: a systematic review of positive impacts on emotional wellbeing. *Frontiers In Education*, 10. <https://doi.org/10.3389/educ.2025.1520137>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2025). *Ley Orgánica de Educación Intercultural* [Codificada]. Gob.ec. <https://bit.ly/4kDdqzK>
- Ballena, I., Collantes, H., Carrasco, D. y Bocanegra, A. (2025). Violencia escolar en instituciones educativas: Una revisión bibliométrica. *Prohominum*, 7(4), 104-117. <https://doi.org/10.47606/ACVEN/PH0386>
- Bochaver, A., Korneev, A. y Khlomov, K. (2022). School Climate Questionnaire: A New Tool for Assessing the School Environment. *Frontiers In Psychology*, 13, 871466. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.871466>
- Bravo-Sanzana, M., Terán-Mendoza, O., Miranda, R., Oriol, X., Varela, J. y Mieres-Chacaltana, M. (2025). Design and Validation of the Multidimensional School Social Climate Inventory for Adolescents (MSSCI-A) in Chile. *Behavioral Sciences*, 15(11), 1588. <https://doi.org/10.3390/bs15111588>
- British Educational Research Association. (2024). *Ethical guidelines for educational research* (5th ed.) <https://bit.ly/4akonjt>
- De la Fuente-González, S., Álvarez-Hevia, D. y Rodríguez-Martín, A. (2025). Universal Design for Learning. A systematic review of its role in Teacher Education. *Alteridad*, 20(1), 113-128. <https://doi.org/10.17163/alt.v20n1.2025.09>
- García, V. y De la Peña, G. (2024). Collaborative work as a pedagogical strategy to favor the school coexistence of children. *Minerva*, 5(14), 40-51. <https://doi.org/10.47460/minerva.v5i14.162>
- Gómez, M. (2023). Convivencia escolar: Una mirada desde la otredad y diversidad. *Revista Oratores*, (19), 152-163. <https://doi.org/10.37594/oratores.n19.1203>
- Guo, P. y Wang, Z. (2025). Implementation fidelity of universal design for learning and effects on student achievement engagement and belonging. *Scientific Reports*, 15(1), 45430. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-30079-1>
- Gutiérrez, P. (2024). *Design Thinking en la enseñanza aprendizaje de la interculturalidad, en octavo grado de la Unidad Educativa Fiscomisional "La Dolorosa". Periodo 2023-2024* [Trabajo de Integración Curricular, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Loja. <https://dspace.unl.edu.ec/items/ca925b-bb-e8cd-496a-abba-fbd86bco7810>
- Healey, S., Fakes, K., Malau-Aduli, B., Leigh, L. y Nair, B. (2025). Exploring experiences of work-related inequitable treatment among international medical graduates (IMGs): A sequential explanatory mixed methods study. *PLoS ONE*, 20(2), e0319230. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0319230>
- Hirata, I., Nishimura, T., Osuka, Y., Wakuta, M., Tsukui,

- N., Tsuchiya, K. y Senju, A. (2024). Multifaceted perception of school climate: association between students' and teachers' perceptions and other teacher factors. *Frontiers In Education*, 9. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1411503>
- Huanca, H. (2025). Multiculturalidad en el entorno escolar: desafíos y oportunidades. *AULA VIRTUAL*, 6(13), 2034-2056. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17609058>
- Kouhsari, M., Huang, X., Wang, C. y Lee, J. (2024). The association between school climate, teacher emotions, and adaptive instruction. *Frontiers In Education*, 9. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1447440>
- Ma, W., Yang, W. y Bu, Q. (2024). Interconnected factors in EFL engagement: classroom climate, growth mindset, and achievement goals. *Frontiers In Psychology*, 15, 1353360. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1353360>
- Méndez, J., Estrada, E., García, G., Hernández, B. y Maldonado, P. (2025). La Convivencia Escolar y su Gestión como Elemento Clave para el Aprendizaje. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(5), 5726-5759. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i5.19918
- Millán-Gómez, M. (2024). Interculturalidad, Lengua-je y Educación desde la Perspectiva Sociológica. *Revista Docentes 2.0*, 17(2), 124-131. <https://doi.org/10.37843/rtd.v17i2.535>
- Ministerio de Educación, Deporte y Cultura. (2025a). *Lineamientos de convivencia intercultural para prevenir y abordar la discriminación y el racismo en el Sistema Nacional de Educación*. <https://bit.ly/4kDUJfy>
- Ministerio de Educación, Deporte y Cultura. (2025b). *Plan Nacional para la Erradicación de la Violencia en el Contexto Educativo*. <https://bit.ly/4rLRuoy>
- Naciones Unidas. (2015a). Objetivo 4: *Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/education/>
- Naciones Unidas. (2015b). *Objetivo 16: Paz, justicia e instituciones sólidas*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/peace-justice/>
- Nowell, L., Dolan, S., Johnston, S., Jacobsen, M., Lorenzetti, D. y Paolucci, E. O. (2024). Exploring Student Perspectives and Experiences of Online Opportunities for Virtual Care Skills Development: Sequential Explanatory Mixed Methods Study. *JMIR Nursing*, 7, e53777. <https://doi.org/10.2196/53777>
- Pacco, A., Trujillo, W. y Hinojosa, F. (2024). Estrategias de convivencia escolar y habilidades sociales en estudiantes de secundaria en Cusco, 2024. *Revista Científica UISRAEL*, 11(3), 163-180. <https://doi.org/10.35290/rcui.v11n3.2024.1106>
- Quishpe-Guano, F. y Pérez-Fernández, R. (2025). Validación de la Escala de Sensibilidad Intercultural de Chen y Starosta en el contexto cultural ecuatoriano. *Revista Andina De Educación*, 8(2), 5565. <https://doi.org/10.32719/26312816.5565>
- Romero, J., Vásquez, M., Ortega, A. y Yaguachi, M. (2024). Impacto del clima áulico en el rendimiento académico de estudiantes de segundo año en Ecuador: Impact of classroom climate on the academic performance of second-year students in Ecuador. *Revista Scientific*, 9(32), 145-168. <https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2024.9.32.7.145-168>
- Romero, M., Bravo, B., Espinoza, C. y Chamba, D. (2023). Use of stories and metacognitive strategies to promote positive school life. *Universidad Ciencia Y Tecnología*, 27(121), 42-51. <https://doi.org/10.47460/uct.v27i121.753>
- Saavedra-Urcia, O., Dávila-Cisneros, J., Carrasco-Huaman, D. y Bracho-Fuenmayor, P. (2025). Estrategias interculturales para el fortalecimiento institucional del sector público en Latinoamérica. *CIENCIAMATRIA*, 11(20), 4-29. <https://doi.org/10.35381/cm.v11i20.1532>
- Zhao, Y. y Sang, B. (2025). The Effect of Social-Emotional Learning Programs on Elementary and Middle School Students' Academic Achievement: A Meta-Analytic Review. *Behavioral Sciences*, 15(11), 1527. <https://doi.org/10.3390/bs15111527>

Modelo Z de Altman como predictor de quiebra en el mercado de valores ecuatoriano, 2014-2024

Andrés Esteban Aguilar-Viteri^{1*}; Edgar Efraín Osejos-Domínguez²;
Gabriela Alexandra Carrillo-Sánchez³; Arminda Asunción Andrade Cabrera⁴

Resumen

Este trabajo examina la situación financiera de las empresas que operaron en el mercado de valores ecuatoriano entre 2014 y 2024, con el objetivo de evaluar la aplicabilidad del modelo Z de Altman para identificar condiciones de vulnerabilidad financiera y su relación con eventos posteriores de mora. A partir de datos oficiales y de una muestra representativa de emisiones, se analizaron las razones de liquidez, rentabilidad, solvencia patrimonial y rotación de activos que integran el modelo. El 54,86 % de las empresas analizadas se ubicó en la zona de riesgo financiero. Las pruebas estadísticas evidenciaron diferencias significativas entre las zonas en liquidez, rentabilidad acumulada, rentabilidad operativa y rotación de activos; sin embargo, no se encontró una asociación estadísticamente significativa entre la clasificación por zonas y la ocurrencia posterior de mora. Los resultados respaldan el uso del Z-Score como herramienta complementaria de alerta temprana y evaluación de vulnerabilidad financiera en el mercado de valores ecuatoriano.

Palabras clave: modelo Z de Altman, predicción de quiebra, riesgo financiero, mercado de valores, insolvencia empresarial, Ecuador.

Altman's Z-Score Model as a Bankruptcy Predictor in the Ecuadorian Stock Market, 2014-2024

Abstract

This study examines the financial condition of the companies that operated in the Ecuadorian securities market between 2014 and 2024, with the aim of assessing the applicability of Altman's Z-Score model to identify conditions of financial vulnerability and their relationship with subsequent default events. Drawing on official data and a representative sample of issuances, the study analyzed the liquidity, profitability, equity solvency, and asset-turnover ratios that make up the model. A total of 54.86% of the companies analyzed fell within the financial-risk zone. Statistical tests revealed significant differences across zones in liquidity, retained earnings, operating profitability, and asset turnover; however, no statistically significant association was found between the zone classification and the subsequent occurrence of default. The findings support the use of the Z-Score as a complementary early-warning and financial-vulnerability assessment tool in the Ecuadorian securities market.

Keywords: Altman Z-Score model, bankruptcy prediction, financial risk, stock market, corporate insolvency, Ecuador.

Recibido: 27 de junio de 2026

Aceptado: 24 de agosto de 2026

¹ Universidad Central del Ecuador, aeaguilar@uce.edu.ec, <https://orcid.org/0009-0007-2195-1015>

² Universidad Central del Ecuador, eeosejo@uce.edu.ec, <https://orcid.org/0009-0009-3807-2556>

³ Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros del Ecuador, gcarrillos@supercias.gob.ec, <https://orcid.org/0009-0004-1999-6853>

⁴ Universidad Central del Ecuador, aaandrade@uce.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0003-3211-1592>

*Autor de correspondencia

I. INTRODUCCIÓN

El análisis de la situación financiera y la identificación temprana del deterioro empresarial son relevantes para la estabilidad de los mercados de valores. Desde la propuesta de Edward Altman en 1968, el modelo Z se ha consolidado como una herramienta de referencia para evaluar el riesgo de insolvencia mediante la combinación de varios indicadores financieros en un único índice. Su permanencia en la literatura y su aplicación en distintos sectores y economías muestran que, pese al desarrollo de metodologías más recientes, continúa siendo un instrumento útil para aproximarse a la vulnerabilidad financiera de las empresas.

Durante el período 2014-2024, el mercado de valores ecuatoriano estuvo expuesto a cambios económicos, políticos y globales que incidieron en el entorno empresarial. A pesar de ello, la evidencia sobre el comportamiento del modelo Z de Altman en este mercado sigue siendo limitada. Analizarlo en el contexto ecuatoriano permite establecer hasta qué punto sus indicadores distinguen diferentes condiciones financieras entre los emisores y si esa clasificación guarda relación con eventos posteriores de mora.

Altman y Hotchkiss (2006), sostienen que los modelos de predicción de insolvencia funcionan sobre todo como catalizadores de cambio constructivo, más allá de la simple advertencia sobre riesgos financieros: dan a las organizaciones información oportuna para tomar decisiones estratégicas que favorezcan su recuperación y sostenibilidad a largo plazo. En el caso de Ecuador, donde el sistema financiero todavía está en desarrollo, herramientas como el modelo Z pueden contribuir a fortalecer la gobernanza financiera, promover la transparencia en los mercados de capital y reducir la asimetría de información entre empresas e inversionistas.

En este contexto, la investigación evalúa la aplicabilidad del modelo Z de Altman en el mercado de valores ecuatoriano durante 2014-2024 y examina su relación con eventos posteriores de mora. La pregunta de investigación es: ¿en qué medida la aplicación del modelo Z de Altman permite identificar condiciones de vulnerabilidad financiera y su relación con eventos posteriores de mora en empresas participantes del mercado de valores ecuatoriano durante el período 2014-2024?

En correspondencia con esta pregunta, el objetivo general es evaluar la aplicabilidad del modelo Z de Altman en las empresas participantes del mercado de valores ecuatoriano durante 2014-2024, a partir de sus indicadores financieros y de la clasificación en las zonas establecidas por el modelo, y examinar la relación de dicha clasificación con eventos posteriores de mora en el pago de obligaciones.

El aporte del estudio se concentra en dos aspectos. Primero, proporciona evidencia empírica sobre el comportamiento del Z-Score en un mercado emergente poco estudiado. Segundo, permite valorar su alcance como herramienta complementaria para identificar vulnerabilidad financiera y apoyar el análisis realizado por inversionistas, gestores empresariales y organismos de supervisión.

Estado del arte

El modelo Z de Altman constituye uno de los referentes clásicos para el análisis del riesgo de quiebra empresarial. Desarrollado por Edward I. Altman en 1968, combina razones financieras asociadas con liquidez, rentabilidad, solvencia y eficiencia para obtener una medida sintética de la condición financiera de una empresa. Sus posteriores modificaciones respondieron a la necesidad de aplicarlo en sectores y contextos distintos de aquellos para los que fue diseñado originalmente. En paralelo, surgieron otros enfoques, como el modelo probabilístico de Ohlson (1980), basado en regresión logística. Aun con estas alternativas, el Z-Score conserva un lugar relevante en la literatura sobre insolvencia y deterioro financiero.

En mercados emergentes, donde la volatilidad y la incertidumbre son más pronunciadas, el modelo Z de Altman ha demostrado ser una herramienta útil para predecir quiebras: los modelos basados en contabilidad y ratios financieros resultan más robustos para obtener información sobre el riesgo de quiebra, aunque combinar distintos métodos mejora la evaluación integral (Agarwal & Taffler, 2008). En el mercado de valores ecuatoriano, su uso fue limitado en los primeros años del período estudiado (2014-2024), pero fue ganando peso conforme el mercado creció y aumentó la necesidad de indicadores más precisos para inversores y analistas. Contrastar el modelo con otros enfoques sigue siendo recomendable, pues pueden complementarse entre sí

según el entorno empresarial (Klišťincová, 2024).

Altman et al. (2017) señalan que, si bien el modelo Z tiene limitaciones inherentes en mercados no desarrollados, sigue siendo aplicable con ciertas adaptaciones gracias a su enfoque basado en ratios. Pese a las críticas que recibe, mantiene tres ventajas concretas: primero, el fracaso corporativo no es un evento repentino, y la información contable revela con antelación el deterioro de una empresa; segundo, el sistema de partida doble garantiza que cualquier maquillaje contable o cambio de políticas tenga un efecto mínimo en el resultado, porque combina distintos rubros de manera simultánea; y tercero, los impactos reales sobre la empresa terminan reflejándose en cifras contables, lo que favorece la fiabilidad de un análisis basado en ratios. Aplicado a 31 países europeos y 3 no europeos, el modelo Z-Score alcanzó una precisión del 75%, con margen para superar el 90% si se incorporan variables adicionales.

El modelo también ha mostrado resultados sólidos fuera de Estados Unidos, en particular en Italia, siempre que se realicen las adaptaciones necesarias. En un estudio sobre empresas italianas, Altman, Danovi y Falini (2013) precisan que “las diferencias en los contextos económicos, sociales y legislativos representan uno de los principales desafíos para la aplicación del modelo (...) sin embargo, los resultados son bastante convincentes en cuanto a la aplicabilidad del modelo, si bien existen las diferencias culturales y económicas entre EE.UU. e Italia” (p. 5). Esta conclusión refuerza la viabilidad de adaptar el modelo al mercado ecuatoriano, que comparte varias de esas características, como la fuerte dependencia del crédito bancario y estructuras empresariales similares a las de las pymes italianas.

La evidencia reciente sobre fragilidad financiera en micro, pequeñas y medianas empresas (pymes) muestra que el riesgo no puede evaluarse de forma agregada: se necesita un enfoque sectorial y longitudinal que permita identificar vulnerabilidades estructurales y diferencias de desempeño entre sectores. El modelo Z-Score de Altman sigue siendo, en ese sentido, una herramienta válida para predecir dificultades financieras en economías emergentes: en India permitió clasificar eficazmente a las pymes en las zonas del modelo y capturar cambios en su salud financiera antes, durante y después de la pandemia de

COVID-19, revelando una recuperación desigual entre sectores y una fragilidad persistente en aquellos con estructuras de costos intensivas y alta depreciación de activos. Esto respalda el uso del Z-Score como sistema de alerta temprana y como instrumento útil para decisiones gerenciales, crediticias y de política pública orientadas a fortalecer la resiliencia financiera de las pymes (Agrawal, 2025).

El modelo de Altman, aplicado como predictor de problemas financieros y de quiebra en distintos sistemas, representa un aporte que complementa la visión tradicional del análisis financiero, como lo muestra su uso en el sector de cadena de suministro (Alcalde et al., 2022).

Aunque el modelo fue pensado originalmente para el sector privado, la evidencia empírica muestra que también sirve para evaluar la salud financiera de empresas públicas, donde resulta clave para garantizar su sostenibilidad operativa y mitigar riesgos fiscales de largo plazo. Estas entidades suelen contar con respaldo estatal que reduce la probabilidad de quiebra formal, pero un desempeño financiero deficiente genera presiones recurrentes sobre el presupuesto público y refleja problemas estructurales de eficiencia y gobernanza; de ahí que el modelo también sirva para generar alertas tempranas sobre su desempeño financiero (Bhambra & Dessai, 2026).

En conjunto, estos antecedentes muestran que el valor del modelo Z no se limita a anticipar una eventual quiebra. Su utilidad también reside en ordenar información contable dispersa y convertirla en una señal interpretable sobre la condición financiera de la empresa. Esta característica resulta pertinente para el presente estudio, cuyo interés se centra en determinar qué tan bien diferencia situaciones de vulnerabilidad financiera en el mercado ecuatoriano y cómo se relaciona esa clasificación con la mora observada posteriormente.

En la región, estudios realizados en Colombia han examinado la eficacia del modelo en pequeñas y medianas empresas y en compañías en proceso de reorganización, evaluando su capacidad predictiva a partir de factores como la estructura financiera y el nivel de endeudamiento. No existe, sin embargo, un consenso claro sobre qué determina el comportamiento del Z-Score, lo que sugiere la necesidad de adaptar el modelo a las características

específicas de cada sector y región (Isaac-Roque & Caicedo-Carrero, 2023).

A nivel local, Molina Panchi et al. (2022) sugieren que conviene considerar las características del sector al aplicar el modelo Z de Altman en Ecuador, mientras que Bermeo Chiriboga & Armijos Cordero (2021) concluyen que el modelo Z2 de Altman es una herramienta útil para predecir el riesgo de quiebra empresarial. Ambos coinciden, sin embargo, en que el modelo requiere ajustes específicos según la estructura económica del país.

Uno de los principales desafíos para aplicar el modelo Z en Ecuador es adaptar sus variables a las particularidades del contexto local. Estudios previos han mostrado que la efectividad de los modelos de predicción de quiebra puede variar de forma significativa según el entorno económico y las características propias de las empresas analizadas (Altman, 2018). La evidencia también sugiere que incorporar variables adicionales, incluso cualitativas, como las características del auditor, puede mejorar la precisión de las predicciones (Cenciarelli et al., 2018), algo especialmente relevante en Ecuador, donde las empresas suelen tener estructuras financieras y operativas distintas a las de los mercados desarrollados.

El modelo Z sigue siendo un instrumento confiable para identificar empresas en deterioro o insolvencia financiera, pero no es el único disponible. Existen otros modelos como los de Ohlson y Beaver, Springate (Torres-Vera, 2024), Fulmer y Pascale (Molina Panchi y Molina Panchi, 2023), y enfoques más recientes basados en redes neuronales artificiales, máquinas de soporte vectorial, árboles de decisión y algoritmos genéticos (Alaka et al., 2018). En todos los casos, la literatura coincide en que la elección del modelo debe basarse en el contexto específico de cada situación, y no en la popularidad del método.

Con el avance de la inteligencia artificial (IA) en el análisis financiero, ha surgido la pregunta de si un modelo basado en ratios financieros tradicionales, como el de Altman, puede seguir siendo relevante. Investigaciones recientes han empezado a explorar la integración de IA y machine learning para mejorar las predicciones de quiebra (Gabrielli et al., 2026), sobre todo en mercados dinámicos y emergentes como el ecuatoriano.

De cara al futuro, la integración de machine

learning e inteligencia artificial, junto con una mayor transparencia financiera, podría facilitar un mejor uso del modelo de predicción de quiebras en Ecuador. Distintas investigaciones destacan que la inteligencia artificial tiene el potencial de mejorar de forma significativa la precisión de estos modelos al permitir el análisis de grandes volúmenes de datos (Ruan & Liu, 2021; Elviani et al., 2020).

La incorporación de estas técnicas ofrece oportunidades para los mercados emergentes, pero también introduce exigencias adicionales. La capacidad de procesar grandes volúmenes de información no garantiza, por sí misma, mejores predicciones: los resultados dependen de la calidad de los datos, de la selección de variables y del tratamiento de conjuntos altamente dimensionales o desbalanceados (Gao et al., 2025). Por ello, la mayor complejidad metodológica debe evaluarse frente a la disponibilidad y confiabilidad de la información financiera.

La predicción del deterioro corporativo, que puede desembocar en quiebra, ha sido un tema central en la literatura financiera, y esta se orienta cada vez más hacia enfoques de machine learning e inteligencia artificial, con mayor precisión predictiva. La evidencia reciente advierte, sin embargo, que el énfasis exclusivo en la exactitud estadística ha dejado en segundo plano aspectos igual de importantes: la interpretabilidad de los modelos, su aceptación por parte de los usuarios y los costos de implementación asociados a infraestructura, especialización técnica y opacidad algorítmica. El modelo Z-Score de Altman conserva, frente a esto, una relevancia notable gracias a su simplicidad, transparencia y bajo requerimiento de recursos, lo que lo hace especialmente adecuado para organizaciones con capacidades analíticas limitadas (Braunsberger & Aschauer, 2025).

La IA ha mostrado un gran potencial para complementar y mejorar el modelo de Altman al permitir la integración de una mayor cantidad de variables y la identificación de patrones no evidentes en los datos financieros (Gabrielli et al., 2026). Con todo, la investigación empírica sobre la predicción de quiebra en las economías en desarrollo continúa siendo escasa y, en el caso de mercados emergentes como el ecuatoriano, se torna aún más fragmentaria (Matenda et al., 2022).

El desarrollo de estos enfoques abre una línea de investigación relevante para contrastar el desempeño

de modelos tradicionales y técnicas de mayor complejidad. En mercados como el ecuatoriano, esa comparación puede contribuir a establecer si las ganancias en capacidad predictiva compensan los mayores requerimientos de datos, infraestructura e interpretación.

En Ecuador, una limitación adicional es la disponibilidad desigual de información financiera detallada y oportuna en una parte importante del tejido empresarial (Matenda et al., 2022). Esta restricción afecta cualquier metodología basada en información contable y refuerza la necesidad de interpretar el Z-Score dentro de las condiciones concretas de calidad y disponibilidad de los datos.

II. METODOLOGÍA

El estudio siguió un enfoque cuantitativo basado en información financiera oficial. La recopilación se concentró en las emisiones registradas en la Bolsa de Valores de Quito y en los estados financieros disponibles en la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros del Ecuador. Se consideraron tres instrumentos de financiamiento empresarial: papel comercial, titularización y emisión de obligaciones. La combinación de estas fuentes permitió construir la base necesaria para calcular las variables del modelo Z de Altman y contrastar posteriormente sus resultados.

En una primera fase se revisó la base histórica publicada por la Bolsa de Valores de Quito en la sección de obligaciones, papel comercial y titularizaciones (<https://www.bolsadequito.com/index.php/estadisticas/boletines-2/emisiones>). El archivo consultado contiene información correspondiente a 2014-2024 y permitió identificar 1.162 emisiones durante el período de estudio, equivalentes a un promedio aproximado de 106 emisiones por año.

Para garantizar la representatividad estadística de la investigación, el tamaño de la muestra se determinó con la fórmula para poblaciones finitas:

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

La población estuvo conformada por 1.162 emisiones registradas durante 2014-2024. Para determinar el tamaño muestral se utilizó un nivel de confianza del 95 % ($Z = 1,96$), máxima variabilidad poblacional ($p = 0,50$; $q = 0,50$) y se trabajó con 146 observaciones, lo que corresponde a un margen de

error aproximado del 7,6 %. Este nivel de precisión se asumió considerando el carácter aplicado del estudio y el levantamiento individual de estados financieros requerido para calcular las variables del modelo. Como referencia, un margen de error del 5 % habría requerido aproximadamente 289 observaciones, posibilidad que queda abierta para investigaciones posteriores.

Las 146 emisiones se distribuyeron proporcionalmente según el peso de cada año en el total del período: 2014 (14), 2015 (10), 2016 (8), 2017 (11), 2018 (15), 2019 (14), 2020 (14), 2021 (13), 2022 (16), 2023 (18) y 2024 (13). Con esta asignación se buscó conservar la estructura temporal de la población y evitar una concentración de observaciones en años específicos.

En la segunda fase se obtuvo la información financiera desde el portal oficial de la Superintendencia de Compañías (<https://www.supercias.gob.ec/portalscv/index.htm>). Para cada año se seleccionaron aleatoriamente las empresas emisoras incluidas en la muestra y se recopiló el estado de resultados integrales y el balance de situación general. La información obtenida se organizó en una base documental única para el cálculo de los indicadores.

A partir de los estados financieros se calcularon las cinco razones que integran el modelo Z de Altman:

$$X_1 = \text{Capital de trabajo} / \text{Activos totales} \quad (2)$$

$$X_2 = \text{Utilidades retenidas} / \text{Activos totales} \quad (3)$$

$$X_3 = \text{Utilidad antes de intereses e impuestos} / \text{Activos totales} \quad (4)$$

$$X_4 = \text{Patrimonio} / \text{Pasivo total} \quad (5)$$

$$X_5 = \text{Ventas netas} / \text{Activos totales} \quad (6)$$

Las cinco razones recogen dimensiones diferentes de la condición financiera: liquidez, acumulación de resultados, rentabilidad operativa, relación patrimonial frente al pasivo y eficiencia en el uso de los activos. Una vez calculadas, se aplicaron los coeficientes establecidos por el modelo de Altman para obtener el Z-Score de cada observación:

$$Z = 1,2X_1 + 1,4X_2 + 3,3X_3 + 0,6X_4 + 1,0X_5 \quad (7)$$

Los coeficientes originales del modelo Z de Altman se aplicaron sin recalibrarlos para el contexto ecuatoriano; por tanto, el estudio evalúa el comportamiento del modelo original y no propone una versión adaptada. Antes de comparar las zonas

segura, gris y de riesgo, se examinó la distribución de las cinco razones financieras mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Dado que varias variables no presentaron normalidad, se empleó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para contrastar los tres grupos independientes, con $\alpha = 0,05$. La relación entre la clasificación por zonas y la ocurrencia posterior de mora se evaluó mediante chi-cuadrado y, debido a las frecuencias reducidas de algunas

celdas, se complementó con una prueba exacta para la tabla de contingencia.

III. RESULTADOS

De las 146 observaciones seleccionadas, en 2 no fue posible calcular el Z-Score porque el pasivo total era igual a cero y, por tanto, no podía obtenerse la variable X_4 . El análisis del modelo se efectuó sobre las 144 observaciones restantes.

Tabla 1. Distribución de empresas del mercado de valores ecuatoriano según zona de riesgo del modelo Z de Altman (2014-2024)

Rangos	Zona	No. empresas	% de la muestra	Mora posterior	% de la muestra con mora	Tasa de mora dentro de la zona
$Z > 2,99$	Segura	19	13,19 %	4	2,78%	21,05%
$1,81 \leq Z \leq 2,99$	Gris	46	31,94 %	8	5,56%	17,39%
$Z < 1,81$	Riesgo	79	54,86 %	12	8,33%	15,19%
Total		144	100,00 %	24	16,67%	16,67%

La zona segura ($Z > 2,99$) reunió 19 observaciones. Cuatro registraron posteriormente mora con sus obligacionistas, equivalentes al 2,78 % de las 144 observaciones válidas y al 21,05 % de esta zona. Una de esas moras se produjo en 2020, dos en 2021 y la restante cuatro años después de la aprobación de la emisión. Esta dispersión temporal aconseja no atribuir el incumplimiento exclusivamente a la condición financiera observada al momento de la medición.

La zona gris ($1,81 \leq Z \leq 2,99$) concentró 46 observaciones y presentó un Z-Score promedio de 2,30. Ocho registraron mora posterior, lo que representa el 5,56 % del total de observaciones válidas y el 17,39 % de la zona. Parte de estos eventos coincidió con el período de emergencia sanitaria, circunstancia que introduce factores externos relevantes para interpretar la relación entre la clasificación financiera y el incumplimiento.

En la zona de riesgo ($Z < 1,81$) se ubicaron 79 observaciones, con un Z-Score promedio de 1,03. Doce registraron posteriormente problemas de pago con sus obligacionistas: 8,33 % de las observaciones válidas y 15,19 % de las pertenecientes a esta zona. En todos los casos, los problemas de pago se presentaron después de la aprobación de la respectiva emisión por parte de la SCVS.

Entre las 79 observaciones clasificadas en riesgo, 55 presentaron un Z-Score inferior a 1,50, equivalentes al 38,19 % de las 144 observaciones válidas. Este grupo muestra una condición financiera más deteriorada dentro de la propia zona de riesgo. Sin embargo, al no haberse demostrado una asociación estadísticamente significativa entre las zonas y la mora posterior, el valor de 1,50 se interpreta únicamente como una referencia descriptiva de mayor vulnerabilidad y no como un umbral de incumplimiento inminente.

Las 12 observaciones de la zona de riesgo que posteriormente incurrieron en mora tuvieron un Z-Score promedio de 1,32. No obstante, la prueba de chi-cuadrado no evidenció una asociación estadísticamente significativa entre la zona asignada por el modelo y la mora posterior ($\chi^2(2) = 0,405$; $p = 0,817$). La prueba exacta aplicada a la tabla de contingencia condujo a la misma conclusión ($p = 0,778$). En esta muestra, por tanto, la clasificación del Z-Score describe diferencias en vulnerabilidad financiera, pero no permite sostener que la pertenencia a una zona prediga por sí sola la ocurrencia posterior de mora.

Tabla 2. Tendencia anual del índice Z de Altman y número de empresas por zona de riesgo (2014-2024)

Año	Empresas	Promedio Z	Promedio Z > 2,99	No. Empresas	Promedio 1,81 ≤ Z ≤ 2,99	No. Empresas	Promedio Z < 1,81	No. Empresas	Empresas con Error # cálculo
2014	14	2,52	3,55	5	2,23	5	1,28	3	1
2015	10	2,81	4,9	3	2,28	4	1,41	3	
2016	8	1,86	3,31	1	2,56	2	1,29	5	
2017	11	2,05	3,45	2	2,3	4	1,3	5	
2018	15	1,97	3,73	2	2,31	4	1,43	9	
2019	14	0,21-1,27			1,86	2	-0,1	11	1
2020	14	1,84	3,66	1	2,36	6	1,14	7	
2021	13	2,5	7,7	2	2,32	4	1,13	7	
2022	16	1,66	4,57	1	2,25	4	1,18	11	
2023	18	1,67	3	1	2,46	6	1,11	11	
2024	13	1,68	3,71	1	2,19	5	1,03	7	
Total general	146			19		46		79	2

El promedio anual más bajo se observó en 2019. Su valor cambia de 0,21 a 1,27 cuando se excluye un dato atípico, lo que evidencia la sensibilidad del promedio a esa observación. Aun después de excluirla, el indicador permanece en niveles bajos. Este resultado coincide temporalmente con la fuerte inestabilidad económica y social registrada en Ecuador durante 2019, asociada con las medidas

de ajuste y las protestas de octubre. Por ello, el comportamiento de ese año debe leerse considerando tanto la información financiera de las empresas como el entorno macroeconómico en el que operaban.

La comparación de las cinco variables por zona permite observar con mayor detalle qué componentes financieros acompañan la clasificación obtenida mediante el Z-Score.

Tabla 3. Promedio de variables del modelo Z de Altman (2014-2024)

Zona	X ₁ Liquidez	X ₂ Rentabilidad acumulada	X ₃ Rentabilidad operativa	X ₄ Solvencia patrimonial	X ₅ Rotación de activos	Z promedio
Segura	0,31	0,17	0,79	0,42	2,55	4,23
Gris	0,22	0,14	0,27	0,33	1,34	2,30
Riesgo	0,12	0,07	- 0,02	0,28	0,58	1,03

Los promedios muestran un deterioro progresivo desde la zona segura hacia la zona de riesgo. Las empresas clasificadas como seguras registraron valores superiores en las cinco razones financieras, con diferencias particularmente visibles en rentabilidad operativa ($X_3 = 0,79$), solvencia

patrimonial ($X_4 = 0,42$) y rotación de activos ($X_5 = 2,55$). En la zona de riesgo, la rentabilidad operativa promedio fue negativa ($X_3 = -0,02$), la relación patrimonio-pasivo descendió a 0,28 y la rotación de activos a 0,58. Estas diferencias descriptivas se sometieron posteriormente a contraste estadístico.

Tabla 4. Prueba de Kruskal-Wallis de las razones financieras entre zonas

Variable	H	P	Resultado
X ₁ Liquidez	18,607	< 0,001	Significativo
X ₂ Rentabilidad acumulada	11,802	0,003	Significativo
X ₃ Rentabilidad operativa	31,182	< 0,001	Significativo
X ₄ Solvencia patrimonial	3,202	0,202	No significativo
X ₅ Rotación de activos	84,483	< 0,001	Significativo

El contraste de Kruskal-Wallis confirmó diferencias entre las zonas en cuatro de las cinco razones analizadas: liquidez (X_1 ; $H = 18,607$; $p < 0,001$), rentabilidad acumulada (X_2 ; $H = 11,802$; $p = 0,003$), rentabilidad operativa (X_3 ; $H = 31,182$; $p < 0,001$) y rotación de activos (X_5 ; $H = 84,483$; $p < 0,001$). La solvencia patrimonial (X_4) no alcanzó significancia estadística ($H = 3,202$; $p = 0,202$). La mayor diferenciación correspondió a la rotación de activos, seguida por la rentabilidad operativa y la liquidez. En consecuencia, la separación descriptiva observada en X_4 no cuenta con evidencia estadística suficiente para afirmar diferencias entre los tres grupos.

Discusión de resultados

Los resultados muestran dos comportamientos que deben interpretarse conjuntamente. Por una parte, el Z-Score separa grupos con diferencias estadísticamente significativas en cuatro de las cinco razones financieras analizadas, lo que respalda su utilidad para caracterizar distintos niveles de vulnerabilidad financiera. Por otra, la proporción de mora posterior no aumentó al pasar de la zona segura a la zona de riesgo: fue 21,05 % en la zona segura, 17,39 % en la gris y 15,19 % en la de riesgo. Esta distribución explica que las pruebas de asociación no resultaran significativas y obliga a distinguir entre identificar deterioro financiero y anticipar un evento específico de incumplimiento. En el mercado ecuatoriano analizado, el modelo aporta información sobre la condición financiera de los emisores, pero la mora posterior parece depender también de factores que no están contenidos en las cinco razones del Z-Score. Este resultado es coherente con la advertencia de Altman et al. (2017) sobre la sensibilidad del desempeño del modelo al contexto y con lo señalado por Molina Panchi et al. (2022) respecto de la necesidad de interpretar sus resultados atendiendo a las particularidades del entorno ecuatoriano.

Limitaciones del estudio

Los resultados deben interpretarse dentro de los límites de la población estudiada. La muestra incluye únicamente emisores que participaron en el mercado de valores ecuatoriano durante 2014-2024 y que, por ello, estuvieron sujetos a procesos de autorización,

entrega de información financiera y requisitos regulatorios. Estas características los diferencian de buena parte del tejido empresarial ecuatoriano, en particular de pequeñas y medianas empresas que no acceden al mercado de valores. En consecuencia, los hallazgos no son directamente generalizables al conjunto de empresas del país.

Una segunda limitación deriva del uso de los coeficientes originales del modelo Z de Altman. Al no haberse recalibrado con información específica del mercado ecuatoriano, el análisis permite examinar su aplicabilidad, pero no equivale a validar un nuevo modelo predictivo para Ecuador.

La mora, además, puede responder a condiciones económicas, sectoriales, operativas y coyunturales que no forman parte de las cinco razones del Z-Score. La ausencia de asociación estadísticamente significativa encontrada en esta investigación refuerza la conveniencia de complementar el modelo con variables relacionadas con flujos de efectivo, capacidad de refinanciamiento, sector económico, entorno macroeconómico y otros factores no financieros.

Finalmente, el margen de error muestral aproximado del 7,6 % y el número relativamente reducido de eventos posteriores de mora limitan la potencia de los contrastes asociados al incumplimiento. Estudios posteriores podrían ampliar la muestra, definir ventanas homogéneas de seguimiento, realizar análisis sectoriales y longitudinales e incorporar modelos probabilísticos o técnicas de aprendizaje automático para contrastar los resultados del Z-Score.

IV. CONCLUSIONES

El modelo Z de Altman identificó una presencia relevante de vulnerabilidad financiera entre los emisores analizados. De las 144 observaciones válidas, el 54,86 % se ubicó en la zona de riesgo y 55 registraron un índice inferior a 1,50. Estos resultados muestran que el Z-Score permite ordenar y comparar la condición financiera de los participantes del mercado y puede funcionar como una señal complementaria de alerta temprana.

Las diferencias entre zonas no se limitaron al valor agregado del Z-Score. Las pruebas estadísticas mostraron diferencias significativas en liquidez (X_1), rentabilidad acumulada (X_2), rentabilidad operativa

(X3) y rotación de activos (X5), siendo esta última la variable con mayor diferenciación. La solvencia patrimonial (X4) presentó diferencias descriptivas, pero no alcanzó significancia estadística.

La clasificación en zonas segura, gris y de riesgo no presentó una asociación estadísticamente significativa con la mora posterior. Por ello, los resultados no permiten afirmar que la zona asignada por el Z-Score prediga, por sí sola, el incumplimiento futuro de las obligaciones. Este hallazgo delimita el alcance del modelo en la muestra estudiada: su principal aporte consiste en identificar el grado de vulnerabilidad financiera a partir del comportamiento conjunto de indicadores de liquidez, rentabilidad, solvencia patrimonial y eficiencia en el uso de los activos. Una clasificación de riesgo debe entenderse, en consecuencia, como una señal que justifica mayor análisis y seguimiento, no como una certeza de mora futura.

La ocurrencia de mora depende de elementos que exceden la información incorporada en el Z-Score. Entre ellos se encuentran el entorno macroeconómico, las condiciones sectoriales, la capacidad de refinanciamiento, la generación de efectivo, las decisiones de gestión y acontecimientos particulares de cada empresa. Esto ayuda a explicar por qué una herramienta capaz de distinguir condiciones financieras no necesariamente anticipa, por sí misma, un evento específico de incumplimiento.

En síntesis, el modelo Z de Altman resulta útil para identificar y comparar vulnerabilidad financiera en el mercado de valores ecuatoriano, pero su uso debe ser complementario. La incorporación de variables sectoriales, macroeconómicas, de flujo de efectivo y no financieras, junto con muestras más amplias y períodos de seguimiento homogéneos, puede contribuir a evaluar con mayor precisión su capacidad predictiva en investigaciones posteriores.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés, de carácter financiero, personal o profesional, que pudiera haber influido en el desarrollo, los resultados o la interpretación de este trabajo.

Durante la preparación de este manuscrito se utilizaron ChatGPT (OpenAI) y Claude (Anthropic) como herramientas de apoyo para la revisión de estilo, la organización del texto y la mejora de la redacción.

Los autores revisaron, editaron y analizaron los resultados, y asumen plena responsabilidad sobre el contenido final del manuscrito. Los datos y cálculos fueron procesados en Microsoft Excel.

V. REFERENCIAS

- Agarwal, V., & Taffler, R. (2008). Comparing the performance of market-based and accounting-based bankruptcy prediction models. *Journal of Banking & Finance*, 32(8), 1541–1551.
- Agrawal, V. (2025). Financial Fragility and Sectoral Risk in MSMEs: A Longitudinal Validation of The Altman Z-Score Model in India. *International Journal of Accounting and Economics Studies*, 12(6), 898–908. <https://doi.org/10.14419/zzvvh125>
- Alaka, H. A., Oyedele, L. O., Owolabi, H. A., Kumar, V., Ajayi, S. O., Akinade, O. O., & Bilal, M. (2018). Systematic review of bankruptcy prediction models: Towards a framework for tool selection. En *Expert Systems with Applications* (Vol. 94, pp. 164–184). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.10.040>
- Alcalde, R., de Armiño, C. A., & García, S. (2022). Analysis of the Economic Sustainability of the Supply Chain Sector by Applying the Altman Z-Score Predictor. *Sustainability (Switzerland)*, 14(2). <https://doi.org/10.3390/su14020851>
- Altman, E. I. (2018). A 50-Year Retrospective on Credit Risk Models, the Altman Z-Score Family of Models and Their Applications to Financial Markets and Managerial Strategies. *The Journal of Credit Risk*. <https://doi.org/10.21314/jcr.2018.243>
- Altman, E. I., & Hotchkiss, E. (2006). *Predict and Avoid Bankruptcy, Analyze and Invest in Distressed Debt*. John Wiley & Sons, Inc.
- Altman, E. I., Danovi, A., & Falini, A. (2013). Z-Score models' application to Italian companies subject to extraordinary administration. *Bancaria*, 4, 24–37.
- Altman, E. I., Iwanicz-Drozowska, M., Laitinen, E. K., & Suvas, A. (2017). Financial Distress Prediction in an International Context: A Review and Empi-

- rical Analysis of Altman's Z-Score Model. *Journal of International Financial Management and Accounting*, 28(2), 131–171. <https://doi.org/10.1111/jifm.12053>
- Bermeo Chiriboga, D. C., & Armijos Cordero, J. C. (2021). Predicción de quiebra bajo el modelo Z2 Altman en empresas de construcción de edificios residenciales de la provincia del Azuay. *Revista Economía y Política*, 48–63. <https://doi.org/10.25097/rep.n33.2021.03>
- Bhambra, R. K., & Dessai, S. S. (2026). Measuring financial health of state-owned enterprises using Altman's Zscore model. *International Journal of Public Sector Performance Management*, 17(1), 127–137. <https://doi.org/10.1504/IJPSPM.2026.150458>
- Braunsberger, C., & Aschauer, E. (2025). Corporate Failure Prediction: A Literature Review of Altman Z-Score and Machine Learning Models Within a Technology and Machine Learning Models Within a Technology Adoption Framework. *Journal of Risk and Financial Management*. <https://doi.org/10.3390/jrfm18080465>
- Cenciarelli, V., Greco, G., & Allegrini, M. (2018). External audit and bankruptcy prediction. *Journal of Management & Governance, Springer; Academia Italiana di Economia Aziendale (AIDEA)*, 22 (4), 863–890. <https://doi.org/10.1007/s10997-018-9406-z>
- Elviani, S., Simbolon, R., Riana, Z., Khairani, F., Dewi, S. P., & Fauzi, F. (2020). The Accuracy of the Altman, Ohlson, Springate and Zmiejewski Models in Bankruptcy Predicting Trade Sector Companies in Indonesia. *Budapest International Research and Critics Institute (BIRCI-Journal): Humanities and Social Sciences*, 3(1), 334–347. <https://doi.org/10.33258/birci.v3i1.777>
- Gabrielli, G., Melioli, A., & Bertini, F. (2026). Corporate financial distress prediction: A machine learning approach in the era of big data. *Journal of Accounting & Organizational Change*, 22(7), 31–65. <https://doi.org/10.1108/JAOC-05-2025-0166>
- Gao, R., Cui, S., Wang, Y., & Xu, W. (2025). Predicting financial distress in high-dimensional imbalanced datasets: A multi-heterogeneous self-paced ensemble learning framework. *Financial Innovation*, 11, Article 50. <https://doi.org/10.1186/s40854-024-00745-w>
- Isaac-Roque, D., & Caicedo-Carrero, A. (2023). Relationship between the Altman Z-Score model and the Z-Score financial indicators. *Retos (Ecuador)*, 13(25), 127–146. <https://doi.org/10.17163/ret.n25.2023.09>
- Klišťincová, L. (2024). Analysis of bankruptcy models for predicting the future state of the company. *Proceedings of the 17th International Scientific Conference INPROFORUM*, 17, 353–358. <https://doi.org/10.32725/978-80-7694-053-6.54>
- Matenda, F. R., Sibanda, M., Chikodza, E., & Gumbo, V. (2022). Bankruptcy prediction for private firms in developing economies: A scoping review and guidance for future research. *Management Review Quarterly*, 72(4), 927–966. <https://doi.org/10.1007/s11301-021-00216-x>
- Molina Panchi, P. A., & Molina Panchi, D. F. (2023). Modelos de predicción de fragilidad empresarial: una herramienta para detectar la bancarrota. *Revista de Investigación Sigma*, 11(1), 18–34. <https://doi.org/10.24133/20hwq783>
- Molina Panchi, P. A., Molina Panchi, D. F., & Flores Tapia, C. E. (2022). Modelo de predicción de quiebra Z2 de Altman de análisis multivariable en empresas del sector inmobiliario de la provincia de Pichincha. *Revista Científica Ecociencia*, 9(2), 53–76. <https://doi.org/10.21855/ecociencia.92.643>
- Ohlson, J. A. (1980). Financial ratios and the probabilistic prediction of bankruptcy. *Journal of Accounting Research*, 18(1), 109–131. <https://doi.org/10.2307/2490395>
- Ruan, L., & Liu, H. (2021). Financial Distress Prediction Using GA-BP Neural Network Model. *International Journal of Economics and Finance*, 13(3), 1. <https://doi.org/10.5539/ijef.v13n3p1>
- Torres-Vera, S. (2024). Modelos Altman y Springate para pronósticos de quiebra. *SENPAI*, 1.

Modelo de gestión exportadora digital para accesorios de acero inoxidable: caso Grupo Freire

Carlos Ernesto Flores-Tapia^{1*}; Diego Alejandro Freire-Aldás²;
Karla Lisette Flores-Cevallos³

Resumen

El objetivo de esta investigación fue diseñar un modelo de gestión exportadora digital para la comercialización internacional de accesorios de acero inoxidable de la empresa Grupo Freire hacia el mercado estadounidense. Metodológicamente, el estudio se desarrolló con enfoque cualitativo, alcance descriptivo-explicativo y diseño no experimental transeccional, articulando revisión documental, caracterización del mercado objetivo, diagnóstico organizacional y análisis cualitativo asistido por ATLAS.ti. Los resultados evidenciaron que Estados Unidos presenta condiciones favorables para la inserción comercial del producto; no obstante, el diagnóstico empresarial identificó brechas en conocimiento técnico-exportador, cumplimiento normativo y estructuración del proceso internacional. El análisis cualitativo permitió reconocer como hallazgo central el concepto emergente (constructo o unidad hermenéutica) de gestión exportadora digitalmente integrada, entendido como la convergencia entre diferenciación del producto, organización documental, coordinación logística, visibilidad en plataformas electrónicas y adaptación comercial al mercado de destino. Derivado de ello, se formuló un modelo estructurado en seis dimensiones estratégicas, orientado a fortalecer la capacidad exportadora de la empresa. Se concluye que la internacionalización sostenible de una pyme manufacturera requiere integrar producto competitivo, gestión por procesos y capacidades digitales en una sola arquitectura operativa.

Palabras clave: gestión exportadora digital, comercio electrónico, accesorios de acero inoxidable, internacionalización, pyme metalmeccánica, mercado estadounidense.

Digital export management model for stainless steel accessories: the Grupo Freire case

Abstract

The objective of this research was to design a digital export management model for the international marketing of stainless-steel accessories from Grupo Freire to the US market. Methodologically, the study employed a qualitative approach, a descriptive-explanatory scope, and a non-experimental, cross-sectional design, incorporating document review, characterization of the target market, organizational diagnosis, and qualitative analysis assisted by ATLAS.ti. The results showed that the United States presents favorable conditions for the product's market entry; however, the business diagnosis identified gaps in technical-export knowledge, regulatory compliance, and the structuring of the international process. The qualitative analysis revealed, as a central finding, the emerging concept (construct or hermeneutic unit) of digitally integrated export management, understood as the convergence of product differentiation, document organization, logistical coordination, visibility on electronic platforms, and commercial adaptation to the target market. Based on this, a model structured around six strategic dimensions was formulated, aimed at strengthening the company's export capacity. It is concluded that the sustainable internationalization of a manufacturing SME requires integrating competitive products, process management, and digital capabilities into a single operational architecture.

Keywords: digital export management, e-commerce, stainless steel accessories, internationalization, metalworking SME, US market.

Recibido: 20 de abril de 2026
Aceptado: 24 de agosto de 2026

¹ Pontificia Universidad Católica del Ecuador; cflores@pucesa.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0002-1892-6309>

² Pontificia Universidad Católica del Ecuador; dafreirea@pucesa.edu.ec; <https://orcid.org/0009-0007-4352-8752>

³ Pontificia Universidad Católica del Ecuador; <https://orcid.org/0000-0003-0851-5319>

*Autor de correspondencia

I. INTRODUCCIÓN

El comercio electrónico ha transformado las dinámicas del comercio internacional al facilitar el acceso de las empresas a mercados globales y ampliar sus posibilidades de interacción comercial. En este contexto, las plataformas tecnológicas, como los sitios web empresariales y los *Marketplace* internacionales, se consolidan como instrumentos estratégicos para la comercialización de productos especializados, entre ellos los accesorios para camiones y tráileres. En esta línea, Poncela (2019) sostiene que el uso de herramientas digitales permite superar barreras tradicionales asociadas con la distancia geográfica y los elevados costos logísticos, al tiempo que fortalece la competitividad de las organizaciones que articulan sus operaciones con tecnologías digitales.

En América del Sur se observa una incorporación progresiva de herramientas tecnológicas orientadas a fortalecer los procesos de internacionalización empresarial. Países como Colombia y Brasil han impulsado mecanismos de inserción internacional apoyados en el comercio electrónico, con efectos favorables para pequeñas y medianas empresas vinculadas a sectores manufactureros y de autopartes. De acuerdo con Suominen (2019), la integración económica regional facilita el acceso a plataformas digitales transfronterizas, incrementa la visibilidad de la oferta y mejora el desempeño exportador. En consecuencia, la digitalización no solo representa un canal de venta, sino también un componente organizacional que contribuye a estructurar nuevos modelos de gestión para competir en mercados externos.

En el caso ecuatoriano, la inserción internacional de las empresas aún enfrenta restricciones vinculadas con la competitividad y con la limitada estructuración de sus procesos de comercio exterior. Flores-Tapia et al. (2022) advierten limitaciones en la competitividad internacional del país, mientras que Baños (2023) identifica que uno de los principales obstáculos para exportar radica en el desconocimiento del proceso exportador y de los requisitos que este implica. Bajo estas condiciones, aunque el comercio electrónico representa una alternativa viable para ampliar mercados, su aprovechamiento efectivo depende de esquemas de gestión que articulen planificación, cumplimiento documental, logística, comercialización y atención internacional.

Desde una perspectiva conceptual, el comercio exterior constituye una actividad estratégica orientada al intercambio de bienes, servicios y capitales más allá de las fronteras nacionales, lo que favorece la vinculación de las empresas con mercados internacionales y con entornos de mayor complejidad competitiva. Schnarch (2019) señala que el mercado internacional se configura cuando las actividades comerciales trascienden fronteras económicas y políticas, mientras que Arciniegas y Osorio (2018) destacan que el comercio internacional no se limita al acto de intercambio, sino que comprende vínculos, flujos y decisiones estratégicas entre naciones, organizaciones y personas. En un plano complementario, Cabral (2020) resalta que el comercio exterior constituye una herramienta para diversificar la matriz productiva, promover la oferta exportable, atraer inversión y fortalecer el posicionamiento económico.

En el contexto contemporáneo, las actividades de comercio exterior se han transformado por efecto de la globalización, la competitividad, la innovación tecnológica y el desarrollo de plataformas digitales (Contreras, 2021). Bajo esta lógica, la competitividad exportadora ya no depende únicamente de los costos o de la disponibilidad del producto, sino también de la capacidad organizacional para integrar tecnología, diferenciar la oferta y generar valor agregado. En este punto, la teoría de la ventaja absoluta explica la especialización productiva basada en menores costos (Smith, 1994), la teoría de la ventaja comparativa amplía ese razonamiento hacia especializaciones con menor desventaja relativa (Ricardo, 1817) y la teoría de las economías de escala destaca la reducción de costos medios mediante producción a gran escala (Krugman, 1980). No obstante, para el presente estudio, la teoría de la ventaja competitiva adquiere mayor pertinencia, dado que Porter (1990) enfatiza la innovación, la calidad, el diseño y la diferenciación como fuentes sostenibles de posicionamiento en mercados internacionales. A ello se suman la globalización, la regionalización y la globalización digital, procesos que intensifican los vínculos económicos y potencian nuevas formas de interacción comercial apoyadas en tecnologías de la información y la comunicación (Flores-Tapia et al., 2023; González, 2007; Purizaca, 2024).

En el ámbito operativo, la exportación no debe

comprenderse solo como una transacción comercial, sino como un proceso estructurado que involucra decisiones estratégicas, requisitos documentales, operación logística y cumplimiento normativo. En el caso ecuatoriano, el régimen 40 o exportación definitiva regula la salida permanente de mercancías fuera del territorio aduanero ecuatoriano (COPCI, 2021). Bajo este marco, la gestión por procesos adquiere especial importancia, ya que permite organizar de manera sistemática las actividades operativas y estratégicas de la empresa, optimizar recursos y fortalecer la toma de decisiones. A su vez, Piñera y Sanz (2021) sostienen que la exportación constituye uno de los primeros pasos de la internacionalización y requiere estrategias bien elaboradas y una adecuada planificación. En esta secuencia, el proceso exportador comprende el acuerdo comercial, la preparación de la mercancía, su traslado al punto de salida, el embarque y el ingreso al país destino con los respectivos trámites aduaneros (Malpica et al., 2021), mientras que los Incoterms regulan responsabilidades, riesgos, transporte y seguros en la operación comercial (Jiménez, 2021).

Las plataformas tecnológicas constituyen uno de los soportes más relevantes del comercio electrónico y de los procesos contemporáneos de internacionalización. Vela et al. (2024) las definen como entornos digitales que integran herramientas informáticas y canales interactivos para facilitar la gestión, operación y comercialización de bienes y servicios. En esta línea, Santamaría-Ayala et al. (2022) sostienen que la transformación digital redefine la relación con la clientela, mejora la eficiencia de los procesos internos y fortalece la propuesta de valor, mientras que Medina-Chicaiza et al. (2022) subrayan que la incorporación de infraestructura tecnológica, gestión de datos y conectividad optimiza las comunicaciones y los servicios ofrecidos. Aplicadas a la exportación, estas herramientas abarcan desde la construcción de la vitrina comercial hasta la automatización de flujos logísticos, documentales y financieros. Asimismo, la articulación entre plataformas digitales, *courier* y portales estatales mejora la trazabilidad, reduce errores manuales y contribuye a disminuir plazos y costos logísticos.

Bajo este marco, la empresa Grupo Freire presenta una oportunidad concreta de expansión internacional

a partir de la exportación de accesorios de acero inoxidable para camiones y tráileres. Esta posibilidad se vincula con el potencial de la diversificación exportadora para fortalecer la presencia de productos ecuatorianos en mercados externos. Al respecto, Armijos, Ludeña y Ramos (2017) sostienen que la diversificación de exportaciones constituye un pilar estratégico para el desarrollo económico del país. Sin embargo, la empresa evidencia limitaciones para acceder de manera efectiva al mercado internacional, entre ellas el desconocimiento del proceso adecuado de exportación y la ausencia de un modelo formal que integre plataformas tecnológicas en la gestión de su oferta exportable. Esta brecha entre el potencial comercial del producto y la capacidad organizacional para internacionalizarlo conduce a la pregunta de investigación: ¿qué factores inciden en la gestión de exportación mediante plataformas tecnológicas para la empresa Grupo Freire?

En correspondencia con este planteamiento, el objetivo del estudio consiste en diseñar un modelo de gestión de exportación para la comercialización efectiva de los productos a través de plataformas de comercio electrónico en la empresa Grupo Freire. Para ello, la investigación adopta un alcance descriptivo-explicativo con enfoque cualitativo, orientado al análisis de los factores que condicionan la gestión exportadora mediada por herramientas tecnológicas. El artículo se estructura en cinco apartados: introducción, metodología, resultados, discusión y conclusiones.

II. METODOLOGÍA

La investigación se desarrolla con enfoque cualitativo, en la medida en que busca comprender e interpretar los factores que inciden en la gestión de exportación mediante plataformas tecnológicas en la empresa Grupo Freire. Este enfoque resulta pertinente porque posibilita un análisis integral del fenómeno estudiado y favorece la profundización en los componentes estratégicos, operativos y organizacionales vinculados con la exportación de accesorios de acero inoxidable para camiones y tráileres hacia el mercado estadounidense (Hernández-Sampieri y Mendoza-Torres, 2018).

Por su alcance, el estudio es descriptivo-explicativo. La dimensión descriptiva permite caracterizar los procesos, condiciones y

particularidades del mercado objetivo y de la realidad organizacional de la empresa, mientras que la dimensión explicativa aporta a la comprensión de las circunstancias que condicionan la gestión exportadora mediante plataformas tecnológicas (Monroy y Nava, 2018; Ferreyra y De Longhi, 2014). En correspondencia con ello, se adopta un diseño no experimental y transeccional, dado que el fenómeno se examina en su contexto real, sin manipulación de variables, durante el período comprendido entre julio de 2025 y enero de 2026.

El estudio se sustenta en los métodos deductivo, inductivo y de modelación. El método deductivo permite partir de categorías generales del comercio exterior, la exportación y la gestión por procesos para interpretar el caso particular de Grupo Freire. Por su parte, el método inductivo facilita derivar inferencias a partir del análisis de la situación concreta de la empresa, sus fortalezas, debilidades y experiencias en relación con su proyección internacional. De manera complementaria, la modelación se emplea para representar de forma estructurada las relaciones entre las variables relevantes del estudio y sustentar la formulación del modelo de gestión de exportación propuesto (Hernández-Sampieri y Mendoza-Torres, 2018).

En cuanto a las fuentes y estrategias de obtención de información, se articulan la investigación documental y la investigación de campo. La primera permite revisar, analizar y seleccionar información procedente de literatura académica, normativa, reportes e información estadística, con el propósito de fundamentar el estudio y caracterizar el mercado estadounidense (Monroy y Nava, 2018). La segunda se orienta a la obtención de información directa del caso empresarial y de actores relacionados con la operativa exportadora, sin alterar las condiciones en que se presenta el fenómeno analizado (Santiesteban, 2014).

La información primaria se obtuvo mediante nueve entrevistas semiestructuradas realizadas a informantes seleccionados de manera intencional por su experiencia y vinculación con los procesos analizados. La selección buscó reunir perspectivas complementarias sobre planificación exportadora, gestión documental y aduanera, logística internacional, comercialización, plataformas de comercio electrónico y marketing internacional.

Participaron el gerente general de Grupo Freire, una asesora y consultora en comercio exterior, negocios internacionales y aduanas, dos gerentes de empresas de transporte pesado radicadas en Estados Unidos, un asesor comercial de una empresa exportadora, una auxiliar aduanera, el gerente de una pyme exportadora y dos asesores comerciales y logísticos vinculados con empresas exportadoras. De los nueve informantes, uno mantiene relación directa con la empresa objeto de estudio y los ocho restantes corresponden a actores externos con experiencia en actividades vinculadas con comercio exterior y operación internacional.

La selección no respondió a criterios probabilísticos, sino a la pertinencia de cada informante frente a las dimensiones de la investigación. El gerente de Grupo Freire aportó información sobre la situación de la empresa, su proyección internacional y las decisiones vinculadas con el modelo propuesto; los especialistas en comercio exterior y aduanas proporcionaron criterios normativos y documentales; los actores del transporte pesado estadounidense contribuyeron con información sobre el mercado de destino y sus requerimientos logísticos; mientras que los representantes y asesores de empresas exportadoras aportaron experiencia relacionada con planificación, comercialización, logística y uso de herramientas digitales. La información secundaria se complementó con literatura académica, normativa, reportes y estadísticas de organismos nacionales e internacionales.

El número de entrevistas se consideró suficiente en función de la cobertura temática alcanzada y de la especificidad de los perfiles seleccionados. Las nueve entrevistas permitieron obtener información sobre las seis dimensiones definidas para el estudio y contrastar perspectivas provenientes de la empresa, especialistas en comercio exterior y aduanas, empresas exportadoras y actores del mercado estadounidense. Durante el análisis se observó recurrencia de contenidos relacionados con planificación, requisitos documentales, logística, comercialización y uso de plataformas digitales, por lo que la incorporación de perfiles especializados y complementarios proporcionó información suficiente para interpretar el caso y sustentar la construcción del modelo.

Para organizar analíticamente el estudio, la

variable gestión de exportación se operacionaliza en las dimensiones de planificación exportadora, gestión documental y aduanera, y logística y transporte internacional. De manera complementaria, la variable plataformas tecnológicas se estructura en las dimensiones de comercialización y atención internacional, uso de plataformas de *e-commerce*, y presencia digital y marketing internacional. Esta operacionalización orienta la construcción del instrumento y permite vincular la información empírica con los componentes del modelo propuesto.

El procesamiento de la información cualitativa se realizó mediante ATLAS.ti. Las entrevistas fueron registradas en audio, transcritas de forma literal e integradas en un único corpus documental para su análisis. La codificación siguió una lógica combinada. En una primera etapa se tomaron como categorías orientadoras las seis dimensiones establecidas en la operacionalización del estudio: planificación exportadora, gestión documental y aduanera, logística y transporte internacional, comercialización y atención internacional, uso de plataformas de *e-commerce*, y presencia digital y *marketing* internacional. Posteriormente, la revisión de los fragmentos de las entrevistas permitió identificar códigos, relaciones y significados específicos vinculados con dichas dimensiones.

Los fragmentos relevantes fueron codificados y agrupados de acuerdo con su afinidad temática y, posteriormente, se establecieron relaciones entre los códigos mediante la red semántica construida en ATLAS.ti. De este proceso surgieron categorías interpretativas vinculadas, entre otras, con diferenciación por personalización, complejidad de los trámites aduaneros, optimización logística, estrategia multicanal y adaptación cultural del *marketing*. La consistencia del análisis se reforzó mediante la revisión de la estructura de codificación por docentes investigadores con experiencia en análisis cualitativo y uso de ATLAS.ti. De forma complementaria, se aplicó triangulación de fuentes al contrastar los resultados de las entrevistas con la caracterización del mercado estadounidense, el diagnóstico organizacional de Grupo Freire y la información documental y normativa utilizada en la investigación.

La participación de los informantes fue voluntaria. Antes de las entrevistas se explicó el propósito

académico de la investigación, el uso previsto de la información y el tratamiento confidencial de las respuestas y se contó con la conformidad de los participantes para registrar y utilizar sus testimonios con fines investigativos. Para resguardar su identidad, en el análisis y en la presentación de los resultados los entrevistados fueron identificados mediante códigos alfanuméricos y se omitieron nombres personales y referencias innecesarias que pudieran permitir su identificación.

La investigación se desarrolló en el marco del proyecto institucional aprobado “Configuración de sistemas productivos locales: perspectiva del desarrollo territorial integral”. Por la naturaleza empresarial, no experimental y no clínica del estudio, no se trabajó con información sensible de carácter biomédico. No se contó con un aval específico de un comité de ética; los resguardos éticos se sustentaron en la participación voluntaria, la confidencialidad y el uso académico de la información.

En términos analíticos, la investigación integra el análisis cualitativo de las entrevistas, la revisión documental, la caracterización del mercado objetivo y el diagnóstico de la situación actual de Grupo Freire. La articulación de estos componentes proporciona los insumos para sustentar el diseño del modelo de gestión de exportación orientado a la comercialización de los productos de la empresa mediante plataformas tecnológicas.

III. RESULTADOS

La caracterización del mercado objetivo muestra que Estados Unidos reúne condiciones favorables para la inserción internacional de los accesorios de acero inoxidable producidos por Grupo Freire. El país cuenta con una población aproximada de 334 millones de habitantes, concentra el mayor producto interno bruto mundial y presenta un déficit comercial, lo que confirma una elevada capacidad de absorción de bienes importados. A ello se suma la relevancia estratégica del transporte por carretera dentro de su economía, sector que moviliza más de 13,8 millones de camiones y concentra una proporción mayoritaria del valor de la carga doméstica, circunstancia que configura una demanda potencial sostenida de accesorios de reposición, mantenimiento y personalización para transporte pesado (United States Census Bureau, 2022; United States Census

Bureau & U.S. Bureau of Economic Analysis, 2024; Fondo Monetario Internacional, 2024; Bureau of Transportation Statistics, 2021; Federal Motor Carrier Safety Administration, 2024).

De manera complementaria, el análisis PESTEL evidencia un entorno de destino con estabilidad institucional, alto poder adquisitivo, fuerte digitalización de los hábitos de compra y liderazgo tecnológico, aunque acompañado de exigencias estrictas en materia aduanera, técnica, ambiental y de protección al consumidor. En consecuencia, el mercado estadounidense combina oportunidades concretas de expansión comercial con altos requerimientos de cumplimiento normativo y adaptación empresarial, lo que justifica la necesidad de una gestión exportadora estructurada.

En el plano organizacional, Grupo Freire se configura como una empresa ecuatoriana ubicada en Ambato, con más de 23 años de trayectoria en el mercado nacional y especializada en la fabricación de accesorios y componentes para camiones y tráileres. Su estructura funcional integra áreas de producción, finanzas, comercialización, *marketing* e importaciones, con apoyo legal y contable, lo que revela una base operativa organizada. Al mismo tiempo, la empresa mantiene una estrategia comercial multicanal apoyada en *Facebook*, *Instagram*, *TikTok* y *WhatsApp Business*, junto con políticas de envíos rápidos y *marketing* de recomendación, elementos que muestran experiencia previa en gestión digital del cliente, aunque limitada al mercado nacional.

A su vez, el comportamiento de las ventas de productos en acero inoxidable durante 2024 refuerza este diagnóstico. Los ingresos anuales alcanzan USD 74.112, con un patrón estacional y recuperación en el último trimestre, lo que evidencia capacidad de respuesta frente a las dinámicas del mercado y un desempeño comercial que ofrece condiciones de base para una futura proyección exportadora.

En esa misma línea, la matriz FODA sintetiza hallazgos convergentes. Entre las fortalezas destacan la especialización en accesorios cortados con tecnología láser de alta precisión, la experiencia técnica acumulada, la estructura organizativa

funcional, la presencia digital en el mercado nacional y el control directo del área de producción. Entre las oportunidades sobresalen el acceso al mercado estadounidense mediante comercio electrónico, la magnitud del parque automotor de transporte pesado, la renovación periódica de flotas y la disponibilidad de plataformas tecnológicas para ventas, pagos, logística y atención al cliente. En contraste, como debilidades se identifican el conocimiento limitado de la gestión de exportación, la inexistencia de un modelo estructurado de exportación mediante plataformas electrónicas, la falta de experiencia previa en cumplimiento de normativas técnicas internacionales y ciertas restricciones gerenciales para responder con flexibilidad a mercados dinámicos. Entre las amenazas figuran la competencia internacional consolidada, las políticas arancelarias de protección a la producción nacional y la rigurosidad normativa del mercado estadounidense (Sánchez, 2020).

Por consiguiente, la matriz FODA cruzado confirma que, entre las alternativas estratégicas disponibles, la opción con mayor coherencia interna y externa consiste en diseñar un modelo de gestión de exportación mediante plataformas tecnológicas orientado al mercado estadounidense. De esta manera, los resultados de la caracterización y del diagnóstico convergen en un hallazgo central: Grupo Freire dispone de capacidades productivas y comerciales valiosas, pero requiere una estructura integral de gestión exportadora para transformar ese potencial en inserción internacional efectiva.

En cuanto al análisis cualitativo, la codificación y organización del contenido de las entrevistas mediante ATLAS.ti permiten identificar patrones de sentido y relaciones entre las categorías vinculadas con la gestión exportadora y el uso de plataformas tecnológicas. Como aproximación exploratoria, la nube de palabras (Figura 1) concentra términos recurrentes como producto, exportación, plataforma, proceso, empresa, internacional, digital, venta, documentación, clientes, logística y transporte, anticipando la centralidad del vínculo entre oferta productiva, proceso exportador y soporte tecnológico.



Figura 2. Red semántica
Fuente: Elaboración propia

Sobre la base de los hallazgos cualitativos, el diagnóstico organizacional, la caracterización del mercado y la fundamentación teórica del estudio, el resultado aplicado de la investigación se concreta en un modelo de gestión de exportación mediante plataformas tecnológicas para Grupo Freire. Este resultado responde a la necesidad de la empresa de contar con un esquema ordenado para comercializar

internacionalmente sus accesorios de acero inoxidable y se organiza en seis dimensiones estratégicas: planificación exportadora, gestión documental y aduanera, logística y transporte internacional, comercialización y atención internacional, uso de plataformas de *e-commerce*, y presencia digital y *marketing* internacional. La representación del modelo puede observarse en la Figura 3.

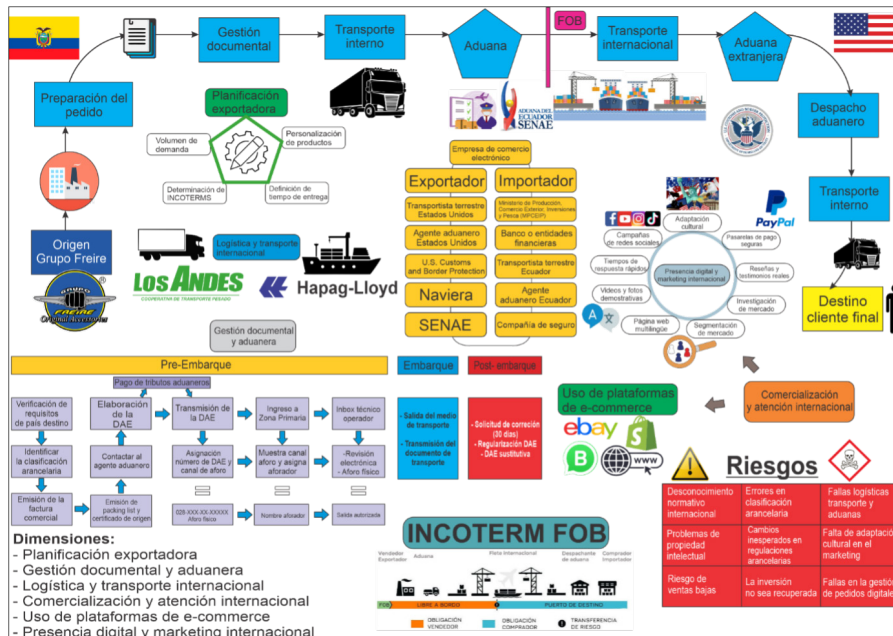


Figura 3. Modelo de gestión de exportación para la empresa Grupo Freire
Fuente: Elaboración propia

A continuación, la planificación exportadora se fundamenta en la personalización del producto como ventaja competitiva y en la evaluación de la demanda del mercado estadounidense. La gestión documental y aduanera concentra los procedimientos requeridos

para asegurar el cumplimiento normativo, incluyendo declaración aduanera de exportación, factura comercial, liquidación de tributos y coordinación con los actores del proceso aduanero. A ello se añade la dimensión de logística y transporte internacional, que

organiza el flujo del producto desde el origen hasta el destino mediante coordinación con operadores logísticos, trazabilidad y control de rutas y tiempos.

De forma paralela, la comercialización y atención internacional articula canales de interacción adaptados culturalmente al consumidor estadounidense, incorporando contenido en inglés norteamericano, atención posventa y mecanismos orientados a fortalecer la confianza y la fidelización. Asimismo, el uso de plataformas de e-commerce constituye uno de los pilares del modelo, al integrar herramientas para gestión de inventarios, pagos en línea y facturación electrónica, junto con *Shopify*, *eBay*, *WhatsApp Business* y una página web propia como medios para diversificar el acceso al consumidor final. Finalmente, la presencia digital y el *marketing* internacional incorporan posicionamiento SEO, campañas patrocinadas, interacción continua en redes sociales y segmentación de anuncios dirigidos a transportistas independientes, con el propósito de ampliar el alcance geográfico de la marca y optimizar la visibilidad del catálogo exportable.

De forma transversal, el modelo añade una secuencia operativa de preembarque, embarque y post embarque, así como un componente de gestión de riesgos orientado a prevenir impactos derivados de normativas cambiantes, errores arancelarios, deficiencias logísticas o dificultades culturales. En conjunto, el modelo se configura como una herramienta estratégica para optimizar la comercialización internacional de los productos de Grupo Freire, fortalecer su posicionamiento competitivo, mejorar la calidad del servicio al cliente extranjero y facilitar una incursión sostenible en el mercado exterior.

IV. DISCUSIÓN

Los resultados permiten interpretar que la potencial internacionalización de Grupo Freire no depende únicamente de la existencia de un producto con valor comercial, sino de la capacidad de convertir esa fortaleza productiva en una ventaja competitiva sostenible. Esta lectura es coherente con la fundamentación desarrollada en la introducción, donde se asumió la teoría de la ventaja competitiva como marco explicativo central, en la medida en que la diferenciación, la calidad y la innovación constituyen fuentes de posicionamiento

internacional (Porter, 1990). En el caso analizado, la personalización de accesorios de acero inoxidable, la experiencia técnica acumulada y el control de calidad en producción muestran que la empresa dispone de atributos diferenciadores; sin embargo, el diagnóstico también evidencia que tales atributos, por sí solos, no aseguran la inserción internacional si no se articulan con capacidades documentales, logísticas, comerciales y digitales.

En esa misma dirección, el constructo emergente de gestión exportadora digitalmente integrada aporta una interpretación relevante del fenómeno estudiado. Los hallazgos cualitativos muestran que la exportación mediante plataformas tecnológicas no puede reducirse al uso de *Marketplace* o de una página web, sino que requiere sincronía entre producto, trazabilidad, documentación aduanera, logística internacional, comercialización y adaptación cultural del *marketing*. Esta interpretación coincide con la evidencia empírica reciente sobre comercio electrónico transfronterizo, según la cual el desempeño exportador de las pymes mejora cuando las plataformas digitales se vinculan con capacidades exportadoras específicas y con adquisición de conocimiento del mercado, en lugar de operar como canales aislados de venta. En ese sentido, la experiencia de Grupo Freire confirma que la digitalización adquiere valor estratégico cuando se transforma en capacidad organizacional aplicada al proceso exportador (Temouri et al., 2025; Da Rocha et al., 2024).

Asimismo, el modelo resultante alcanza coherencia teórica y empírica porque organiza en una sola arquitectura los factores que el estudio identifica como críticos: planificación exportadora, gestión documental y aduanera, logística y transporte internacional, comercialización y atención internacional, uso de plataformas de *e-commerce*, y presencia digital con *marketing* internacional. Esta estructura guarda correspondencia con la lógica de la gestión por procesos expuesta en la introducción, donde la exportación se entiende como una secuencia ordenada de decisiones estratégicas, requisitos normativos, operación logística y coordinación funcional (Hernández-Sampieri y Mendoza-Torres, 2018; Piñera & Sanz, 2021; Malpica et al., 2021; Jiménez, 2021; Flores-Tapia et al., 2025). A la vez, dialoga con estudios recientes que sostienen que la

capacidad digital no produce efectos exportadores directos si no se traduce en upgrading funcional y en reconfiguración de procesos. Desde esa perspectiva, el modelo no solo organiza tareas, sino que expresa una forma de transformación operativa orientada a la internacionalización.

Por otra parte, los resultados sugieren que la principal limitación de la empresa no radica en la ausencia de mercado, sino en la brecha existente entre capacidad manufacturera y capacidad exportadora. La caracterización del mercado estadounidense muestra un entorno con alta demanda potencial y condiciones tecnológicas favorables, mientras que el FODA evidencia debilidades relacionadas con conocimiento técnico-exportador, experiencia normativa y estructuración del proceso internacional. En consecuencia, el modelo derivado del estudio puede entenderse como un mecanismo de cierre de brechas organizacionales. Esta interpretación se alinea con evidencia reciente que muestra que la actividad internacional de *e-commerce* de las pymes también depende de factores institucionales, de infraestructura y de apoyo contextual, además de las capacidades internas de la firma. Por ello, el aporte del estudio consiste en mostrar que la inserción internacional de una pyme industrial ecuatoriana requiere una integración simultánea entre diferenciación del producto, estructura organizacional y capacidades digitales.

En síntesis, la discusión permite sostener que los resultados justifican el diseño del modelo de gestión de exportación mediante plataformas tecnológicas para Grupo Freire y aportan elementos para comprender, desde el caso analizado, la articulación entre capacidades productivas, procesos exportadores y herramientas digitales. En el caso analizado, los resultados muestran que la competitividad internacional no surge del uso aislado de herramientas digitales, sino de su articulación con procesos exportadores formalizados, capacidades logísticas, cumplimiento normativo y adaptación comercial al mercado de destino. De este modo, el constructo emergente y el modelo resultante aportan una lectura integradora del vínculo entre comercio exterior, gestión por procesos y transformación digital, en coherencia con la fundamentación teórica desarrollada en la introducción y con la evidencia empírica reciente sobre comercio electrónico

transfronterizo y desempeño exportador de las pymes.

V. CONCLUSIONES

La investigación permite concluir, en primer lugar, que su principal aporte teórico radica en la integración de tres planos analíticos que con frecuencia se abordan de manera separada en estudios aplicados: comercio exterior, gestión por procesos y plataformas tecnológicas. A partir de esa articulación, el estudio no solo confirma la pertinencia de la ventaja competitiva como marco explicativo para comprender la internacionalización de una pyme manufacturera, sino que además aporta una lectura más precisa del fenómeno al identificar el constructo (concepto emergente o unidad hermeneútica) de gestión exportadora digitalmente integrada, entendido como la convergencia entre diferenciación del producto, estructuración documental, coordinación logística, visibilidad en plataformas electrónicas y adaptación comercial al mercado de destino. En ese sentido, el trabajo aporta elementos para comprender, desde el caso de una empresa manufacturera ecuatoriana, cómo la inserción en mercados externos no depende del uso aislado de herramientas digitales, sino de su integración con capacidades organizacionales y procesos exportadores formalizados.

En segundo lugar, el estudio ofrece un aporte metodológico relevante al desarrollar un diseño cualitativo descriptivo-explicativo que articula de manera coherente la revisión documental, la caracterización del mercado objetivo, el diagnóstico organizacional y el análisis cualitativo asistido por ATLAS.ti. Esta estrategia permitió no solo identificar factores incidentes en la gestión de exportación mediante plataformas tecnológicas, sino también construir relaciones entre categorías y derivar un resultado aplicado con base empírica. Desde esa perspectiva, el valor metodológico del artículo reside en haber vinculado el análisis de percepciones expertas, la operacionalización de dimensiones estratégicas y la modelación del fenómeno en una secuencia que transforma evidencia dispersa en una estructura explicativa y operativa útil para la toma de decisiones.

En tercer lugar, el aporte práctico de la investigación se concreta en el modelo de gestión de exportación mediante plataformas tecnológicas

para Grupo Freire. Este resultado aplicado responde directamente a la brecha identificada entre el potencial comercial de la empresa y su limitada capacidad exportadora actual. Su organización en seis dimensiones estratégicas —planificación exportadora, gestión documental y aduanera, logística y transporte internacional, comercialización y atención internacional, uso de plataformas de *e-commerce*, y presencia digital y *marketing* internacional— permite estructurar de manera integral la preparación y ejecución de un proceso exportador orientado al mercado estadounidense. Por tanto, el modelo no constituye únicamente una herramienta para ordenar operaciones, sino un instrumento estratégico para fortalecer posicionamiento, servicio al cliente extranjero, trazabilidad y sostenibilidad de la inserción internacional.

Los hallazgos permiten concluir, además, que la principal limitación de Grupo Freire no reside en la ausencia de demanda internacional, sino en la falta de articulación entre sus fortalezas productivas y una estructura exportadora formal. La caracterización del mercado estadounidense, el diagnóstico organizacional y el análisis cualitativo convergen en señalar que la empresa dispone de atributos diferenciadores valiosos —como personalización del producto, experiencia técnica y presencia comercial digital previa—, pero requiere fortalecer capacidades de gestión normativa, logística, comercial y digital para transformar esas fortalezas en una ventaja competitiva internacional efectiva. Desde esta perspectiva, el estudio evidencia que la internacionalización de una pyme industrial exige simultáneamente producto competitivo, proceso exportador estructurado y estrategia digital orientada al mercado de destino.

Finalmente, al tratarse de un estudio cualitativo centrado en un único caso empresarial, los hallazgos deben interpretarse dentro del contexto específico de Grupo Freire y no permiten establecer generalizaciones para el conjunto del sector metalmecánico ecuatoriano. En este sentido, futuras investigaciones podrían evaluar la aplicabilidad del modelo en otras empresas mediante estudios comparativos o de casos múltiples. Asimismo, resulta pertinente profundizar en la viabilidad financiera de su implementación, considerando los costos

logísticos internacionales, y analizar la percepción y aceptación de los consumidores estadounidenses respecto de los accesorios fabricados en Ecuador. Estas líneas permitirían avanzar hacia una validación más amplia del modelo en distintos contextos empresariales y comerciales.

VI. REFERENCIAS

- Arciniegas, J., & Osorio, C. (2018). *Comercio internacional para Latinoamérica*. Ecoe Ediciones. https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9789587716276_A45664005/preview-9789587716276_A45664005.pdf
- Armijos, Y., Ludeña, X., & Ramos, A. (2017). El rol de las exportaciones en el crecimiento: una comparación entre países primario-exportadores y manufacturero-exportadores. *Revista Económica*, 2(1), 66–76. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/economica/article/view/213>
- Baños, J. (2023). *Diseño de una guía de gestión de procesos para exportación de pitahaya al mercado español* [Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/0034347d-1703-44a5-9c49-7a926d5b603f/content>
- Bureau of Transportation Statistics. (2021). *New freight benchmark shows value, weight of goods moved on America's transportation network rose over a five-year period*. U.S. Department of Transportation. <https://www.bts.gov/newsroom/new-freight-benchmark-shows-value-weight-goods-moved-americas-transportation-network-rose>
- Cabral, M. (2020). Comercio exterior como campo de la cooperación internacional al desarrollo en Paraguay. Los proyectos implementados en el período 2003–2013. *Estudios internacionales (Santiago)*, 52(195), 33–64. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=s-ci_arttext&pid=So719-37692020000100033
- Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones (2021). Registro Oficial Suplemento N° 351, 29 de diciembre de 2010. https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2023/02/CODIGO_ORGANICO_DE_LA_PRODUCCION_COMERCIO_.pdf

- Contreras, R. (2021). El rol de los acuerdos internacionales para promover el comercio digital: el ejemplo del Acuerdo DEPA. *ICE, Revista De Economía*, (922). <https://doi.org/10.32796/ice.2021.922.7296>
- Da Rocha, A., Da Fonseca, L., & Kogut, C. (2024). Small firm internationalization using digital platforms: An assessment and future research directions. *International Marketing Review*, 41(5), 981–1015. <https://doi.org/10.1108/IMR-10-2023-0280>
- Federal Motor Carrier Safety Administration. (2024). *2023 pocket guide to large truck and bus statistics*. U.S. Department of Transportation. <https://www.fmcsa.dot.gov/safety/data-and-statistics/2023-pocket-guide-large-truck-and-bus-statistics>
- Ferreira, A., & De Longhi, A. (2014). *Metodología de la investigación I*. Encuentro Grupo Editor. https://indaga.ual.es/discovery/fulldisplay/alma991001886832604991/34CBUA_UAL:VU1
- Flores-Tapia, C., Flores-Cevallos, K., & Flores-Cevallos, D. (2025). *Negociaciones Económicas Internacionales y Resolución de Conflictos: Teoría, estrategia y práctica multilateral*. Editorial Dialéctica. <https://doi.org/10.48021/978-65-270-7801-2>
- Flores-Tapia, C., Pérez-González, M., Maza-Ávila, F., & Flores-Cevallos, K. (2022). The determining factors of productivity and competitiveness from the perspective of territorial and sustainable development. *Iberoamerican Journal of Development Studies*, 11(2), 312–337. https://doi.org/10.26754/ojs_ried/ijds.695
- Flores-Tapia, C., Pérez-González, M., Maza-Ávila, F., & Flores-Cevallos, K. (2023). Public policy guidelines for a comprehensive, territorial, and sustainable development to improve productivity and competitiveness. Case Tungurahua province – Ecuador. *Heliyon*, 9(5), e15426. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15426>
- Fondo Monetario Internacional. (2024). *World economic outlook, April 2024: Steady but slow: Resilience amid divergence*. International Monetary Fund. <https://www.imf.org/en/Publications/>
- WEO/Issues/2024/04/16/world-economic-outlook-april-2024
- González, M. (2007). *Globalización cultural en la era digital: retos socioeconómicos, políticos e ideológicos*. El Cid Editor. https://indaga.ual.es/discovery/fulldisplay/alma991001880371204991/34CBUA_UAL:VU1
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza-Torres, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education. <https://bellasartes.upn.edu.co/wp-content/uploads/2024/11/METODOLOGIA-DE-LA-INVESTIGACION-Sampieri-Mendoza-2018.pdf>
- Jiménez, J. (2021). Análisis a las Innovaciones de los Incoterms 2020 y la Situación Actual del Comercio Exterior del Ecuador. *Revista De Ciencia Sociales Y Económicas*, 5(1), 53–71. <https://doi.org/10.18779/csye.v5i1.423>
- Krugman, P. (1980). Scale economies, product differentiation, and the pattern of trade. *American Economic Review*, 70(5), 950–959.
- Malpica, W., Gómez, M., & Villa, Á. (2021). Estudio sobre la investigación en marketing y su importancia en los procesos de exportación: Análisis bibliométrico y temático en Scopus. *Revista Perspectiva Empresarial*, 8(2), 91–103. <https://doi.org/10.16967/23898186.720>
- Medina-Chicaiza, P., Chango-Guanoluisa, M., Corella-Cobos, M., & Guizado-Toscano, D. (2022). Transformación digital en las empresas: una revisión conceptual. *Journal of Science and Research*, 7(CININGEC II), 756–769. <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/2804>
- Monroy, M., & Nava, N. (2018). *Metodología de la investigación*. Grupo Editorial Éxodo. https://fama.us.es/discovery/fulldisplay/alma99405190205256/34CBUA_US:VU1
- Piñera, J., & Sanz, R. (2021). Innovación y exportación: claves para el éxito de la empresa. Editum. Ediciones de la Universidad de Murcia. <https://doi.org/10.1007/978-84-178-1111-1>

- org/10.6018/editum.2923
- Poncela, M. (2019). Impacto de las tecnologías digitales en la transformación del comercio internacional. Cuadernos de Información económica, 268, 65-76. https://www.funcas.es/wp-content/uploads/Migracion/Articulos/FUNCAS_CIE/268arto9.pdf
- Porter, M. (1990). *The competitive advantage of nations*. Free Press. https://economie.ens.psl.eu/IMG/pdf/porter_1990_-_the_competitive_advantage_of_nations.pdf
- Purizaca, A. (2024). Influencia del marketing digital en el comercio internacional del área de ventas de una empresa. *Revista Ñeque*, 7(17), 97-110. <https://doi.org/10.33996/revistaneque.v7i17.129>
- Ricardo, D. (1817). *On the principles of political economy and taxation*. John Murray. <https://competitionandappropriation.econ.ucla.edu/wp-content/uploads/sites/95/1970/01/Principles-of-Political-Economy-and-Taxation-1817.pdf>
- Sánchez, D. (2020). Análisis FODA o DAFO. Bubok Publishing S.L. <https://www.bubok.es/libros/266049/analisis-foda-o-dafo>
- Santamaría-Ayala, J., Quiroga-Parra, D., & Gómez-Tobón, C. (2022). El marketing digital y su incidencia en el comercio electrónico: una revisión bibliométrica. *Pensamiento & Gestión*, (53), 19-41. Epub March 27, 2023. <https://doi.org/10.14482/pege.53.457.258>
- Santiesteban, E. (2014). *Metodología de la investigación científica*. Editorial Académica Universitaria. <https://pubhtml5.com/rsfn/bfpg/basic/>
- Schnarch, A. (2019). Marketing para emprender. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U. <https://edicionesdelau.com/producto/marketing-para-emprender/>
- Smith, A. (1994). *La riqueza de las naciones*. Alianza Editorial. <https://web.seducoahuila.gob.mx/biblioweb/upload/1%20La%20riqueza%20de%20las%20Adam%20Smith.pdf>
- Suominen, K. (2019). El comercio digital en América Latina. ¿Qué desafíos enfrentan las empresas y cómo superarlos? (Serie Comercio Internacional, 145). Naciones Unidas Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://www.cepal.org/es/publicaciones/44976-comercio-digital-america-latina-que-desafios-enfrentan-empresas-como-superarlos>
- Temouri, Y., Wood, G., Pereira, V., Lewellyn, K. B., & Reppas, D. (2025). Cross-country evidence of e-commerce SME internationalization and the role of policy. *International Business Review*, 34(6), Article 102488. <https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2025.102488>
- United States Census Bureau. (2022, December 29). *Census Bureau projects U.S. and world populations on New Year's Day*. <https://www.census.gov/newsroom/press-releases/2022/new-years-day-population.html>
- United States Census Bureau & U.S. Bureau of Economic Analysis. (2024, February 7). *U.S. international trade in goods and services, December and annual 2023*. <https://www.bea.gov/news/2024/us-international-trade-goods-and-services-december-and-annual-2023>
- Vela, J., Olmedo, C., & Ibarra-Cisneros, M. (2024). E-commerce: experiencia, seguridad, confianza y satisfacción. *Investigación administrativa*, 53(133), 00005. Epub 20 de mayo de 2024. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-76782024000100005

Reingeniería de procesos: Herramienta para el rediseño de congresos científicos y otros eventos análogos

Antonio Rohman Montufar Melo¹

Resumen

La organización de congresos científicos y otros eventos similares (agrupados bajo el concepto de “turismo de reuniones”) es una actividad cuya función, entre otras igual de importantes, es el fomento de la divulgación del conocimiento derivado de investigaciones y diversos estudios académicos. Dicha importancia resalta la necesidad de favorecer su mejora continua para que sus beneficiados puedan obtener una experiencia adecuada y, más relevante aún, esto impacte positivamente en la continuidad de estos eventos y, por tanto, la correcta divulgación del quehacer científico y académico, particularmente en las instituciones de educación superior. Una herramienta útil para promover esa mejora continua en los congresos y otros eventos análogos es la reingeniería de procesos, recurso que consiste en el rediseño de las diversas actividades implicadas en una organización, de modo general, pero que puede aplicarse también en situaciones como aquellas propias de los congresos y otras reuniones de esa clase, debido a su naturaleza promotora de cambios radicales. El presente ensayo elabora un desarrollo que brinda una propuesta de reingeniería de procesos para el turismo de reuniones, dilucidando un panorama general acerca de la reingeniería y, posteriormente, cómo puede aplicarse en el rediseño de la organización de congresos y otros eventos similares.

Palabras clave: Congresos científicos, Reingeniería de procesos, Turismo de reuniones, Ensayo

Process Reengineering: A Tool for Redesigning Scientific Conferences and Similar Events

Abstract

The organization of scientific conferences and similar events, collectively referred to as “meeting tourism,” serves several essential purposes, one of which is the promotion of knowledge dissemination derived from research and academic studies. This highlights the need for continuous improvement to ensure that participants have a positive experience, which ultimately contributes to the sustainability of these events and the effective dissemination of scientific and academic work, particularly within higher education institutions. A valuable approach to achieving continuous improvement in conferences and similar gatherings is process reengineering. This method involves redesigning various organizational activities. While it can be applied across different sectors, it is especially effective for conferences and similar meetings due to its capacity for driving significant change. This essay proposes a process reengineering framework for meeting tourism. It begins with an overview of reengineering, followed by a discussion of how it can be implemented to enhance the organization of congresses and related events.

Keywords: Scientific conferences, Process reengineering, Meeting tourism, Essay

Recibido: 01 de abril de 2026

Aceptado: 04 de agosto de 2026

¹ Investigador Independiente; armm_15@hotmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-7619-2147>

I. INTRODUCTION

One of the general objectives of educational institutions is to offer high-quality training that develops professionals and, in some cases, researchers, through the active participation of students and faculty in resolving conceptual, methodological, and professional problems (Suárez et al., 2023). Considering this general purpose, particularly when the educational institution also aims to train researchers (Rodríguez, 1998), one of the goals that often follows is the organization of congresses, conferences, symposia, and other similar events, whose function is to disseminate the knowledge generated by its faculty and professionals in training (Correas, 2018). These events are directed “at a specific sector to disseminate ideas and design common objectives” (Chulim et al., 2022, p. 19).

Conferences and similar events serve as forums where research papers are presented periodically (Ramírez, 2015), the product of the work of those involved in the curriculum (in many cases, the participation of external agents is accepted to enrich knowledge updates and obtain other perspectives on the topics and studies presented at the event). In this way, the participation of students, faculty, and the academic community as a whole is encouraged, thereby fulfilling the objectives of educational and research dissemination (Ramírez, 2015). These types of events, aligned with these objectives, have been fruitful for knowledge exchange and for training participants to present the topics and studies developed.

Soret et al. (2018) provide a classification according to the type of meeting (grouped within a knowledge category that can be called “meetings tourism”, according to Shaadi et al., 2017). In this essay, the term congress is predominantly used; the term “this type of event” refers to the other names given to this kind of meeting: a) conferences, b) governmental or public conferences, c) conferences, seminars, and symposiums, d) conventions, and e) fairs, halls, and exhibitions.

The organization of this type of event can be considered dynamic because it is characterized by constant change in its planning and logistics, aiming to offer an increasingly agile and up-to-date experience for all participants. This involves always considering the shortcomings or details that arose in past editions (or learning from the deficiencies

encountered in other similar events) to continuously improve its organization and execution (Barbosa, 1993). More recently, the inclusion of information and communication technologies in its management has catalyzed certain aspects of its development.

Despite these intentions, which aim to ensure continuous improvement, over time these types of events have become increasingly frequent, highlighting the need to optimize their processes (Angulo, 2009), such as those related to registration, submission of work, issuance of certificates to participants, etc. Given that the original establishment of these events is likely to present some difficulties, their redesign appears as a viable and, in some cases, urgent option.

Since the mid-1990s, process reengineering has been positioned as an optimal solution for improving the productivity of certain processes in organizations (Ortiz, 2022). It is usually considered a “fundamental rethinking and radical redesign of business processes to achieve dramatic improvements in critical, contemporary measures of performance, such as cost, quality, service, and speed” (Hammer & Champy, 1993, p. 35).

González et al. (2007) summarized the stages of reengineering as follows:

1. Induction to reengineering, a preliminary stage in which employees must come to recognize the need to face a radical change.
2. Identification and analysis of opportunities, where the processes to be redesigned are selected and examined through tools such as activity analysis.
3. Process redesign, which involves creating new processes based on IT [information technologies].
4. Implementation, in which the current processes are replaced by the redesigned ones (p. 544).

In the final stage, processes can be replaced either with completely new ones (blank sheet approach) or with others that only involve improvements to the previous ones (dirty sheet approach) (Davenport & Stoddard, 1994).

In line with Davenport (1996), the implementation of redesigned processes implies a radical change, which can be analyzed in terms of its repercussions on three major dimensions:

- Technological, since it involves the

introduction of new IT and the restructuring of information systems.

- Organizational, which results in modifications to the organization's structure, its culture geared towards innovation, the establishment of measures and incentives dependent on goal achievement, process management, and the delegation of tasks.
- Human, because employees transform their roles, responsibilities, decision-making, norms, values, and ways of working.

Given that the organization and management of scientific conferences and similar events can be optimized and improved through redesign and restructuring, this essay aims to establish a theoretical framework for implementing reengineering in the processes underlying the logic of scientific conferences and other similar events, thereby supporting improvements in their quality, efficiency, and user interactivity. The approach developed stems primarily from what Davenport and Stoddard (1994) termed the "dirty sheet" and its repercussions in the technological dimension (Davenport, 1996). Furthermore, as part of the reforms that can impact these types of events, the essay seeks to contribute elements that promote the use of virtual resources (such as websites and social media), which are vital tools for the overall process.

The essay's structure consists of an introduction that explains key principles of process reengineering and justifies its use as an organizational tool for redesigning scientific conferences and similar events. This is followed by a description of the most common processes in the operational logic (planning, organization, and management) of such events, highlighting their strengths and weaknesses.

The essay concludes with a theoretical proposal that distributes these processes according to a more optimal redesign, integrating certain postulates and elements of process reengineering. The proposal also explains why process reengineering is an effective tool for this type of improvement. Following this introduction, the conclusion reaffirms the importance of reviewing and improving these events and the versatility of process reengineering across diverse scenarios. Furthermore, it establishes some avenues for future research and application of the information presented here.

Process reengineering

According to Hammer and Champy (1993), reengineering "involves going back to the beginning and inventing a better way of doing work" (p. 34). This invention of a better way of doing work entails drastic changes and also presupposes a fundamental review of how the actors and processes involved function and who they are, or, as Heizer (2001) points out, a re-examination of the current process and its objectives. Only after this detailed exploration does the radical redesign of processes take place (Hammer & Champy, 1993).

For Alfaro (2023), reengineering is synonymous with process redesign or the complete overhaul of an organization's processes; it therefore implies, in a certain sense, a new beginning, often a risky one, since it means abandoning proven methods and knowledge. However, other conceptions of reengineering view it not as an entirely radical action but rather as a gradual one, so that adaptation to change can be assimilated gradually by the members of the organization in question. Total Quality Management (TQM), for example, represents a gradual change for organizations (Rafoso & Artiles, 2011).

These more moderate positions are based on the following premise: any starting from scratch implies rejecting positive learning (Rafoso & Artiles, 2011). Proponents of reengineering as an exercise that results in substantial structural modification argue that, despite such learning, the work carried out has not produced structures useful for the current situation (Ponjuan & Villardefrancos, 2005).

Leaving aside the debate regarding whether reengineering should be total or partial, radical or balanced, certain aspects should be highlighted as advantages that promote it as advisable for the organization or projects: 1. It optimizes organizational processes, 2. It allows access to reliable, accurate, and timely information more quickly, 3. It enables the sharing of information among all components of the organization, 4. It eliminates unnecessary data and operations, 5. It reduces process times and costs (Ponjuan & Villardefrancos, 2005).

To the above, it is possible to add the advantage referred to by Ortiz (2022), which alludes to the quality of reengineering to favor savings of a very important resource, time: "It helps to execute the steps of the process according to their natural

order to the detriment of the traditional rectilinear sequences. This allows several tasks to be executed simultaneously, reducing the time spent on their execution” (p. 115).

Before initiating the reengineering process, it is necessary to establish certain variables that will be crucial for achieving a successful outcome. In particular, it is essential to understand the nature of the organization, as this largely determines the desired result or objective (Hammer, 1990). A private organization pursues objectives different from those of a public one (Amaru, 2009). While the former pursues commercial interests and profit-making, the latter provides a benefit or service to society through state resources, without being as concerned with economic profitability.

In the specific case of various educational institutions, among whose outreach events are scientific conferences, many fall into the category of public organizations; the beneficiaries of their activities can be students, faculty, researchers, and society in general. Thus, given the nature of each organization interested in holding scientific conferences and similar events, carrying them out entails providing a science outreach service, with the primary beneficiaries being the event participants. For this reason, if the aim is to optimize the logistical management of the event, process reengineering should focus its objectives and efforts on improving the user experience in terms of organization.

This, in turn, translates into dedicating less time and effort to tasks such as paper registration and submission, attendance, certificate issuance, and all other products related to the conference. To do this, it is necessary to know the general guidelines of this type of event, in order to have an understanding of each of its processes and thus identify those that are susceptible to improvement (“dirty sheet”) or, definitively, to redesign (“blank sheet”).

Overview of the general processes involved in scientific conferences and similar events

The following sections list and describe, in general terms, the processes for the development and implementation of scientific congresses and similar events. This is done to adhere to one of the postulates of reengineering, explained by Naranjo and Gutiérrez (2024): “Reengineering consists of completely examining a process and all its constituent parts, in

this case, subprocesses” (p. 70). These elements are listed chronologically, based on elements referenced by Bieber (1983), Buendía (2009), Cravioto (2007), and Watt (1995):

1. Definition of the venue, along with the days and times of the event.
2. Define the registration and submission period by establishing clear deadlines.
3. Prepare and adapt the digital platform for effective event management.
4. Establish formal communication channels.
5. Train the staff responsible for managing the platform and communication channels.
6. Design the event poster.
7. Distribute publicity materials for the event.
8. Manage the registration process, including receiving and reviewing submitted papers.
9. Define the keynote lectures.
10. Establish the overarching theme of the event.
11. Review the layout of the event spaces and rooms.
12. Organize and manage the conference and presentation schedules.
13. Define and disseminate the event program.
14. Recruit the necessary staff.
15. Provide training for the staff.
16. Arrange lunch provisions for the staff.
17. Oversee the development of the event.
18. Prepare and issue certificates for participants.
19. Define and implement an event evaluation system.

Each element in the preceding sequence, which can be described as a classic or traditional sequence, has a designated person responsible for its execution. These responsible individuals are listed hierarchically in Figure 1. The description of each of the above points is as follows:

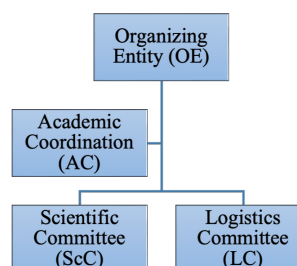


Figure 1. Hierarchy of responsible entities
Note. Own work.

- Definition of the venue, along with the days and times of the event.

This is the initial process, in which the entity responsible for organizing the event (often in conjunction with an academic coordinator) determines the venue, dates, and times. It is common to have a tentative date. Ideally, this step should be planned at least 9 months. It should also be considered that if the event is to be held at a location other than the educational institution, “Not all cities have the capacity to host a large-scale event. It is essential to consider not only the capacity of the venue required, but also the availability of hotel accommodations” (De la Serna & Escudero, 2017, p. 33).

- Define the registration and submission period by establishing clear deadlines.

For this process, the organizing entity appoints a ScC, which is responsible for evaluating submissions and developing the Scientific Program (the structure of the activities to be carried out throughout the event). This committee will define the dates on which it will receive and evaluate the submissions from participants, with a deadline generally six weeks prior to the event date.

- Prepare and adapt the digital platform for effective event management.

In this process, the OE manages the digital platform for attendee registration, as well as the submission, receipt, and registration of proposals and papers. The platform commonly used for this purpose is the Open Conference System, which is also widely used to manage indexed scientific journals. Currently, with the suite of tools that Google provides, the use of Forms (or its Microsoft equivalent) is also common. Regardless of the platform used, it must be configured to meet the event’s needs: dissemination, announcements, answering questions, participant registration, paper submission, uploading and downloading the program, and generating certificates of attendance.

- Establish formal communication channels.

The ScC, together with the AC team responsible for the event, will determine the most appropriate means of communication between them and the participants to address any questions or problems that may arise.

- Train the staff responsible for managing the platform and communication channels.

This process consists of teaching the use and management of the digital platform to those responsible for administering it, as well as to the members of the ScC, who will receive and judge the participants’ submissions.

- Design the event poster.

With information from the previous processes, the OE can proceed to design the event poster, including the date, time, and location, as well as the registration and submission deadlines. The poster should also include the platform’s address for registration and submissions, as well as contact information for any related issues.

- Distribute publicity materials for the event.

The AC is responsible for approving the poster design and, subsequently, in conjunction with the organizing entity, disseminating the event via the internet, seeking to inform mainly the students, teachers, and, if any, researchers of the institution’s academic program.

- Manage the registration process, including receiving and reviewing submitted papers.

During this period, the process consists of members of the ScC maintaining surveillance and monitoring of the digital platform and the media to address any unusual situations regarding the registration of works and attendees.

- Define the keynote lectures.

Here, the ScC determines the keynote lectures to be held at the event, issues invitations and confirms the speakers, and informs the AC.

- Establish the overarching theme of the event.

The ScC, if relevant, defines the Congress’s theme, primarily in relation to the topics of the keynote lectures. This is why this point is not listed earlier in the event’s organizational timeline. Sigala et al. (2015) recommend that this be the first step, which, depending on the organizers’ perspective, can be followed. This essay adopts this approach because it is based on established keynote lecture topics and offers a different perspective on the matter.

- Review the layout of the event spaces and rooms.

The OE, through a logistics committee, reviews and confirms the spaces designated by the venue for the event, and counts and identifies each space.

- Organize and manage the conference and presentation schedules.

The LC of the organizing entity manages and organizes the spaces identified at the venue to distribute the registered presentations and conferences, grouping them by common themes or by other criteria.

- Define and disseminate the event program.

The OE designs the event program, specifying the spaces and times for each conference and presentation. Once completed, it is sent to the AC for review and then disseminated through the appropriate communication channels to all participants. Ideally, this should be done 15 days before the event date, though it is common to send it several weeks in advance.

- Recruit the necessary staff.

The OE, in conjunction with the academic coordination team, undertakes the task of recruiting the necessary staff based on the number of participants and spaces to be managed. This staff is responsible for the logistical support of the event.

- Provide training for the staff.

The LC of the organizing entity is responsible for instructing the support staff on their main activities and roles, including generating the necessary materials for the day of the event.

- Arrange lunch provisions for the staff.

The OE, in conjunction with the AC, determines the price of lunch for staff members and selects the best supplier.

- Oversee the development of the event.

This occurs on the scheduled event date. The opening ceremony marks the formal start of this activity. The LC coordinates the staff for the various scheduled activities and also resolves any problems that may arise at the beginning, during, and end of the event.

- Prepare and issue certificates for participants.

The OE, with the support of the AC, prepares (using the most appropriate technological tool) the certificates of attendance and participation in the different modalities of the event (for example: participant, poster presentation, oral presentation) and, in turn, establishes the most appropriate distribution channel for sending them.

- Define and implement an event evaluation system.

The OE, in conjunction with the AC team,

determines the evaluation mechanism for the Congress, with a questionnaire being the most commonly used technique. This tool assesses the event's various dimensions. Through available communication channels (Open Conference System, Forms, the event website, social media, etc.), users are notified that they must log in to the relevant website with their username and password to download their certificate. The system must be configured so that the evaluation questionnaire appears before the certificate can be downloaded. In other words, completing the questionnaire is a prerequisite for downloading the certificate (see Figure 1). Some examples of evaluation questions are:

- Was the registration process for the event straightforward?
- Was it clear how to upload the paper proposal to the platform?
- Were the conference spaces adequate?
- Did the conferences start at the scheduled times?
- Were the poster exhibition spaces sufficient?
- Did the program provide all the necessary information for the event?
- Was the dissemination of information about the event adequate?
- Were the deadlines for paper registration reasonable?
- Did the poster include all the essential information about the event?

It is common to use a 5-level Likert scale for response options (Strongly disagree, Moderately disagree, Neither agree nor disagree, Moderately agree, Strongly agree).

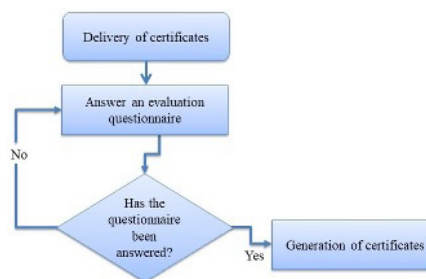


Figure 2. Conditions for generating certificates
Note. Own work.

Proposal for the reengineering of processes related to the organization and management of scientific conferences and similar events

The current proposal groups processes by function type not only to establish a common semantic factor, but also to identify related elements and highlight areas for improvement. This grouping also provides a framework for task delegation for the personnel involved: given the characteristics of each process, which make them suitable for practical integration, identifying their needs and implementing them appropriately becomes more feasible, allowing the formation of committees responsible for each area.

It should be noted that the following organization is not merely an arrangement of the processes already mentioned and described above: it also includes others whose function is to complement and/or optimize those already stipulated. This optimization, by dividing the processes into categories that presuppose commissions for their management, already reflects the advantage established by Ortiz (2022) regarding time savings, by replacing a *modus operandi* based on linear sequences with one in which various tasks can be completed within the same timeframe (this time saving, as can be seen, also impacts the economy and protection of resources, which is a goal of reengineering, according to Cabezas-Goyes et al., 2024).

Furthermore, the activities proposed by Fernández and Ortega (2012) are also considered, explicitly in some points and implicitly in others, which are: 1. Define positions and skills, 2. Specify a new organization, 3. Relocate personnel, 4. Train and educate, 5. Reclassify, 6. Retire (if necessary) and 7. Implement the changes (p. 90).

Taking the above into account, the proposed categories are as follows:

- a. Platform.
- b. Logistics.
- c. Design and dissemination.
- d. Communication and human development.
- e. Evaluation.

These five areas should ideally be established in a primary document to create a written foundation for the event's organization: the charter. González (2023) proposes nine sections in this charter: Project Description, Measurable Objectives, Success

Criteria, Project Approval Requirements, General Risks, Timeline of Key Milestones, Financial Resources, Stakeholders, and Working Team. The five areas mentioned above, representing the various delegations, would be recorded under the Working Team section.

- Platform:

Currently, event management, including conferences, symposia, and similar events, has become crucial for streamlining various processes inherent to such events. Therefore, selecting the right set of web-based digital tools is a priority. The main component of this system is as follows, and the associated processes, already mentioned, are also listed below:

- ◊ Preparation and adaptation of the digital platform for event management.
- ◊ Dissemination.
- ◊ Announcements.
- ◊ Answering questions.
- ◊ Participant registration.
- ◊ Work registration.
- ◊ Uploading and downloading the program.
- ◊ Generating certificates.

In addition to that main component, other virtual tools deserve consideration. While in many cases their existence and use are already established, it is worth mentioning them as a reminder:

- ◊ An event website (or a dedicated page on the organizing institution's site).
- ◊ Social media platforms (such as Facebook, Instagram, YouTube, TikTok, and X, among others).

- Logistics:

These are the fundamental activities of the event's processes. Generally, they refer to activities related to organizing spaces, dates, and presentations, which are carried out primarily by the LC and the ScC of the OE. The processes to be carried out by this committee are:

- ◊ Definition of the venue, along with the days and times of the event.

There are cases where the event venue changes every year. The venue is notified well in advance that it will host the new edition of the event. As previously

stipulated, the OE and the AC team determine the dates on which the event will take place, dates that should be established at least nine months in advance. Finally, the schedule is determined based on the availability and number of spaces, as well as the number of submissions and papers received and accepted.

- ◊ Taking into account the needs of attendees with disabilities.

Soret et al. (2018), in their manual on the organization of congresses and other events of this type, highlight the importance of having a broader knowledge about the audience that may attend the event in question, without overlooking any aspect and, on the contrary, also considering

the main characteristics of the different types of disability as well as the needs that arise as a consequence of them, without forgetting at any time that each person is different from all the others and that the characteristics of the environment contribute to increasing or decreasing these difficulties. (p. 19).

- ◊ Define the registration and submission period by establishing clear deadlines.

The ScC, appointed by the organizing entity, determines this period, with a deadline for paper submissions at least 6 weeks prior to the start of the event.

- ◊ Manage the registration process, including receiving and reviewing submitted papers.

The ScC of the OE is responsible for receiving and reviewing all submitted papers across various categories (e.g., poster, oral, etc.) using the registration platform or the appropriate technological tool tailored to the event's needs.

- ◊ Define the keynote lectures.

The ScC is responsible for selecting and inviting the keynote speakers. Typically, two keynote addresses are given, one at the opening and one at the closing. Efforts are made to include researchers from outside the OE.

- ◊ Establish the overarching theme of the event.

The theme is determined based on the keynote speakers, who may focus on a particular topic.

- ◊ Review the layout of the event spaces and rooms.

The logistics committee appointed by the

organizing entity is responsible for managing and organizing the spaces where the event will take place. It is recommended to have one to two auditoriums, at least five meeting rooms, and a large space for poster presentations.

- ◊ Organize and manage the conference and presentation schedules.

The LC allocates spaces and schedules presentations and workshops to align with common themes. The information resulting from this grouping is important for developing the scientific program.

- ◊ Define and disseminate the event program.

The ScC is responsible for compiling the scientific program; subsequently, it must send it to the AC for review and then begin disseminating the event.

- ◊ Arrange lunch provisions for the staff.

The OE, in conjunction with the AC, will quote the staff lunch based on the number of staff members and select the best supplier.

- ◊ Oversee the development of the event.

In this process, the LC is responsible for coordinating staff members in various activities related to the event, including:

- ◊ Supervising the cafeteria service.
- ◊ Providing technical support to the speakers.
- ◊ Defining and processing the necessary paperwork.
- ◊ Forming a team to manage registrations and track event attendance.
- ◊ Prepare and issue certificates for participants.

The OE, supported by the AC team, will determine the most effective method for delivering certificates to event participants.

- ◊ Design and dissemination:

This category encompasses the processes for creating and effectively promoting the event. The importance of design lies in its potential to attract attendees; therefore, it must have an image that motivates interested parties to attend.

In the case of promotion, its relevance lies in the accumulation of tasks that will determine the scope of its dissemination, ensuring it reaches different sectors where interested parties are located

(both physically and virtually). It can even directly generate leads who may also be interested in the event's content.

The processes included are as follows, along with a brief breakdown of the tasks that comprise them:

- ◇ Design of the event poster.
 - ◇ Create a poster template with three design proposals.
 - ◇ Collect the information to be included on the poster.
 - ◇ Integrate the collected information into the three design proposals.
 - ◇ Review the proposals and have the event-related audience select the final poster design.
- ◇ Banner design to be included on virtual sites, such as Open Conference System, Forms, event website, social media, etc.
- ◇ Dissemination of event publicity.
 - ◇ Development of the dissemination plan: This plan will address both physical and virtual dissemination strategies.
 - ◇ Reception of event information.
 - ◇ Physical dissemination:
 - Identify key locations for poster placement.
 - Provide the PDF/JPG file for printing.
 - Receive printed materials.
 - Post printed posters at the designated key locations.
 - ◇ Virtual dissemination:
 - Create or enhance the event's social media channels.
 - Add the poster (JPG) to the event website.
 - Share the poster (JPG) across social media platforms.
 - Send email invitations to the registrants of the organizing institution.

- ◇ Creation of the invitation video.
 - ◇ Prepare the technical script for the video capsule.
 - ◇ Schedule an appointment with a representative from the Academic Coordination Office or another authority related to the organizing institution that is issuing the invitation.
 - ◇ Capture video footage.
 - ◇ Edit and stage the video capsule.
 - ◇ Upload the video to social media.
- ◇ Definition and dissemination of the event program.
 - ◇ Gather information related to the event.
 - ◇ Develop the program.
 - ◇ Include it on the event website.
- ◇ Preparation of participant certificates.
 - ◇ Design the certificate template.

- Communication and human development:

The combination of these two processes is based on the premise that both maintain a close relationship with the human resources responsible for the event's operational development.

The Communication category primarily encompasses the process of establishing formal communication channels. For the Human Development category, the processes considered include both recruitment methods and personnel training and development to perform specific operational functions. In the first case, important phases include establishing the required candidate profile to generate the call for applications and to address the subsequent stages. In the second, a well-defined training plan is essential to ensure that selected personnel acquire the necessary skills to perform their duties effectively.

Establishing the most appropriate means of communication between the various committees and authorities, as well as the participants, involves a set of channels for addressing concerns or issues related to the event. Currently, the most common channel is email, though other channels (such as the event platform or social media messaging services) also provide ways to address questions that arise during

event organization and management.

Therefore, the processes and activities that comprise these channels are as follows:

- ◊ Establishment of formal communication channels.
 - ◊ Create formal channels for communication within the event's organization.
- ◊ Training of staff responsible for communication channels.
 - ◊ Identify training needs.
 - ◊ Develop a comprehensive training plan.
 - ◊ Prepare necessary materials, such as presentations and documents.
 - ◊ Specify the training location.
 - ◊ Determine the dates and times for training sessions.
 - ◊ Conduct training sessions.
- ◊ Staff recruitment.
 - ◊ Define the required staff profile.
 - ◊ Prepare the call for applications.
 - ◊ Publish the call for applications.
 - ◊ Identify the interview location.
 - ◊ Schedule interview dates and times.
 - ◊ Notify candidates with interview invitations.
 - ◊ Conduct interview sessions.
 - ◊ Select candidates.
- ◊ Staff Training.
 - ◊ Develop the staff training plan.
 - ◊ Prepare necessary materials,

including presentations and documents.

- ◊ Determine the training location.
- ◊ Schedule training dates and times.
- ◊ Invite staff to training sessions.
- ◊ Conduct training sessions.

• Evaluation:

This committee is responsible for designing and implementing a comprehensive evaluation system for the event's development phases and for the various stakeholders involved. The proposed evaluation criteria include:

- ◊ Accessibility of the platform.
- ◊ Registration process.
- ◊ Submission of papers for review.
- ◊ Dissemination of event-related information.
- ◊ Resolution of inquiries and issues.
- ◊ Downloading of certificates.
- ◊ Event organization (including punctuality at the start of conferences, spatial layout, and overall quality of the conferences)

Table 1 summarizes a comparison between the components of the classic sequence of activities for meetings tourism and the proposal resulting from this essay, divided into the aforementioned categories. It should be noted that, for the current proposal, only the key activities are included; the subprocesses have already been detailed in the preceding sections.

Table 1. Comparative between the traditional approach and the proposal for the reengineering of processes

General processes	Proposal for the reengineering of processes		
	Categories	Activities	Responsible
Venue, days and time.	Platform	Digital platform.	OE
Registration and submission period.		Event website.	
Digital platform for event management.		Social media platforms.	
Formal communication channels.		Venue, days and time.	LC, AC
Train the staff responsible (platform and communication).		Needs of attendees with disabilities.	LC
Event poster.		Registration and submission period.	ScC
Distribute publicity materials.		Keynote lectures.	ScC, AC
Registration, receiving and reviewing submitted papers.		Overarching theme of the event.	ScC
Keynote lectures.	Logistics	Layout of the event spaces and rooms.	LC
Overarching theme of the event.		Organize and manage the conference and presentation schedules.	LC
Layout of the event spaces and rooms.		Define the event program.	OE, AC
Organize and manage the conference and presentation schedules.		Arrange lunch provisions for the staff.	OE, AC
Disseminate the event program.	Design and dissemination	Registration, receiving, and reviewing submitted papers.	ScC
Recruit the necessary staff.		Development of the event.	LC
Provide training for the staff.		Sending certificates.	AC
Arrange lunch provisions for the staff.		Event poster.	OE, AC
Development of the event.		Banner.	ScC, AC
Certificates for participants.		Distribute publicity materials.	OE
Event evaluation system.		Invitation video.	OE, AC
		Disseminate the event program.	LC
		Certificates for participants.	OE, AC
		Formal communication channels.	
	Communication and human development	Train the staff responsible (platform and communication).	
		Recruit the necessary staff.	
		Provide training for the staff.	
		Accessibility of the platform.	
		Registration process.	
	Evaluation	Submission of papers for review.	
		Dissemination of event-related information.	
		Resolution of inquiries and issues.	
		Downloading of certificates.	
		Event organization.	

Note. Own work.

II. CONCLUSIONS

This essay advocates for process reengineering as a critical tool to enhance the organization of scientific conferences, thereby improving their quality, efficiency, and interactivity through the incorporation of information technologies and a strategic redesign approach.

Process reengineering is a fundamental strategy for adapting to and continuously improving organizations, particularly in environments where speed and efficiency are crucial. By optimizing processes, ensuring access to accurate information, and eliminating unnecessary activities, organizations can create an environment that enhances operational efficiency and enriches the user experience. While there is ongoing debate about whether reengineering should be approached radically or gradually, it is clear that a deep understanding of the specific nature of each organization, especially in educational contexts, is vital for implementing effective changes. Therefore, institutions should view reengineering as an opportunity for transformation, which will not only help them achieve their organizational objectives but also enhance their positive impact on the communities they serve. In this regard, the journey toward innovation must begin with a critical review of existing processes and a strong commitment to embracing change, accompanied by a clear vision and strategy.

Thus, process reengineering is a vital tool for optimizing the organization and management of scientific conferences. It facilitates continuous improvements in these events and allows them to adapt to the evolving needs of the academic community. By implementing a strategic redesign, the aim is to enhance quality, efficiency, and interactivity, ensuring that these knowledge forums effectively serve their educational and dissemination purposes.

Organizing conferences and academic events is essential for promoting knowledge dissemination and providing invaluable growth opportunities for both students and faculty in the field of research. However, the increasing frequency and complexity of these events necessitate a critical review and continuous optimization of their processes. Process reengineering, as previously mentioned, involves creating effective strategies to meet these needs.

This facilitates a redesign that not only improves operational efficiency but also enhances interactivity and participant satisfaction. By adopting more agile and technology-driven approaches, educational institutions can improve the quality and relevance of these events, ensuring they fulfill their mission of training skilled professionals and researchers. It is crucial for institutions to commit to implementing these improvements, thereby strengthening their role in the academic community and expanding their impact on society.

Throughout the development of this essay, it was proposed to group processes by function. This method streamlines task management and delegation, while also highlighting significant opportunities for improvement within the types of events discussed. By facilitating the formation of specialized committees, this approach optimizes time and resources, aligning with the proposed reengineering goals. By defining key areas, such as platform, logistics, design and dissemination, communication and human development, and evaluation, a clear and structured framework is established to support the effective implementation of changes. Therefore, adopting this methodology is a strategic move for any organization seeking to enhance its internal operations and improve the performance of its human capital, thereby guiding the event in question toward a more efficient and competitive path. Teams must commit to following these documented guidelines to ensure consistent execution aligned with the established objectives.

The contribution of this essay lies in its integration of the various activities required for a conference into a specific theme. Unlike the traditional approach, which begins by establishing the venue, dates, and times of the event and concludes by formalizing an event evaluation system, this proposal aims to provide an organizational structure that enables diverse activities to be carried out simultaneously, thereby streamlining their progress and verifying their quality. Furthermore, it considers the needs of attendees with disabilities, as noted by Soret et al. (2018), and prioritizes the use of information and communication technologies, unlike the traditional approach, which is based on a review of activities described by Bieber (1983), Buendía (2009), Cravioto (2007), and Watt (1995).

The practical implications of this contribution, useful for higher education institutions and organizations that develop academic events, lie in its emphasis on continually considering the technological, organizational, and human dimensions for each category and, therefore, for each phase integrated within those categories. It also provides a concise, schematic overview of the activities to be considered, since the vast majority of the literature on this subject consists primarily of books rather than articles or essays summarizing the elements required to carry out this type of event.

Potential future lines of application or research stemming from this essay could branch into areas related to the constant use of information and communication technologies. The fact that this proposal places special emphasis on certain technological components stems from current needs, as the conduct of events remotely is an increasingly common practice.

Another future line of application or research would support a process reengineering model for events that are not only academic but also general. Meeting tourism comprises practices that remain particularly relevant in our society because they enable the continuous updating and transfer of information related to the specific topic of the event in question, regardless of its type. However, as described in the introductory section, changes in current requirements are forcing these events to redesign themselves and maintain a vision focused on continuous improvement and updating.

III. REFERENCES

- Alfaro, G. (2023). Reingeniería de Procesos como una Herramienta para la Mejora de la Productividad en las Empresas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(5), 1623-1641. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i5.7835
- Amaru, A. (2009). *Fundamentos de Administración. Teoría General y Proceso Administrativo*. Pearson.
- Angulo, N. (2009, October 14-16). *La importancia de los congresos y reuniones académicas como fuente de información para la innovación y la generación del conocimiento* [Conference presentation]. Cuarto Congreso Internacional de Innovación Educativa, Tampico, Tamaulipas, México. <https://www.repo-cie.dfiie.ipn.mx/pdf/707.pdf>
- Barbosa, E. (1993). *Calidad total para juntas y reuniones*. McGraw Hill.
- Bieber, M. (1983). *Cómo organizar congresos y dirigir seminarios y conferencias*. Ibérico Europea de Ediciones.
- Buendía, J. (2009). *Organización de reuniones: convenciones, congresos y seminarios*. Trillas.
- Cabezas-Goyes, G., Salazar-Yance, E. & Cuadrado-Rodríguez, G. (2024). Reingeniería de procesos administrativos y financieros en centro comercial "Luis Prieto". *Polo del conocimiento*, 9(10), 1473-1487. <https://doi.org/10.23857/pc.v9i10.8187>
- Chulim, M., Flores, A. & Méndez, D. (2022). La importancia de la gestión de eventos para la calidad y la competitividad del turismo de reuniones. *Ixmati*, 8(13), 13-31. <https://revistas.uvp.mx/index.php/ixmati/article/view/219>
- Correas, G. (2018). *Organización de congresos. Guía práctica*. Escuela Internacional de Protocolo. https://www.protocolo.com/libros/Posts_Ciprovalladolid17.pdf
- Cravioto, T. (2007). *Organización de congresos y convenciones*. Trillas.
- Davenport, T. (1996). *Innovación de Procesos. Reingeniería del Trabajo a través de la Tecnología de la Información*. Diaz de Santos.
- Davenport, T., & Stoddard, D. (1994). Reengineering: Business Change of Mythic Proportions. *Management Information Systems Research Center*, 18(2), 121-127. <https://doi.org/10.2307/249760>
- De la Serna, M. y Escudero, M. (2017). *Guía de organización de congresos, eventos feriales y exposiciones*. Síntesis.
- Fernández, N. y Ortega, E. (2012). Reingeniería de procesos: técnica gerencial para incrementar la gestión

- en las bibliotecas universitarias. *Encuentro Educativo*, 19(1), 83-95. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/encuentro/article/view/1008>
- González E., J. (2023). *Plan de proyecto para la organización de un congreso nacional de magia* [Degree dissertation, University of Valladolid]. UVaDOC. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/61298>
- González G., J., Zamora, C., & Escobar, B. (2007). La reingeniería de procesos de negocio (BPR) aplicada a la gestión de tesorería: su estudio en una compañía de electricidad española. *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, 36(135), 537-568. <https://doi.org/10.1080/02102412.2007.10779629>
- Hammer, M. (1990). Reengineering Work: Don't automate, obliterate. *Harvard Business Review*, 90(4), 104-112. <https://www.vincenzocalabro.it/pdf/reengineering-work-dont-automate-obliterate.pdf>
- Hammer, M., & Champy, J. (1993). *Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution*. Harper Business.
- Heizer, J. (2001). *Dirección de la producción. Decisiones Estratégicas*. Pearson Educación.
- Naranjo, S., & Gutiérrez, E. (2024). Reingeniería en el proceso de medición de datos maestros. *Revista Industrial Data* 27(1), 69-88. <https://doi.org/10.15381/ridata.v27i1.20817>
- Ortiz, R. (2022). Reingeniería de procesos. *Centro de Estudios de Administración*, 6(1), 104-122. <https://revistas.uns.edu.ar/cea/article/view/3745/2035>
- Ponjuan, G., & Villardefrancos, M. (2005). *Principios y métodos para el mejoramiento organizacional*. Félix Varela.
- Rafoso, S., & Artiles, S. (2011). Reingeniería de procesos: conceptos, enfoques y nuevas aplicaciones. *Ciencias de la información*, 42(3), 29-37. <https://www.re-dalyc.org/pdf/1814/181422295004.pdf>
- Ramírez, R. (2015). Los congresos o conferencias científicas: Un espacio para la divulgación científica. *Revista Ciencia Unemi*, 8(16), 7. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol8iss16.2015pp7p>
- Rodríguez, T. (1998). Finalidades de un centro educativo. *Aula Abierta*, 25(71), 3-12. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=45419>
- Sigala, J., Escoto, J., Esparza, C., Carrillo, D., Meza, E., Sigala, E., & Martínez, A. (2015). *Guía práctica para la organización de un congreso nacional*. Sociedad Mexicana de Zoología y Universidad Autónoma de Aguascalientes. https://editorial.uaa.mx/docs/guia_organizacion_congreso_nacional.pdf
- Shaadi, L., Pulido, J., & Rodríguez, I. (2017). Turismo de reuniones: Contextualización y potencialidad. Caso Ciudad de Aguascalientes (México). *Gran Tour: Revista de Investigaciones Turísticas*, (15), 43-64. <https://eutm.es/grantour/index.php/grantour/article/view/57>
- Soret, P., Cabal, V., Alemán, T., Rodríguez, C., Ortega, E., & Contreras, E. (2018). *Manual para la organización de congresos y ferias para todos*. Predif.
- Suárez, N., Torres, R., Sevilla, S., Álvarez, M., Gómez, V., Pérez, M., & Ramón, M. (2023). *La gestión educativa en la educación escolarizada. Reflexiones teóricas para la práctica*. UNIB.E. <https://doi.org/10.55867/libroqual23.01>
- Watt, C. (1995). *Organización de reuniones. Congresos, jornadas, seminarios, cursos, grupos de trabajo, talleres, charlas*. Paraninfo.

Redes sociales y experiencia turística tras la elección del destino: estudio exploratorio en estudiantes de la Universidade da Coruña, España

Ángel Rodríguez-Pallas^{1*}; Javier Luis Fernández-Fernández²;
Raquel Santiago-Romo³; María González-Santiago⁴

Resumen

Este artículo analiza el papel de las redes sociales en la experiencia turística una vez elegido el destino, tomando como población de referencia al estudiantado de la Universidade da Coruña (España). Se adopta un enfoque cuantitativo, con diseño no experimental y corte transversal, basado en un cuestionario online de 15 preguntas difundido en diciembre de 2025. La muestra reúne 110 respuestas válidas. El análisis combina frecuencias y porcentajes con pruebas chi-cuadrado. Los resultados muestran un claro predominio de Instagram y TikTok y un uso frecuente de las redes para planificar rutas, actividades y restaurantes. El contenido generado por otros usuarios y, especialmente, las recomendaciones de amigos son referencias relevantes, mientras que las redes presentan menor peso como canal directo de reserva. Los contrastes bivariados muestran asociaciones del género con la planificación y la confianza en reseñas, y de la edad con la planificación y la valoración global. Se concluye que las redes sociales funcionan como apoyo, contraste y validación durante la estancia, aunque persisten problemas de fiabilidad, saturación de contenidos y publicidad no transparente.

Palabras clave: redes sociales; turismo digital; experiencia turística; contenido generado por usuarios; estudiantes universitarios.

Social media and the tourism experience after destination choice: an exploratory study of students at the University of A Coruña, Spain

Abstract

This article examines the role of social media in the tourism experience once the destination has been chosen, using students at the University of A Coruña (Spain) as the reference population. A quantitative, non-experimental, cross-sectional design is adopted, based on a 15-item online questionnaire distributed in December 2025. The sample comprises 110 valid responses. The analysis combines frequencies and percentages with chi-square tests. Results show the clear predominance of Instagram and TikTok and frequent use of social media to plan routes, activities and restaurants. User-generated content and, especially, friends' recommendations are relevant references, whereas social media has less weight as a direct booking channel. Bivariate tests show associations between gender and both planning and trust in reviews, and between age and both planning and overall assessment. The study concludes that social media serves as a tool for support, comparison and validation during the stay, although problems of information reliability, content saturation and non-transparent advertising remain.

Keywords: social media; digital tourism; tourism experience; user-generated content; university students.

Recibido: 14 de abril de 2026

Aceptado: 24 de agosto de 2026

¹ Facultad de Turismo, Universidade da Coruña; angel.rodriguez.pallas@udc.es; <https://orcid.org/0000-0001-9380-7038>

² Facultad de Turismo, Universidade da Coruña; javier.fernandez4@udc.es; <https://orcid.org/0000-0002-9925-0637>

³ Facultad de Turismo, Universidade da Coruña; raquel.sromo@udc.es; <https://orcid.org/0000-0002-5419-5742>

⁴ Facultad de Turismo, Universidade da Coruña; maria.gsantiago@udc.es; <https://orcid.org/0009-0009-7551-2485>

*Autor de correspondencia

I. INTRODUCCIÓN

Las redes sociales (RRSS) se consultan de forma habitual antes y durante los viajes, además de formar parte de otros usos cotidianos. Este trabajo se centra en el papel que desempeñan estas plataformas una vez que el destino ya ha sido elegido, poniendo el foco en su relación con la planificación, las decisiones y la experiencia turística global.

El sector turístico mantiene una estrecha relación con el entorno digital, puesto que un número creciente de viajeros recurre a herramientas online a la hora de resolver distintas necesidades relacionadas con el viaje tanto antes como después de su estancia. Las RRSS destacan dentro de este ecosistema porque reúnen información procedente de usuarios, empresas, marcas y destinos turísticos, pudiendo influir incluso en decisiones de tipo operativo adoptadas en tiempo real (Tran & Rudolf, 2022; Lyu et al., 2022).

La literatura especializada reconoce ya las RRSS como un componente habitual del turismo digital, no solo en cuanto a la proyección de imagen de destino, sino también como espacio de interacción entre turistas, marcas, empresas y territorios. Una parte creciente de la conversación turística tiene lugar en entornos participativos y visuales, donde la construcción del valor simbólico del viaje deja de depender solo de la comunicación institucional y pasa a coproducirse con los propios usuarios (Tran & Rudolf, 2022; Femenia-Serra & Gretzel, 2020). Esto hace que el viajero encuentre en una misma plataforma mensajes de procedencia muy distinta. La información oficial convive con reseñas, imágenes y relatos personales, de modo que la consulta turística se desarrolla en un entorno donde varias fuentes pueden coincidir, complementarse o incluso ofrecer lecturas diferentes de una misma experiencia.

Turismo digital, plataformas y experiencia en destino

La digitalización ha introducido cambios importantes en el sector turístico, impulsada por el avance de la tecnología, la comunicación móvil y los cambios en los hábitos de consumo de los viajeros. Estos cambios afectan a la búsqueda de información, la planificación, la toma de decisiones y la propia experiencia en destino, creando un entorno más dinámico y centrado en el usuario

(Buhalis & Amaranggana, 2015; Lyu et al., 2022). La disponibilidad del teléfono móvil acorta además la distancia entre buscar información y actuar sobre ella. Una consulta realizada durante la estancia puede terminar poco después en una visita, una reserva efectuada por otro canal o una modificación del plan previsto.

La elección del destino, sin embargo, no pone fin al proceso, sino que a partir de ahí el turista continúa haciendo uso de plataformas, mapas, reseñas, vídeos cortos, perfiles de empresas y experiencias de otros viajeros con el fin de organizar mejor su estancia y ajustar decisiones concretas sobre el viaje (Lyu et al., 2022; Tran & Rudolf, 2022).

La literatura también ha examinado la relación entre los contenidos difundidos en redes y la imagen del destino o la intención de visita. Esta cuestión se ha estudiado en destinos de ocio y en espacios culturales, incluidos museos y ámbitos patrimoniales, donde Instagram y otras plataformas intervienen en la forma de presentar y percibir la visita (Recuero Virto et al., 2024; Blanco-Moreno et al., 2024).

Redes sociales, contenido generado por el usuario (UGC) y marketing relacional

En turismo, las publicaciones de empresas y destinos comparten espacio con las de los propios viajeros. En una misma red aparecen información oficial, reseñas, fotografías, vídeos y relatos de experiencias, de modo que la comunicación ya no depende únicamente de quien ofrece el servicio.

El contenido generado por usuarios (UGC) forma parte de esa conversación. Antes de tomar una decisión, el viajero puede leer reseñas, ver imágenes o comparar una recomendación con experiencias publicadas por otras personas. La utilidad de la información y la confianza que inspira la fuente pasan así a tener un papel relevante.

Los trabajos revisados relacionan el UGC con la confianza, el valor percibido, la imagen del destino y la intención de visita, sobre todo cuando el contenido se considera útil y creíble (Alarcón-Urbistondo et al., 2023; Kitsios et al., 2022; Aboalganam et al., 2025; Sánchez-Franco & Rey-Tienda, 2024). Desde el marketing relacional, las RRSS también pueden verse como espacios en los que se mantiene el contacto con el consumidor y se construyen relaciones a lo largo del tiempo (Yoo & Choi, 2022; Cheung et al.,

2022). En turismo, ese contacto puede prolongarse durante varias fases del viaje. Una recomendación, una respuesta o una experiencia compartida después de la compra mantiene abierta la relación con la empresa o el destino, aunque el usuario ya no se encuentre en la fase inicial de búsqueda.

Estas dinámicas son especialmente visibles entre quienes utilizan las plataformas con frecuencia y combinan la experiencia turística con la recomendación interpersonal. Los contenidos breves y visuales circulan con facilidad entre estos usuarios y acompañan la relación con destinos y empresas más allá del momento inicial de captación (Casaló et al., 2020; Cheung et al., 2022; Kilipiri et al., 2023).

Muchos estudios se detienen en la inspiración o en la elección del destino. Sin embargo, el uso de las RRSS no acaba necesariamente ahí. Durante la estancia todavía se eligen restaurantes, visitas o actividades, y también pueden cambiarse planes ya hechos (Hardt & Kano Glückstad, 2024; Hussain et al., 2024). Son decisiones de menor escala que escoger el destino, pero afectan a la forma concreta en que se desarrolla el viaje. Precisamente por eso resulta útil separar la decisión principal de esas otras elecciones que continúan abiertas cuando la estancia ya se está preparando o incluso ha comenzado.

La muestra permite observar estas prácticas en un entorno universitario concreto. Los trabajos sobre generaciones jóvenes han documentado la presencia de Internet, los contenidos sociales y las recomendaciones digitales en sus decisiones turísticas (Vašaničová et al., 2025; Yamagishi et al., 2023; Ballesteros-López et al., 2025; Băltescu & Untaru, 2025).

El estudio parte de una pregunta general: qué papel tienen las RRSS una vez elegido el destino. A partir de ella se examinan tres aspectos: los usos que les dan los participantes en esa fase, la confianza en contenidos de otros usuarios y la valoración general de estas plataformas.

El estudio tiene también una utilidad práctica. Saber qué consultan los participantes una vez escogido el destino puede ayudar a destinos, empresas turísticas, restaurantes, alojamientos y otros agentes a decidir qué información ofrecer durante esa fase del viaje. En ese momento pueden cobrar especial importancia datos muy concretos, como horarios, ubicación, disponibilidad, opiniones

recientes o alternativas próximas. No siempre coincide, por tanto, la información que sirve para atraer inicialmente al visitante con la que necesita cuando ya está organizando su estancia.

Uso funcional de las redes sociales, UGC y confianza digital en turismo

Durante el viaje, una misma red social puede utilizarse de varias formas. Además de inspirar o promocionar, permite buscar información concreta, comparar alternativas o comprobar una decisión cuando el usuario ya se encuentra preparando la estancia. Esa utilidad práctica es la que interesa en este trabajo (Tran & Rudolf, 2022; Sánchez-Franco & Rey-Tienda, 2024). Una misma publicación puede incluso cumplir funciones distintas según el momento: antes del viaje puede despertar interés y, más tarde, servir para localizar un lugar o decidir si se incorpora a una ruta ya prevista.

Entre lo que se consulta están las opiniones, reseñas, vídeos breves y experiencias de otros usuarios. Este material puede ayudar a contrastar una opción o resolver una duda antes de decidir. El boca a boca electrónico (eWOM) y el UGC tienen por ello una presencia destacada en la literatura sobre públicos jóvenes y turismo digital (Yamagishi et al., 2023).

No todo el contenido disponible resulta igualmente útil. La cantidad de información, las dudas sobre la autenticidad de algunas publicaciones y la publicidad encubierta dificultan la selección. El usuario necesita comparar fuentes y decidir qué información considera suficientemente fiable para apoyar sus decisiones (Hussain et al., 2024).

El trabajo observa estas prácticas en estudiantes de una única universidad. Se trata de un contexto concreto y los resultados describen a la muestra obtenida, no al conjunto del estudiantado universitario (Vašaničová et al., 2025; Yamagishi et al., 2023; Ballesteros-López et al., 2025; Băltescu & Untaru, 2025).

II. METODOLOGÍA O PROCEDIMIENTO

Diseño del estudio

El estudio adopta un enfoque cuantitativo para analizar patrones de uso de las RRSS una vez seleccionado el destino turístico. La investigación adopta un diseño no experimental, ya que no

se interviene sobre las variables analizadas, y transversal, al recoger la información en un único periodo temporal. El estudio describe comportamientos y percepciones de los participantes y examina algunas asociaciones entre variables. El diseño no permite atribuirles un carácter causal.

Universo de referencia y muestra

La población de referencia está formada por el estudiantado de la Universidade da Coruña (UDC). La institución supera ligeramente los 17.000 estudiantes en el curso 2023/2024 y distribuye su actividad académica entre los campus de A Coruña y Ferrol, lo que ofrece un marco razonable para acotar la población potencial del estudio en términos universitarios y juveniles (Universidade da Coruña, 2024).

La muestra está compuesta por 110 estudiantes de la Universidade da Coruña. El muestreo es no probabilístico por conveniencia, ya que la participación depende del acceso voluntario al enlace y de la disposición a responder. La invitación utilizada para difundir la encuesta indica que el cuestionario está dirigido exclusivamente a estudiantes de la UDC. La muestra no permite generalizar estadísticamente los resultados al conjunto de esa población, pero resulta adecuado para los objetivos exploratorios del estudio.

Instrumento, procedimiento y tratamiento de la información

Los datos se recogen con un cuestionario online diseñado específicamente para este trabajo en Google Forms. El enlace se difunde exclusivamente entre estudiantes de la Universidade da Coruña mediante grupos de estudiantes en WhatsApp y espacios o perfiles vinculados al alumnado en Facebook, Instagram y X. La participación es libre y voluntaria. La recogida de datos se realiza entre el 2 y el 31 de diciembre de 2025, y la última respuesta se registra el 27 de diciembre. La difusión abierta en estos espacios no permite conocer un número verificable de personas alcanzadas. Por esta razón, no puede calcularse una tasa de respuesta convencional.

El instrumento tiene 15 preguntas distribuidas en tres bloques: perfil del encuestado, uso de RRSS después de elegir el destino y comportamiento y percepción tras el viaje. Incluye preguntas cerradas de opción múltiple y seis ítems ordinales con cinco

categorías de respuesta. Para estos seis ítems se calcula, de forma exploratoria, un alfa de Cronbach de 0,723. Como miden aspectos distintos, el coeficiente no se toma como fiabilidad de una escala única ni se utiliza para obtener una puntuación compuesta.

El análisis descriptivo se basa en frecuencias y porcentajes. Después se aplican pruebas χ^2 de Pearson para cruzar género, edad y frecuencia anual de viaje con planificación mediante RRSS, confianza en las reseñas y valoración global. La edad se agrupa en 18-24, 25-34 y 35 o más años; la frecuencia de viaje en 0-1, 2 y 3 o más viajes al año. Para planificación se comparan los valores 1-2 con 3-5 y, para confianza y valoración global, los valores 1-3 con 4-5. Se adopta $p < 0,05$ y se informa V de Cramér. Los resultados se leen como asociaciones dentro de la muestra, sin interpretación causal.

Se respetan el anonimato del cuestionario y el carácter voluntario de la participación. El cuestionario completo se reproduce en el Anexo 1.

Limitaciones

Deben tenerse en cuenta varias limitaciones. El muestreo no probabilístico impide considerar que la muestra sea representativa del conjunto del estudiantado de la Universidade da Coruña y limita la extrapolación de los resultados. Además, la difusión mediante grupos y espacios digitales puede favorecer la participación de estudiantes con mayor familiaridad o disposición hacia las RRSS y puede introducir un sesgo de autoselección.

Tampoco se conoce cuántas personas llegaron a recibir la invitación, por lo que no puede calcularse una tasa de respuesta. El reparto por género también debe tenerse en cuenta (70,0% mujeres y 30,0% hombres). En los cruces realizados, las mujeres aparecen con mayor frecuencia en los niveles 3-5 de planificación y 4-5 de confianza en las reseñas; no se detecta, en cambio, una asociación con la valoración global. Por ello, los resultados agregados de planificación y confianza pueden estar condicionados en parte por esta composición.

La información se basa en la autopercepción de los participantes y no se dispone de segmentación académica por titulación, curso o centro. Junto con el tamaño muestral y el diseño transversal, estas condiciones limitan los resultados a la muestra estudiada y a su carácter exploratorio.

III. RESULTADOS

Perfil de la muestra

Casi la mitad de la muestra tiene entre 18 y 24 años (49,1%) y otro 24,5% se sitúa entre 25 y 34. Los grupos de mayor edad tienen menos peso. Las mujeres representan el 70,0% y los hombres el 30,0%. En cuanto a los viajes, predominan quienes realizan uno o dos al año, mientras que quienes declaran no viajar representan el 3,6%.

Si se atiende a la frecuencia de viaje, 37

participantes declaran dos viajes al año (33,6%) y 32 uno (29,1%). Otros 19 realizan tres viajes (17,3%) y 18 cuatro o más (16,4%); solo 4 participantes indican no viajar (3,6%). Esta distribución muestra que la mayor parte de la muestra cuenta con experiencia turística reciente, aunque con ritmos de viaje diferentes.

La Tabla 1 sintetiza estos rasgos básicos de la muestra y permite visualizar de forma conjunta la distribución por edad, género y frecuencia anual de viaje.

Tabla 1. Perfil sociodemográfico y frecuencia anual de viaje de la muestra (n = 110)

Dimensión	Categoría	%
Edad	18-24 años	49,1
	25-34 años	24,5
	35-44 años	9,1
	45-54 años	7,3
	Mayor de 55 años	10,0
Género	Mujer	70,0
	Hombre	30,0
Frecuencia de viajes	0 viajes	3,6
	1 viaje	29,1
	2 viajes	33,6
	3 viajes	17,3
	4 o más viajes	16,4

Elaboración propia

Uso de redes sociales tras la elección del destino

Una vez elegido el destino, las RRSS siguen utilizándose para organizar aspectos del viaje y consultar información durante la estancia. Instagram es la plataforma más utilizada (89,1%), seguida de TikTok (56,4%). YouTube alcanza el 31,8%, Facebook el 24,5% y X/Twitter el 21,8%; Pinterest queda por debajo de estos valores.

Expresado en frecuencias, Instagram aparece en 98 respuestas y TikTok en 62. YouTube es señalado por 35 participantes, Facebook por 27 y X/Twitter por 24. Al ser una pregunta de respuesta múltiple, estas cifras no suman 110: un mismo participante puede utilizar varias plataformas. El resultado permite ver con más detalle la concentración del uso en Instagram y TikTok.

La pregunta sobre planificación después de elegir destino muestra un uso frecuente de las RRSS. El 81,8% se concentra entre los valores 3 y 5 de la escala, es decir, entre 'A veces', 'Frecuentemente' y

'Siempre'.

La distribución completa de este ítem es la siguiente: 4 participantes responden 'Nunca' (3,6%), 16 'Rara vez' (14,5%), 29 'A veces' (26,4%), 32 'Frecuentemente' (29,1%) y 29 'Siempre' (26,4%). Los valores 4 y 5 reúnen por sí solos a 61 participantes, mientras que los valores 1 y 2 suman 20.

La reserva directa presenta un patrón distinto. El 49,1% de las respuestas se sitúa en los valores 1 y 2, frente al 22,7% que elige 4 o 5. En esta muestra, por tanto, consultar las redes es más habitual que reservar a partir de contenidos vistos en ellas.

En la pregunta sobre reserva directa, 27 participantes eligen 'Nunca' y otros 27 'Rara vez' (24,5% en cada categoría). La opción 'A veces' reúne 31 respuestas (28,2%), 'Frecuentemente' 22 (20,0%) y 'Siempre' 3 (2,7%). La distribución es más baja que la observada en planificación y muestra que consulta y reserva no tienen el mismo peso dentro de la muestra.

Al analizar los usos concretos de las RRSS una

vez decidido el destino, se observa que las principales finalidades son la planificación de rutas, visitas o actividades (83,6%) y la búsqueda de restaurantes (71,8%). También destacan la consulta de reseñas o valoraciones (48,2%) y la búsqueda de eventos en el destino (45,5%).

Las respuestas múltiples equivalen a 92 participantes que utilizan las RRSS para planificar rutas, visitas o actividades y a 79 que las emplean

para buscar restaurantes. La consulta de reseñas o valoraciones aparece en 53 casos, la búsqueda de eventos en 50 y el transporte local en 39. Los datos muestran que varios usos prácticos pueden coexistir en un mismo viaje.

La Tabla 2 resume los principales resultados relativos a las plataformas más utilizadas, frecuencia de uso, reserva directa y usos funcionales más destacados tras seleccionar el destino.

Tabla 2. Plataformas utilizadas y usos funcionales de las redes sociales tras la elección del destino

Variable	Resultado principal	Interpretación
Plataformas más utilizadas	Instagram (89,1%), TikTok (56,4%), YouTube (31,8%)	Predominio claro de plataformas visuales y de consumo rápido
Uso para planificar el viaje una vez elegido el destino	Valores 3-5 de la escala: 81,8%	Las redes se integran en la organización operativa del viaje
Reserva directa desde contenidos vistos en redes	Valores 1-2 de la escala: 49,1%	Menor peso como canal directo de compra
Usos principales	Planificar rutas/visitas/actividades (83,6%); buscar restaurantes (71,8%)	Orientación funcional y microdecisional
Usos complementarios	Consultar reseñas (48,2%); buscar eventos (45,5%); transporte local (35,5%)	Las redes complementan otras fuentes de información

Elaboración propia

En cuanto al tipo de contenido que más influye en las decisiones durante el viaje, sobresalen claramente las recomendaciones de amigos y, en segundo término, los vídeos cortos. De forma paralela, cuando se pregunta por la fuente principal al buscar recomendaciones, el entorno cercano vuelve a ocupar la primera posición, seguido por las plataformas de reseñas y por el contenido generado por otros viajeros.

Las recomendaciones de amigos son señaladas por 51 participantes como el tipo de contenido de mayor influencia (46,4%), frente a 35 que eligen los vídeos cortos (31,8%) y 18 las opiniones escritas (16,4%). Cuando la pregunta se formula en términos de fuente principal, 50 participantes vuelven a escoger a los amigos (45,5%), 24 las plataformas de reseñas (21,8%) y 19 a otros viajeros o UGC (17,3%).

Las dos respuestas predominantes sobre confianza en reseñas son 'Moderado' (43,6%) y 'Bastante' (45,5%). 'Mucho' reúne el 6,4% y 'Poco' el 4,5%; nadie selecciona 'Nada'. La confianza se sitúa así, sobre todo, en posiciones intermedias y altas.

En términos absolutos, 48 participantes sitúan

su confianza en 'Moderado' y 50 en 'Bastante'. Siete seleccionan 'Mucho' y cinco 'Poco'; no aparece ninguna respuesta en 'Nada'. Por tanto, 57 participantes se encuentran en los dos niveles superiores de confianza, aunque el nivel máximo sigue siendo minoritario.

Cuando se pregunta por cambios de itinerario a partir de contenidos vistos en RRSS, la respuesta más frecuente es 'A veces' (47,3%). 'Rara vez' reúne el 27,3%, 'Frecuentemente' el 14,5%, 'Nunca' el 10,0% y 'Siempre' el 0,9%. Los cambios aparecen así como ocasionales en la mayoría de los casos. También es reducido el seguimiento de cuentas oficiales de destinos, hoteles o restaurantes: el 88,2% se concentra en los valores 1-3 de la escala.

El cambio de itinerario reúne 11 respuestas en 'Nunca', 30 en 'Rara vez', 52 en 'A veces', 16 en 'Frecuentemente' y 1 en 'Siempre'. En el seguimiento de cuentas oficiales, 32 participantes se sitúan en el valor 1, 37 en el 2 y 28 en el 3; solo 11 eligen el 4 y 2 el 5. Por ello, los tres primeros niveles concentran 97 de las 110 respuestas.

La Tabla 3 recoge de forma sintética los principales

indicadores de influencia, confianza y validación social observados en la muestra, permitiendo integrar en un mismo esquema el peso del entorno cercano, del UGC y de los perfiles institucionales.

Tabla 3. Indicadores de influencia, confianza en el UGC y validación social durante el viaje

Indicador	Evidencia descriptiva	Lectura analítica
Contenido que más influye en destino	Recomendaciones de amigos (46,4%); vídeos cortos (31,8%); opiniones escritas (16,4%)	Predominio del componente social y visual
Fuente más influyente al buscar recomendaciones	Amigos (45,5%); plataformas de reseñas (21,8%); otros viajeros/UGC (17,3%)	La validación social combina entorno cercano y comunidad digital
Confianza en reseñas de redes sociales	Poco (4,5%); Moderado (43,6%); Bastante (45,5%); Mucho (6,4%); Nada (0,0%)	El UGC se percibe como referencia útil, pero no exclusiva
Cambio de itinerario por contenidos vistos en redes	1: 10,0%; 2: 27,3%; 3: 47,3%; 4: 14,5%; 5: 0,9%	Predominio de cambios ocasionales
Seguimiento de cuentas oficiales durante el viaje	Valores 1-3 de la escala: 88,2%	Escasa centralidad de los perfiles institucionales en el uso cotidiano

Elaboración propia

Comportamiento y percepción tras el viaje

Tras el viaje, las RRSS continúan presentes tanto en la forma en que los usuarios comparten su experiencia como en la valoración retrospectiva que realizan del papel desempeñado por estas plataformas.

En cuanto a las principales barreras detectadas en el uso de RRSS durante el viaje, destacan la falta de fiabilidad de la información (41,8%), la información contradictoria (36,4%) y la publicidad no transparente (36,4%). El exceso de información también aparece como un factor relevante (35,5%), mientras que los problemas de conexión afectan a una proporción menor (11,8%) de los encuestados. Estos resultados sugieren que, si bien las RRSS son un recurso muy utilizado, existen ciertas limitaciones en cuanto a su uso efectivo como fuente de información para el turismo.

En frecuencias, 46 participantes mencionan la falta de fiabilidad, 40 la información contradictoria y otros 40 la publicidad no transparente. La sobrecarga de información aparece en 39 respuestas y los problemas de conexión en 13. Once participantes (10,0%) no señalan ninguna barrera. La pregunta admite varias respuestas, de modo que una misma persona puede identificar más de una dificultad.

Al término del viaje, la mayoría de los encuestados señala que usa las RRSS sobre todo para compartir fotos o vídeos de su experiencia (67,3%). Un 25,5% no publica contenido y un 7,3% deja comentarios o

reseñas. Este comportamiento puede reintroducir la experiencia vivida en el circuito de información turística mediante nuevo UGC (Alarcón-Urbistondo et al., 2023; Xu et al., 2021).

En números absolutos, 74 participantes comparten fotografías o vídeos, 28 no publican contenido y 8 dejan comentarios o reseñas. Ningún participante selecciona la opción de crear contenido específicamente para aconsejar a otros viajeros. La publicación posterior al viaje se concentra, por tanto, en formatos visuales y no en la elaboración deliberada de recomendaciones.

Finalmente, la valoración global es mayoritariamente positiva: el 50,0% califica la influencia de las RRSS como 'algo positiva' y el 19,1% como 'muy positiva'. El 28,2% adopta una posición neutral, mientras que las valoraciones negativas reúnen el 2,7%.

La distribución equivale a 55 participantes que valoran la influencia como 'algo positiva', 21 como 'muy positiva' y 31 como neutral. Las categorías negativas reúnen en conjunto 3 respuestas. De este modo, 76 de los 110 participantes se sitúan en las dos categorías positivas y 34 en posiciones neutrales o negativas.

La Tabla 4 sintetiza los principales resultados de este último bloque y permite observar conjuntamente las barreras detectadas, los comportamientos posteriores al viaje y la valoración global de la influencia de las RRSS en la experiencia turística.

Tabla 4. Barreras de uso, comportamiento tras el viaje y valoración global de la influencia de las RRSS

Dimensión	Resultado principal	Interpretación
Barreras de uso	Fiabilidad de la información (41,8%); información contradictoria (36,4%); publicidad no transparente (36,4%); sobrecarga (35,5%)	Uso intensivo acompañado de cautela y filtrado crítico
Uso tras el viaje	Publicar fotos o vídeos (67,3%); no publicar (25,5%); dejar reseñas/comentarios (7,3%)	Predominio de la compartición visual frente a la evaluación escrita
Valoración global	Algo positiva (50,0%); muy positiva (19,1%); neutral (28,2%); negativas (2,7%)	Las RRSS se perciben como apoyo, aunque no exento de ambivalencias

Elaboración propia

Análisis bivariado

Para explorar diferencias internas de la muestra se realizan cruces entre género, edad y frecuencia

anual de viaje y los tres indicadores definidos en la metodología. La Tabla 5 presenta los resultados de las pruebas χ^2 de Pearson y los tamaños del efecto.

Tabla 4. Resultados de los análisis bivariados

Variable sociodemográfica	Indicador	χ^2 (gl)	p	V de Cramér
Género	Planificación	7,28 (1)	0,007	0,257
Género	Confianza	6,45 (1)	0,011	0,242
Género	Valoración global	0,66 (1)	0,418	0,077
Edad	Planificación	7,20 (2)	0,027	0,256
Edad	Confianza	3,72 (2)	0,156	0,184
Edad	Valoración global	9,84 (2)	0,007	0,299
Frecuencia de viaje	Planificación	1,76 (2)	0,414	0,127
Frecuencia de viaje	Confianza	1,78 (2)	0,412	0,127
Frecuencia de viaje	Valoración global	2,61 (2)	0,271	0,154

Elaboración propia

Nota: se adopta $p < 0,05$ como nivel de significación.

Planificación: 1-2 vs. 3-5; confianza y valoración global: 1-3 vs. 4-5.

En la muestra, el género se asocia con la planificación y la confianza. Los valores 3-5 de planificación alcanzan el 88,3% entre las mujeres y el 66,7% entre los hombres; la confianza en niveles 4-5 representa el 59,7% y el 33,3%, respectivamente. La valoración global no presenta diferencias significativas por género. La edad se asocia con la planificación y la valoración global: los valores 3-5 de planificación descienden del 88,9% en 18-24 años al 65,5% en 35 o más, y la valoración positiva del 81,5% al 48,3%. La frecuencia anual de viaje no muestra asociaciones significativas con ninguno de los tres indicadores.

Las diferencias pueden verse también en números absolutos. En planificación, 68 de las 77 mujeres se sitúan en los valores 3-5, frente a 22 de los 33 hombres. Para la confianza en reseñas, los niveles

4-5 reúnen 46 mujeres y 11 hombres. La valoración global positiva, en cambio, alcanza 55 casos entre las mujeres y 21 entre los hombres, diferencia que no resulta estadísticamente significativa.

Por edad, los valores 3-5 de planificación corresponden a 48 de 54 participantes de 18-24 años, 23 de 27 en el grupo de 25-34 y 19 de 29 entre quienes tienen 35 o más años. En la valoración global positiva se registran 44, 18 y 14 casos, respectivamente. Entre las asociaciones significativas, V de Cramér oscila entre 0,242 y 0,299; el valor más alto corresponde al cruce entre edad y valoración global ($V = 0,299$). En el contraste edad-planificación una frecuencia esperada se sitúa ligeramente por debajo de 5 (aproximadamente 4,91), sin frecuencias esperadas inferiores a 1, por lo que el resultado se mantiene como contraste exploratorio.

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De la inspiración a la gestión operativa del viaje

Elegir el destino no cierra el uso turístico de las RRSS. Los participantes siguen recurriendo a ellas para cuestiones concretas, entre ellas rutas, restaurantes, actividades o reseñas. Parte de la planificación continúa, por tanto, cuando el viaje ya está decidido.

Otros estudios describen usos similares durante la estancia. Tran y Rudolf (2022) y Martins et al. (2025) muestran que las RRSS también se consultan una vez superada la fase promocional. El móvil facilita que algunas decisiones se revisen sobre la marcha (Wei et al., 2025).

Los nuevos contrastes bivariados añaden un matiz a esta interpretación, ya que la planificación mediante RRSS no presenta la misma intensidad en toda la muestra. Los niveles 3-5 son más frecuentes entre los grupos de menor edad y se observa también una asociación con el género. En cambio, la frecuencia anual de viaje no presenta una asociación estadísticamente significativa con este indicador.

Confianza, UGC y validación social

La confianza en el UGC que aparece en la muestra no es un resultado aislado. Estudios previos la relacionan con la imagen del destino, la intención de visita y el valor percibido, y muestran que el viajero combina reseñas, contactos personales, perfiles oficiales y contenidos de terceros (Alarcón-Urbistondo et al., 2023; Sánchez-Franco & Rey-Tienda, 2024; Aboalganam et al., 2025; Yoo & Choi, 2022).

Los participantes encuentran utilidad en las RRSS, aunque no muestran una confianza absoluta en sus contenidos. Las utilizan para consultar y contrastar información, combinando fuentes procedentes de plataformas, entorno cercano, reseñas y experiencias compartidas por otros usuarios (Kitsios et al., 2022; Yoo & Choi, 2022). Por eso, recurrir a las RRSS no elimina la necesidad de comprobar la información con otras fuentes.

El análisis bivariado muestra además una diferencia: la confianza alta en reseñas es más frecuente entre las mujeres que entre los hombres, mientras que la edad no presenta una asociación significativa con este indicador. Este resultado obliga

a considerar el desequilibrio de género de la muestra al interpretar el nivel agregado de confianza.

Que la valoración de las RRSS sea positiva no significa que todo lo publicado se acepte del mismo modo. Los participantes las utilizan para determinadas decisiones, pero comparan la información con otras fuentes y con experiencias de personas de su entorno (Kitsios et al., 2022; Yoo & Choi, 2022).

El peso de las recomendaciones de amigos muestra que las fuentes personales siguen siendo relevantes y que la validación de la información turística continúa dependiendo, en gran medida, de vínculos de confianza previos. Las RRSS no sustituyen la sociabilidad cercana, sino que la amplifican, la aceleran y la redistribuyen mediante formatos digitales.

Visualidad, plataformas y decisiones microturísticas

Dos resultados conviven en este punto: Instagram y TikTok encabezan el uso, pero las recomendaciones personales siguen teniendo mucho peso. Los vídeos cortos también destacan. Lo visual importa, aunque por sí solo no explica las decisiones observadas.

El papel de la imagen se ha estudiado en Instagram, en el marketing de influencers y en otros entornos digitales (Blanco-Moreno et al., 2024; Recuero Virto et al., 2024; Chen et al., 2024; Dragin-Jensen et al., 2024). Otros trabajos se ocupan de la credibilidad de quien recomienda y de las características del contenido (Casaló et al., 2020; Cheung et al., 2022; Han & Chen, 2022).

En esta muestra, sin embargo, el contenido visual no conduce habitualmente a una reserva directa. Aparece más ligado a buscar información, comparar alternativas o introducir algún cambio en el itinerario.

La edad introduce otra diferencia: la valoración global positiva disminuye a medida que aumenta la edad, con una asociación estadísticamente significativa. La frecuencia anual de viaje, en cambio, no presenta asociaciones significativas con ninguno de los tres indicadores analizados.

Implicaciones para destinos, empresas y segmentación universitaria

El seguimiento de cuentas oficiales es reducido.

Para destinos y empresas esto plantea una cuestión práctica: estar en una red social no implica que el visitante busque allí la información durante la estancia. Si el contenido ha de ser útil, debe estar actualizado y ser fácil de localizar.

Parte de la información oficial puede llegar al viajero por otras vías. Visitantes, creadores y comunidades de usuarios pueden compartirla o incorporarla a sus propias recomendaciones (Femenia-Serra & Gretzel, 2020; Kilipiri et al., 2023).

Esta lectura coincide con estudios sobre branding, engagement y marketing de influencia, que destacan la importancia del formato, la credibilidad y la utilidad del contenido (Kilipiri et al., 2023; Femenia-Serra & Gretzel, 2020; Mitsopoulou et al., 2023; Moya et al., 2024). Rodríguez-Pallas et al. (2024) encuentran también diferencias vinculadas con la edad y el género en las preferencias turísticas.

En la muestra analizada, las asociaciones observadas por edad y género refuerzan precisamente la conveniencia de considerar cierta segmentación, aunque estos resultados corresponden a una única universidad y no pueden extrapolarse al conjunto del estudiantado universitario.

Contribución específica del estudio

El artículo se fija en una parte muy concreta del viaje: el momento posterior a la elección del destino. En vez de analizar solo la inspiración o la intención de visita, pregunta qué decisiones siguen tomándose durante la estancia y qué papel tienen ahí las RRSS. La evidencia procede de una muestra universitaria concreta.

V. CONCLUSIONES

Los datos muestran que elegir destino no pone fin al uso de las RRSS. En la muestra, siguen consultándose durante la preparación y la estancia, sobre todo para buscar información y recomendaciones. La reserva directa aparece con bastante menos frecuencia.

Este patrón responde al objetivo general del trabajo, aunque su alcance es limitado: procede de 110 participantes de una sola universidad y no puede trasladarse directamente al conjunto del estudiantado universitario.

En los usos concretos predominan las rutas, visitas, actividades, restaurantes, reseñas y recomendaciones. Los resultados indican que

algunas decisiones de planificación permanecen abiertas después de escoger destino.

En las reseñas, las respuestas se concentran en niveles moderados y altos. El UGC se consulta con frecuencia, aunque convive con las recomendaciones de amigos y con otras fuentes de información.

La valoración general de las RRSS es, por su parte, mayoritariamente positiva.

Los análisis bivariados permiten precisar estos resultados. Se observan asociaciones entre género y uso de RRSS para planificar, entre género y confianza en reseñas, entre edad y planificación y entre edad y valoración global. No se encuentran asociaciones estadísticamente significativas entre la frecuencia anual de viaje y los tres indicadores analizados. Estas relaciones corresponden a la muestra analizada y no permiten establecer causalidad.

La valoración positiva convive con algunas reservas sobre las RRSS y con un escaso protagonismo de las cuentas oficiales durante el viaje. Entre los participantes, su utilidad parece relacionarse más con la información disponible y la confianza que genera que con su carácter oficial.

Desde una perspectiva práctica, el estudio recuerda que después de captar al visitante siguen existiendo necesidades de información. Destinos y empresas pueden atender esa fase con contenidos actualizados y fáciles de consultar o compartir. El bajo seguimiento de cuentas oficiales indica, además, que la utilidad del contenido no depende únicamente de su origen institucional.

Estas conclusiones deben leerse teniendo en cuenta el carácter no probabilístico de la muestra, compuesta por 110 estudiantes de una sola universidad, el desequilibrio de género, la difusión digital abierta, la imposibilidad de calcular una tasa convencional de respuesta y el carácter autoinformado de los datos.

Futuros trabajos pueden comprobar estos resultados con muestras más amplias y comparaciones entre universidades, edades o perfiles de viaje. Los análisis multivariados permitirían estudiar conjuntamente varias relaciones. Las entrevistas o grupos de discusión serían útiles para conocer cómo se decide qué información merece confianza, y un seguimiento longitudinal permitiría observar qué ocurre con los contenidos compartidos después del viaje.

En suma, los datos permiten observar una fase del viaje que ha recibido menos atención en la literatura. En la muestra estudiada, las RRSS forman parte de consultas y decisiones cotidianas durante la estancia. Pese a las limitaciones del diseño exploratorio, el estudio ofrece una base para futuras comparaciones entre perfiles universitarios, plataformas y formas de confianza digital en turismo (Sánchez-Franco & Rey-Tienda, 2024).

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aboalganam, K. M., AlFraihat, S. F., & Tarabieh, S. (2025). The impact of user-generated content on tourist visit intentions: The mediating role of destination imagery. *Administrative Sciences*, 15(4), 117. <https://doi.org/10.3390/admsci15040117>
- Alarcón-Urbistondo, P., Rojas-de-Gracia, M.-M., & Casado-Molina, A. (2023). Proposal for employing user-generated content as a data source for measuring tourism destination image. *Journal of Hospitality & Tourism Research*, 47(4), 643-664. <https://doi.org/10.1177/10963480211012756>
- Ballesteros-López, L., Quiroga-Torres, E., Armas-Arias, S., González-Sánchez, A., & Loaiza-Dávila, L. (2025). Redes sociales y marketing alimentario: una relación determinante en los hábitos de consumo de los estudiantes universitarios. *CIENCIA UNEMI*, 18(49), 62-81. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol18iss49.2025pp62-81p>
- Băltescu, C. A., & Untaru, E.-N. (2025). Exploring the characteristics and extent of travel influencers' impact on Generation Z tourist decisions. *Sustainability*, 17(1), 66. <https://doi.org/10.3390/su17010066>
- Blanco-Moreno, S., González-Fernández, A. M., Muñoz-Gallego, P. A., & Casaló, L. V. (2024). Understanding engagement with Instagram posts about tourism destinations. *Journal of Destination Marketing & Management*, 34, 100948. <https://doi.org/10.1016/j.jdmm.2024.100948>
- Buhalis, D., & Amaranggana, A. (2015). Smart tourism destinations: Enhancing tourism experience through personalisation of services. En I. Tussyadiah & A. Inversini (Eds.), *Information and Communication Technologies in Tourism 2015* (pp. 377-389). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-14343-9_28
- Casaló, L. V., Flavián, C., & Ibáñez-Sánchez, S. (2020). Influencers on Instagram: Antecedents and consequences of opinion leadership. *Journal of Business Research*, 117, 510-519. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.07.005>
- Chen, Y. V., Jin, X., Gardiner, S., & Wong, I. A. (2024). How foodstagramming posts influence restaurant visit intention: The mediating role of goal relevance and mimicking desire. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 36(12), 4319-4337. <https://doi.org/10.1108/IJCHM-12-2023-1881>
- Cheung, M. L., Leung, W. K. S., Aw, E. C.-X., & Koay, K. Y. (2022). "I follow what you post!": The role of social media influencers' content characteristics in consumers' online brand-related activities (COBRAs). *Journal of Retailing and Consumer Services*, 66, 102940. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2022.102940>
- Dragin-Jensen, C., Post-Lundgaard, M., & Schnittka, O. (2024). The Instagrammable hotel: A sequential explanatory design study of hotel- and user-generated content. *Tourism and Hospitality*, 5(4), 1418-1436. <https://doi.org/10.3390/tourhosp5040079>
- Femenia-Serra, F., & Gretzel, U. (2020). Influencer marketing for tourism destinations: Lessons from a mature destination. In J. Neidhardt & W. Wörndl (Eds.), *Information and Communication Technologies in Tourism 2020* (pp. 65-78). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-36737-4_6
- Han, J., & Chen, H. (2022). Millennial social media users' intention to travel: The moderating role of social media influencer following behavior. *International Hospitality Review*, 36(2), 340-357. <https://doi.org/10.1108/IHR-11-2020-0069>
- Hardt, D., & Kano Glückstad, F. (2024). A social media analysis of travel preferences and attitudes, before and during Covid-19. *Tourism Management*, 100, 104821. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2023.104821>

- Hussain, K., Alam, M. M. D., Malik, A., Tarhini, A., & Al Balushi, M. K. (2024). From likes to luggage: The role of social media content in attracting tourists. *Heliyon*, 10(24), e38914. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e38914>
- Kilipiri, E., Papaioannou, E., & Kotzaivazoglou, I. (2023). Social media and influencer marketing for promoting sustainable tourism destinations: The Instagram case. *Sustainability*, 15(8), 6374. <https://doi.org/10.3390/su15086374>
- Kitsios, F., Mitsopoulou, E., Moustaka, E., & Kamariotou, M. (2022). User-generated content behavior and digital tourism services: A SEM-neural network model for information trust in social networking sites. *International Journal of Information Management Data Insights*, 2(1), 100056. <https://doi.org/10.1016/j.ijime.2021.100056>
- Lyu, J., Khan, A., Bibi, S., Chan, J. H., & Qi, X. (2022). Big data in action: An overview of big data studies in tourism and hospitality literature. *Journal of Hospitality and Tourism Management*, 51, 346-360. <https://doi.org/10.1016/j.jhtm.2022.03.014>
- Martins, W. S., Martins, M., & Morais, E. P. (2025). Exploring the influence of social media on tourist decision-making: Insights from Cape Verde. *Tourism and Hospitality*, 6(1), 45. <https://doi.org/10.3390/tourhosp6010045>
- Mitsopoulou, E., Moustaka, E., Kamariotou, M. I., & Kitsios, F. C. (2023). User-generated content and social media platforms in digital marketing: Determinants of perceived value and trust in travel information. In *Operations research in the age of digital transformation and business analytics: BALCOR 2020* (pp. 235-241). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-24294-6_25
- Moya, M., Ocaña, A., Hidalgo, S., & Martínez, J. P. (2024). Caracterización de la oferta de los atractivos turísticos alternativos: Caso Baños de Agua Santa, Ecuador. *CIENCIA UNEMI*, 17(46), 39-53. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol17iss46.2024pp39-53p>
- Recuero Virto, N., Aldas Manzano, J., García-Madariaga, J., & Blasco López, F. (2024). Unveiling the Instagram effect: Decoding factors influencing visiting intentions of superstar Spanish museums. *Journal of Destination Marketing & Management*, 33, 100881. <https://doi.org/10.1016/j.jdmm.2024.100881>
- Rodríguez-Pallas, Á., Sarabia-Molina, M. Y., Sánchez-Fernández, M. D., & Ramón-Cardona, J. (2024). Gender and age in the travel choice by Spanish travel agency consumers. *Societies*, 14(6), 90. <https://doi.org/10.3390/soc14060090>
- Sánchez-Franco, M. J., & Rey-Tienda, S. (2024). The role of user-generated content in tourism decision-making: An exemplary study of Andalusia, Spain. *Management Decision*, 62(7), 2292-2328. <https://doi.org/10.1108/MD-06-2023-0966>
- Tran, N. L., & Rudolf, W. (2022). Social media and destination branding in tourism: A systematic review of the literature. *Sustainability*, 14(20), 13528. <https://doi.org/10.3390/su142013528>
- Universidade da Coruña. (2024). *Cifras da UDC 2024*. <https://www.udc.es/cifras/>
- Vašaničová, P., Košťová, Z., Hodorová, I., Kolková, N., Obšut, V., & Češkovič, M. (2025). Understanding Generation Z's tourism purchasing decisions through internet technologies: The case of influencer marketing. *Future Internet*, 17(12), 559. <https://doi.org/10.3390/fi17120559>
- Wei, Y., Liu, H., Zhuo, W., & Park, K.-S. (2025). The influence of social media attributes on impulsive travel intentions: Integrating the stimulus-organism-response theory and information adoption model. *Sustainability*, 17(10), 4404. <https://doi.org/10.3390/su17104404>
- Xu, H., Cheung, L. T. O., Lovett, J., Duan, X., Pei, Q., & Liang, D. (2021). Understanding the influence of user-generated content on tourist loyalty behavior in a cultural World Heritage Site. *Tourism Recreation Research*, 48(2), 173-187. <https://doi.org/10.1080/02508281.2021.1913022>

- Yamagishi, K., Canayong, D., Domingo, M., Maneja, K. N., Montolo, A., & Siton, A. (2023). User-generated content on Gen Z tourist visit intention: A stimulus-organism-response approach. *Journal of Hospitality and Tourism Insights*, 7(4), 1949-1973. <https://doi.org/10.1108/JHTI-02-2023-0091>
- Yoo, K.-H., & Choi, J.-A. (2022). Trust in e-tourism: Antecedents and consequences of trust in travel-related user-generated content. In Z. Xiang, M. Fuchs, U. Gretzel, & W. Höpken (Eds.), *Handbook of e-tourism* (pp. 1039-1065). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-48652-5_63

Normas de Publicación

La **Revista Ciencia UNEMI** es una revista científica indizada y arbitrada, de publicación cuatrimestral a partir del año 2016. Dirigida a la población universitaria, que publica principalmente trabajos originales de investigación científica, ensayos y comunicaciones originales preferentemente en las áreas prioritarias de la revista. Su objetivo es divulgar las realizaciones científicas y tecnológicas de la UNEMI, así como las que se realicen en otras universidades y centros de investigación en el país y en el exterior, en las áreas relacionadas con Industrial; Tecnología, Informática y Comunicación; Administración y Gerencia; Salud Pública y Educación y Cultura.

CONDICIONES GENERALES

Las contribuciones que se publiquen en **Ciencia UNEMI** deben estar enmarcadas en los requisitos fijados en la presente Norma y aceptadas por el Comité Editorial. Todos los trabajos deben ser originales e inéditos, en idioma español o inglés, y no estar en proceso de arbitraje por otras revistas. Los derechos de publicación de los trabajos son propiedad de Ciencia UNEMI, se autoriza la reproducción total o parcial de los artículos, siempre y cuando se cumplan las condiciones siguientes: sin fines comerciales, no se realicen alteraciones de sus contenidos y se cite su información completa (nombre y apellido del autor, Ciencia UNEMI, número de volumen, número de ejemplar y URL exacto del documento citado). Los autores deberán indicar nombre y apellido, título académico, lugar de trabajo, cargo que desempeñan y dirección completa, incluyendo teléfono, fax y correo electrónico. Las opiniones de los autores son de su exclusiva responsabilidad y la revista no se solidariza con doctrinas, ideas o pensamientos expresados en ellos.

CONTRIBUCIONES

El Comité Editorial acepta tres (3) tipos de contribuciones para publicación en las distintas áreas de la Revista Ciencia UNEMI: Los Artículos Científicos, los Artículos Técnicos, y los Ensayos. Los Artículos Científicos son el resultado de trabajos de investigación, bien sea bibliográfico o experimental, en el que se han obtenido resultados, se discutieron y se llegaron a conclusiones que signifiquen un aporte innovador en Ciencia y Tecnología. Los Artículos Técnicos son el resultado de trabajos de grado o de investigación en el ámbito universitario e industrial, bien sea experimental y/o no experimental, que signifiquen un aporte tecnológico para la resolución de problemas específicos en el sector industrial. Los Ensayos son aquellas contribuciones producto de investigaciones destinadas a informar novedades y/o adelantos en las especialidades que abarca Ciencia UNEMI. Estos deben ser inéditos y no se aceptarán los que hayan sido ofrecidos a otros órganos de difusión.

PRESENTACIÓN

Todas las contribuciones deben ser enviadas en formato electrónico. La redacción del manuscrito debe realizarse en

español o inglés.

Éste debe ser redactado en tercera persona y tiempo verbal presente. El mismo debe ser escrito utilizando el procesador de texto Microsoft Office Word® tipeadas a una sola columna, a interlineado simple, con un espaciado posterior entre párrafos de 6 puntos, en papel tamaño A4 (21,0 x 29,7 cm), tipo de letra Times New Roman, tamaño 12, justificado, sin sangría y con márgenes de 2,5 cm en todos los lados: inferior, superior, izquierdo y derecho.

Las contribuciones deben tener una extensión mínima de 4 páginas y 16 como máximo. Los ensayos deben tener mínimo 30 referencias bibliográficas. Las ilustraciones, gráficos, dibujos y fotografías serán denominadas Figuras y serán presentadas en formatos jpg. Las figuras deben ser en original, elaboradas por los autores. No se aceptan figuras escaneadas. Las fotografías deben ser de alta resolución, nítidas y bien contrastadas, sin zonas demasiado oscuras o extremadamente claras. Las tablas y las figuras se deben enumerar (cada una) consecutivamente en números arábigos, en letra Times New Roman, tamaño 10. Éstas deben ser incluidas lo más próximo posible a su referencia en el texto, con su respectivo título en la parte superior si es una tabla o inferior si es una figura. En el caso de que la información contenida sea tomada de otro autor, se debe colocar la fuente. Todas las ecuaciones y fórmulas deben ser generadas por editores de ecuaciones actualizados y enumeradas consecutivamente con números arábigos, colocados entre paréntesis en el lado derecho. Los símbolos matemáticos deben ser muy claros y legibles. Las unidades deben ser colocadas en el Sistema Métrico Decimal y Sistema Internacional de Medida. Si se emplean siglas y abreviaturas poco conocidas, se indicará su significado la primera vez que se mencionen en el texto y en las demás menciones bastará con la sigla o la abreviatura.

Citas bibliográficas en el texto: las citas deberán hacerse señalando en el texto el apellido del primer autor seguido por el del segundo autor o por et al si fueran más de dos autores, y el año de publicación. Por ejemplo: (Campos, 2012),... Campos (2012), (Da Silva y González, 2015), (Alvarado et al, 2014). Cuando se incluyen dos o más citas dentro de una misma frase, las citas se arreglan en orden cronológico. Citas que tengan el mismo año de publicación se arreglan en orden alfabético. Cuando se cite a autores que hayan publicado más de una referencia en el mismo año, se diferenciarán con las letras a, b, c, etc., colocadas inmediatamente después del año de publicación (por ejemplo, 2011a). Si el (los) mismo (s) autor (es) tiene (n) varias publicaciones con distintas fechas pueden citarse juntas en el texto (Campos *et al.*, 2014, 2015). Se recomienda que los autores revisen directamente las fuentes originales, en lugar de acudir a referencias de segunda mano; sólo cuando no sea posible localizar la fuente primaria de información se aceptará citar un trabajo mediante otra referencia. Ejemplo: (Ramírez, 2008, citado por Alvarado, 2015). Teniendo en cuenta que en el apartado de referencias sólo se señalarán los autores de los artículos realmente consultados, o sea, Alvarado (2015) en este caso.

COMPOSICIÓN

Cada contribución deberá ordenarse en las siguientes partes: título en español, datos de los autores, resumen y palabras clave en castellano; título, resumen y palabras clave en inglés; introducción, metodología o procedimiento, resultados, conclusiones, referencias bibliográficas y agradecimientos.

1. Título en español. Debe ser breve, preciso y codificable, sin abreviaturas, paréntesis, fórmulas, ni caracteres desconocidos. Debe contener la menor cantidad de palabras (extensión máxima de 15 palabras) que expresen el contenido del manuscrito y pueda ser registrado en índices internacionales.

2. Datos de los autores. Debe indicar el primer nombre y primer apellido. Se recomienda para una correcta indización del artículo en las bases internacionales, la adopción de un nombre y un solo apellido para nombres y apellidos poco comunes, o bien el nombre y los dos apellidos unidos por un guión para los más comunes (Ej. María Pérez-Acosta). En otro archivo se debe indicar la información completa de cada autor: nombre y apellido, título académico, lugar de trabajo, cargo que desempeña y dirección completa, incluyendo número de teléfono, fax e imprescindible correo electrónico.

3. Resumen en español y Palabras clave. Debe señalar el objetivo o finalidad de la investigación y una síntesis de la metodología o procedimiento, de los resultados y conclusiones más relevantes. Tendrá una extensión máxima de 200 palabras en un solo párrafo con interlineado sencillo. No debe contener referencias bibliográficas, tablas, figuras o ecuaciones. Al final del resumen incluir de 3 a 10 palabras clave o descriptores significativos, con la finalidad de su inclusión en los índices internacionales.

4. Título, Resumen y Palabras Clave en inglés (Abstract y Keywords). Son la traducción al inglés del título, resumen y palabras clave presentadas en español.

5. Introducción. Se presenta en forma concisa una descripción del problema, el objetivo del trabajo, una síntesis de su fundamento teórico y la metodología empleada. Se debe hacer mención además del contenido del desarrollo del manuscrito, sin especificar los resultados y las conclusiones del trabajo.

6. Desarrollo:

- **Materiales y Métodos (Metodología):** se describe el diseño de la investigación y se explica cómo se realizó el trabajo, se describen los métodos y materiales desarrollados y/o utilizados.

- **Resultados:** se presenta la información y/o producto pertinente a los objetivos del estudio y los hallazgos en secuencia lógica.

- **Discusión de resultados:** se presentan los argumentos que sustentan los resultados de la investigación. Se examinan e interpretan los resultados y se sacan las conclusiones derivadas de esos resultados con los respectivos argumentos que las sustentan. Se contrastan los resultados con los referentes teóricos, justificando la creación de conocimiento como resultado del trabajo.

7. Conclusiones. Se presenta un resumen, sin argumentos, de los resultados obtenidos.

8. Referencias bibliográficas. Al final del trabajo se incluirá una lista denominada "Referencias"; la veracidad de estas citas, será responsabilidad del autor o autores del artículo. Debe evitarse toda referencia a comunicaciones y documentos privados de difusión limitada, no universalmente accesibles. Las referencias bibliográficas se citan en estricto orden alfabético, iniciando con el apellido del primer autor seguido de la (s) inicial (es) de su(s) nombre (s). Si todos los autores son idénticos en dos o más referencias, la fecha de publicación dictará su ordenamiento en la lista final. Si se da el caso de que existan dos o más artículos, de los mismos autores y publicados en el mismo año, en la lista de referencias se incluirán por orden alfabético de los títulos de los artículos, agregando una letra como sufijo. Al final del trabajo se indicarán las fuentes, como se describe a continuación, según se trate de:

a. Libro: A continuación se describen varias formas de citar un libro.

Libro con autor: Apellido autor, Iniciales nombre autor, (Año), Título en cursiva, Ciudad y país, Editorial. Por ejemplo:

Hacyan, S., (2004), *Física y metafísica en el espacio y el tiempo. La filosofía en el laboratorio*, México DF, México: Fondo nacional de cultura económica.

Libro con editor: En el caso de que el libro sea de múltiples autores es conveniente citar al editor. Apellido editor, Iniciales nombre editor. (Ed.). (Año). Título. Ciudad, País: Editorial. Por ejemplo:

Wilber, K. (Ed.). (1997). *El paradigma holográfico*. Barcelona, España: Editorial Kairós

Libro en versión electrónica: Los libros en versión electrónica pueden venir de dos maneras: Con DOI y Sin DOI. El DOI (Digital Object Identifier), es la identificación de material digital, único para cada libro.

Libros en línea sin DOI: Apellido, Iniciales nombre autor. (Año). Título. Recuperado de <http://www.xxxxxx.xxx>

De Jesús Domínguez, J. (1887). *La autonomía administrativa en Puerto Rico*. Recuperado de <http://memory.loc.gov/>

Libros Con DOI: Apellido, Iniciales nombre autor. (Año). Título. doi: xx.xxxxxxxx

Montero, M. y Sonn, C. C. (Eds.). (2009). *Psychology of Liberation: Theory and applications*. doi: 10.1007/ 978-0-387-85784-8

Capítulo de un libro. Se referencia un capítulo de un libro cuando el libro es con editor, es decir, que el libro consta de capítulos escritos por diferentes autores: Apellido, A. A., y Apellido, B. B. (Año). Título del capítulo o la entrada. En A. A. Apellido. (Ed.), Título del libro (pp. xx-xx). Ciudad, País: Editorial

Molina, V. (2008). "... es que los estudiantes no leen ni escriben": El reto de la lectura y la escritura en la Pontificia Universidad Javeriana de Cali. En H. Mondragón (Ed.), *Leer, comprender, debatir, escribir. Escritura de artículos científicos por profesores universitarios* (pp. 53-62). Cali, Valle del Cauca: Sello Editorial Javeriano.

b. Artículos científicos: Apellido autor, Iniciales nombre autor, (Año), Título, Nombre de la revista en cursiva, Volumen, Número, Páginas. Por ejemplo:

Corominas, M., Roncero, C., Bruguca, E., y Casas, M. (2007). Sistema dopaminérgico y adicciones, *Rev Mukuel*, 44(1), 23-31.

REFERENCIA SEGÚN EL TIPO DE ARTÍCULO:

Artículos con DOI:

Bezuidenhout, A. (2006). Consciousness and Language (review). *Language*, 82(4), 930-934. doi: 10.1353/lan.2006.0184

Artículo sin DOI impreso:

Fields, D. (2007). Más allá de la teoría neuronal. *Mente y Cerebro*, 13(24), 12-17.

Artículo sin DOI digital:

Mota de Cabrera, C. (2006). El rol de la escritura dentro del currículo de la enseñanza y aprendizaje del inglés como segunda lengua (esl/efl): Una perspectiva histórica. *Acción Pedagógica*, 15(1), 56-63. Recuperado de <http://www.saber.ula.ve/accionpe/>

REFERENCIA SEGÚN LA CANTIDAD DE AUTORES:

Un autor:

Tarlaci, S. (2010). A Historical View of the Relation Between Quantum Mechanics and the Brain: A Neuroquantologic Perspective. *NeuroQuantology*, 8(2), 120-136.

Dos a siete autores: Se listan todos los autores separados por coma y en el último se escribe "y".

Tuszynski, J., Sataric, M., Portet, S., y Dixon, J. (2005). Physical interpretation of micro tubule self-organization in gravitational fields. *Physics Letters A*, 340(1-4), 175-180.

Ocho o más autores: Se listan los primeros seis autores, se ponen puntos suspensivos y se lista el último autor.

Dolchik, S. A., West, S. G., Sandler, I. N., Tein, J.-Y., Coatsworth, D., Lengua, L.,...Griffin, W. A. (2000). An experimental evaluation of theory-based mother and mother-child programs for children of divorce. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 68, 843-856.

c. Simposios, Congresos o Conferencias: Autor, A. & Autor, A. (Fecha) del evento. Evento llevado a cabo en el Nombre de la organización, Lugar. Por ejemplo:

Rojas, C., & Vera, N. (Agosto de 2013). ABMS (Automatic BLAST for Massive Sequencing). 2° Congreso Colombiano de Biología Computacional y Bioinformática CCBCOL. Congreso llevado a cabo en Manizales, Colombia.

d. Informes: para citar un informe de alguna organización, institución gubernamental o autor corporativo se debe seguir el siguiente formato: Nombre de la organización. (Año). Título del informe (Número de la publicación). Recuperado de <http://xxx.xxxxxx.xxx/> Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas. (2012). Tecnologías de la información y las comunicaciones. Recuperado de: <http://www.dane.gov.co>

e. Trabajo de Grado o Tesis: Autor, A., & Autor, A. (Año). Título de la tesis (Tesis de pregrado, maestría o doctoral). Nombre de la institución, Lugar. Por ejemplo:

Aponte, L., & Cardona, C. (2009). Educación ambiental y evaluación de la densidad poblacional para la conservación de los cóndores reintroducidos en el Parque Nacional Natural Los Nevados y su zona amortiguadora (tesis de pregrado). Universidad de Caldas, Manizales, Colombia.

INSTRUCCIONES DE ENVÍO

Para enviar un artículo es necesario que el documento cumpla estrictamente con los lineamientos de formato y de contenido anteriormente especificados. Los trabajos (en el respaldo digital) deben ser entregados en la Secretaría del Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación, Ciencia UNEMI de la Universidad Estatal de Milagro, ubicada en la Ciudadela Universitaria, km 1½ vía a la Parroquia Virgen de Fátima; o si lo desea, enviar el artículo al email: editorial@unemi.edu.ec, o a través de la página web: ojs.unemi.edu.ec. Para mayor información dirigirse a las oficinas de la Revista Ciencia UNEMI, o comunicarse por los teléfonos +593 04 2715081, ext. 3210. En caso de requerirlo, escribir al correo electrónico antes mencionado.

PROCESO EDITORIAL

1. Recepción de artículos. El Comité Editorial efectuará una primera valoración editorial consistente en comprobar la adecuación del artículo a los objetivos de la revista, así como el cumplimiento de los requisitos establecidos en las normas de publicación. El Comité Editorial hará las correcciones pertinentes, sin alterar el contenido del mismo. Si encontrara fallas que pudieran afectarlo, las correcciones se harán de mutuo acuerdo con su autor. La recepción del artículo no supone su aceptación.

2. Sistema de revisión por pares (peer review). Los artículos preseleccionados serán sometidos a un proceso de arbitraje. Se asignarán dos o más revisores especializados en la materia, que evaluarán el artículo de forma confidencial y anónima (doble ciego), en cuanto a su contenido, aspectos formales, pertinencia y calidad científica. La aceptación definitiva del manuscrito está condicionada a que los autores incorporen en el mismo todas las correcciones y sugerencias de mejora propuestas por los árbitros.

3. Decisión editorial. Los criterios para la aceptación o rechazo de los trabajos son los siguientes: a) Originalidad; b) Precisión en el tema; c) Solidez teórica; d) Fiabilidad y validez científica; e) Justificación de los resultados; f) Impacto; g) Perspectivas/aportes futuros; h) Calidad de la escritura; i) Presentación de las tablas y figuras; y e) Referencias. Finalizado el proceso de evaluación, se notificará al autor principal la aceptación o rechazo del trabajo.

Los autores del artículo recibirán una constancia de su aceptación para publicarlo. Una vez publicado el artículo se les enviarán tres (3) ejemplares de la Revista respectiva y un certificado de haber publicado. Los trabajos no aceptados serán devueltos a sus autores indicándoles los motivos de tal decisión.

Tabla. Parámetros de Evaluación

CARACTERÍSTICA	N°	CRITERIO	ENSAYO	ARTÍCULO
Innovación / Originalidad del artículo	1.	Las ideas planteadas son nuevas	SI	SI
	2.	Las ideas planteadas son interesantes	SI	SI
	3.	Las ideas planteadas pueden aportar un nuevo enfoque para tratar un viejo problema	SI	SI
Precisión en el tema / coherencia con los objetivos	4.	Se especifica de forma clara el tipo de artículo del que se trata	SI	SI
	5.	Se especifica de forma clara el fin u objetivo que persigue el artículo.	SI	SI
Solidez teórica y calidad de los argumentos	6.	La estructura del artículo es la adecuada.	SI	SI
	7.	Existe orden, coherencia y sistematicidad en las ideas expuestas.	SI	SI
	8.	Las ideas planteadas se basan en argumentos sólidos, ya demostrados por otros autores o en estudios anteriores.	SI	SI
	9.	Los argumentos presentados están actualizados (a partir del 2004 en adelante).	SI	SI
Nivel científico, diseño experimental, metodología	10.	La metodología empleada es la adecuada, tiene calidad y garantías científicas	NO	SI
	11.	En el artículo se describe de forma suficiente el método y procedimiento para que un lector interesado pueda reproducirlo	NO	SI
	12.	Las hipótesis o las preguntas de investigación se han planteado adecuadamente.	NO	SI
	13.	Se ha definido claramente el diseño experimental.	NO	SI
	14.	Los instrumentos de medición y experimentación utilizados tienen calidad y garantías científicas	NO	SI
	15.	Se consigue integrar en un marco nuevo y más simple de resultados que antes implicaban un marco más complejo	NO	SI
Presentación y justificación de los resultados / conclusiones	16.	El artículo aporta resultados de importancia teórica o práctica.	SI	SI
	17.	Los datos presentados son válidos	SI	SI
	18.	Los datos y resultados son claramente expuestos mediante fórmulas, tablas y figuras	SI	SI
	19.	El tratamiento de datos va encaminado hacia la comprobación de las hipótesis o las preguntas de investigación.	NO	SI
	20.	La interpretación que se hace de los resultados es inequívoca.	SI	SI
	21.	Las conclusiones se basan en los argumentos planteados o resultados obtenidos.	SI	SI
	22.	Las conclusiones van en concordancia con el objetivo planteado.	SI	SI
Impacto del tema presentado en el artículo	23.	Las conclusiones presentadas son de interés para la comunidad académica	SI	SI
	24.	El contenido del artículo se constituye en un aporte significativo al conocimiento anteriormente desarrollado en su área.	SI	SI
Perspectivas / futuros trabajos	25.	El artículo es relevante para la discusión de problemas en su área.	SI	SI
	26.	El artículo abre posibilidades para realizar investigaciones futuras	SI	SI
Calidad de la escritura	27.	La redacción del artículo es clara y entendible	SI	SI
Legibilidad de figuras y tablas	28.	Las figuras y tablas se encuentran correctamente enumeradas y con su respectivo título	SI	SI
Bibliografía	29.	El artículo contiene al menos 30 citas bibliográficas.	SI	NO
	30.	El artículo contiene citas bibliográficas claramente definidas	SI	SI

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS PARA AUTORES

Ciudad, fecha.....20....

DIRECTOR DE LA REVISTA CIENCIA UNEMI

Universidad Estatal de Milagro

Milagro, Ecuador

Presente.

Por medio del presente documento y fundamentado en lo dispuesto en la Ley de Derecho de Autor el (los) suscrito (s)[Nombres y apellidos de autor (es)] he (hemos) remitido para su publicación en la Revista Ciencia UNEMI, editada por la Universidad Estatal de Milagro, el trabajo intitulado (título completo)..... para que de forma exclusiva reproduzca, publique, edite, fije, comunique y transmita públicamente en cualquier forma o medio impreso o electrónico inclusive internet e incluir en índices nacionales e internacionales o bases de datos en caso de ser aprobado el artículo de mi (nuestra) autoría. Por lo tanto el (los) autor (es) firmante (s) DECLARA (MOS):

- Que el trabajo de investigación entregado es un trabajo original.
- Que no ha sido publicado previamente por ningún medio.
- Que no ha sido remitido simultáneamente a otras publicaciones impresas o digitales, ni está pendiente de valoración, para su publicación, en ningún otro medio, en ningún formato.
- Que en caso de ser publicado el artículo, transfieren todos los derechos de autor a la REVISTA CIENCIA UNEMI de la Universidad Estatal de Milagro, sin cuyo permiso expreso no podrán reproducirse ninguno de los materiales publicado en la misma.
- Que el trabajo presentado no contiene material escandaloso, calumnia, difamación, obscenidad, fraude o cualquier otro material ilegal; y ni el trabajo, ni el título vulnera ningún derecho de autor, derecho literario, marca o derecho de propiedad de terceras personas. Asumo (asumimos) la total responsabilidad de todos los extremos y opiniones contenidos en el trabajo remitido.

En virtud de lo anterior, manifiesto (manifestamos) expresamente que no me (nos) reservo (reservamos) ningún derecho en contra de la REVISTA CIENCIA UNEMI de la Universidad Estatal de Milagro.

Atentamente

.....
Nombres y firma de autor (es)

Enviar por correo electrónico o entregar en las oficinas de la Revista Ciencia UNEMI, de la Universidad Estatal de Milagro.

Correos: editorial@unemi.edu.ec

REVISTA CIENCIA UNEMI

Volumen 19 - Número 52, Septiembre - Diciembre

ISSN-1390-4272 Impreso

ISSN 2528-7737 Digital

Universidad Estatal de Milagro

Ciudadela Universitaria, km 1.5 vía Milagro km 26

Conmutador: 04 2 970-881, ext. 3210

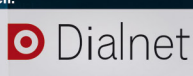
Milagro, Ecuador

CiENCIA

UNEMI

EU EDITORIAL
UNIVERSITARIA

Indexada en:



En Catálogo



www.unemi.edu.ec

[f](#) [X](#) [@](#) [in](#) /UNEMIEcuador

ojs.unemi.edu.ec