

ISSN 1390-4272 Impreso
ISSN 2528-7737 Electrónico

Volumen 18 - Número 49, Septiembre-Diciembre 2025

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**

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

Ing. María Angela Bermeo Fuentes, MSc.
Gestor Técnico

Cuadragésimo Noveno 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, 2025

Milagro – Ecuador

Portada:

La portada de "Ciencia UNEMI" presenta un cerebro humano transformado en una intrincada red de circuitos y nodos digitales, brillando con luz propia en la oscuridad. Esta potente imagen simboliza la fusión entre la mente humana y la tecnología, explorando la interconexión entre ciencia, sociedad y regulación en la era digital. Los filamentos luminosos que emanan del cerebro sugieren la conectividad global y la vasta red de información que nos define hoy.

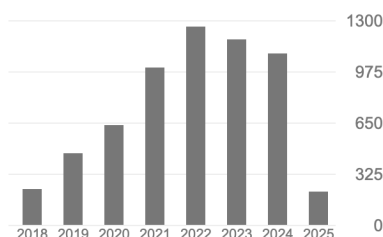


Revista Ciencia UNEMI

Lcdo. Victor Enrique Zea Raffo, Mgtr
Arte y Diagramación

Citas Google Scholar

Citado por	VER TODO	
	Total	Desde 2020
Citas	6430	5401
Índice h	41	37
Índice i10	108	95



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

Contenido

Vol. 18, Nº 49, Septiembre-Diciembre 2025 ISSN 1390-4272 Impreso ISSN 2528-7737 Digital

Editorial	00
CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE	
Ciencia de datos aplicada al manejo de residuos sólidos en Los Ríos, Ecuador María Mercedes Alarcón Bermúdez; Orlando Erazo; Génesis Acosta Gonzalez; María Fernanda Alarcón	01
Evaluación del comportamiento proambiental en estudiantes universitarios de Ecuador: Análisis con técnicas de Machine Learning Alejandra Mercedes Colina Vargas; Marcos Antonio Espinoza Mina; Luis López Catalán; Blanca López Catalán	12
Aislamiento y caracterización de <i>Acetobacter aceti</i> a partir de mucílago de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) y su aplicación en la agroindustria Roxana García Culqui; Lady Guevara Narváez; Angélica Tigre León; Michael Hachi Pazmiño; Patricio Pérez Pérez; Favián Bayas Morejón	27
Evaluación de las condiciones inmunológicas y microbianas del calostro bovino antes y después de la pasteurización en Yagui Chico, San Miguel, Bolívar – Ecuador Diego Quijano Vargas; Sebastián Coloma Gaibor; Rivelino Ramón Curay; Jonnathan Arias-Real; Cristian Becerra-Segura	38
SALUD Y ALIMENTACIÓN	
Evaluación del estado nutricional y consumo de alimentos en el CDI San Juan de Llullundongo Janine Taco; Hendrik R. Marquez; Stefanny Dias	50
Redes sociales y marketing alimentario: una relación determinante en los hábitos de consumo de los estudiantes universitarios Leonardo Ballesteros López; Elizabeth Quiroga Torres; Sonia Armas Arias; Angélica González Sánchez; Lenin Loaiza Dávila	62
Accidentes por riesgo biológico en trabajadores de salud: incidencia y factores asociados en un prestador sanitario (2023) Elías Alberto Bedoya Marrugo; Valeria López Gutiérrez	82
EDUCACIÓN Y SOCIEDAD	
La educación en derechos humanos como eje transversal en la educación superior de Ecuador: Propuestas y retos para su Implementación María Mercedes Barreno Salinas; Angie Gabriela Sánchez Erazo	94
The role and impact of learning a second language in the growth and development of intellectual and mental creativity Mahan Attar	106
Las habilidades blandas y su efecto en el aprendizaje autónomo de estudiantes universitarios Danny Delgado Togra; Alejandro Lema Cachinell; Karla Chica Arandi	112
TECNOLOGÍA, ECONOMÍA Y DERECHO	
Desafíos regulatorios de la inteligencia artificial en la comunidad andina y oportunidades para el emprendimiento digital Oskary Zambrano; Marianela Talavera-Ruz; Juan Andrés Nino Peñalosa	122
Sostenibilidad financiera en empresas manufactureras: Revisión teórico-estratégica Jorge Jordán Vaca; Jorge Abril Flores; Edison Valencia Nuñez; Helder Barrera Erreyes	137
Pruebas estadísticas de normalidad: un análisis comparativo entre Kolmogórov-Smirnov, Shapiro-Wilk, Anderson-Darling, Ryan-Joiner Y Jarque-Bera Pablo Alexander Molina Panchi y Diego Fabián Molina Panchi	152
VETERINARIA Y BIOTECNOLOGÍA	
Evaluación de dos anestésicos locales más dexmedetomidina intraperitoneal como coadyuvante en analgesia multimodal en ovariectomía veterinaria, Clínica Veterinaria Snap, Ambato Julio Bonilla Silva; Rivelino Ramón Curay; Jonnathan Arias Real; Diego Barrera Villaroel; Cristian Becerra Segura	173
Revisión corta: mejoramiento genético en especies de animales mediante la tecnología de transferencia de embriones (TTE) María Morejón García; Deysi Guanga Chunata; Joscelito Solano Gaibor; Angélica Tigre León	185
Normas de Publicación.	190

Content

Vol. 18, N° 49, September-December 2025 ISSN 1390-4272 Printed ISSN 2528-7737 Electronic

Editorial	00
SCIENCE, TECHNOLOGY, AND ENVIRONMENT	
Data science applied to solid waste management in Los Ríos-Ecuador María Mercedes Alarcón Bermúdez; Orlando Erazo; Génesis Acosta Gonzalez; María Fernanda Alarcón	01
Evaluation of pro-environmental behavior in university students in Ecuador: Analysis with Machine Learning techniques Alejandra Mercedes Colina Vargas; Marcos Antonio Espinoza Mina; Luis López Catalán; Blanca López Catalán	12
Isolation and characterization of <i>Acetobacter aceti</i> from cocoa mucilage (<i>Theobroma cacao</i> L.) and its application in agroindustry Roxana García Culqui; Lady Guevara Narváez; Angélica Tigre León; Michael Hachi Pazmiño; Patricio Pérez Pérez; Favián Bayas Morejón	27
Evaluation of the immunological and microbial conditions of bovine colostrum before and after pasteurization in Yagui Chico, San Miguel, Bolívar – Ecuador Diego Quijano Vargas; Sebastián Coloma Gaibor; Rivelino Ramón Curay; Jonnathan Arias-Real; Cristian Becerra-Segura	38
HEALTH AND NUTRITION	
Evaluation of nutritional status at CDI San Juan de LLullundongo Janine Taco; Hendrik R. Marquez; Stefanny Dias	50
Social Media and Food Marketing: A Determining Relationship in University Students' Consumption Habits Leonardo Ballesteros López; Elizabeth Quiroga Torres; Sonia Armas Arias; Angélica González Sánchez; Lenin Loaiza Dávila	62
Biological hazard accidents among healthcare workers: incidence and associated factors in a healthcare provider (2023) Elías Alberto Bedoya Marrugo; Valeria López Gutiérrez	82
EDUCATION AND SOCIETY	
Human Rights Education as a Cross-Cutting Axis in Higher Education in Ecuador: Proposals and Challenges for Its Implementation María Mercedes Barreno Salinas; Angie Gabriela Sánchez Erazo	94
El impacto del aprendizaje de una segunda lengua en el desarrollo de la creatividad intelectual y mental Mahan Attar	106
Soft skills and their effect on autonomous learning in university students Danny Delgado Togra; Alejandro Lema Cachinell; Karla Chica Arandi	112
TECHNOLOGY, ECONOMY, AND LAW	
Regulatory Challenges of Artificial Intelligence in the Andean Community and Opportunities for Digital Entrepreneurship Oskary Zambrano; Marianela Talavera-Ruz; Juan Andrés Nino Peñalosa	122
Financial sustainability in manufacturing companies: a theoretical-strategic review Jorge Jordán Vaca; Jorge Abril Flores; Edison Valencia Nuñez; Helder Barrera Erreyes	137
Statistical tests of normality: a comparative analysis of Kolmogorov-Smirnov, Shapiro-Wilk, Anderson-Darling, Ryan-Joiner, And Jarque-Bera Pablo Alexander Molina Panchi1 y Diego Fabián Molina Panchi	152
VETERINARY MEDICINE AND BIOTECHNOLOGY	
Evaluation of two local anesthetics plus intraperitoneal dexmedetomidine as adjuvant in multimodal analgesia in veterinary ovariohysterectomy, snap veterinary clinic, Ambato Julio Bonilla Silva; Rivelino Ramón Curay; Jonnathan Arias Real; Diego Barrera Villaroel; Cristian Becerra Segura	173
Short review: genetic improvement in animal species using embryo transfer technology (ETT) María Morejón García; Deysi Guanga Chunata; Joscelito Solano Gaibor; Angélica Tigre León	185
Guidelines for Publishing	190

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

Entre fascinación y cautela: gobernar la IA

Sin gobernanza ética no hay adopción socialmente legítima de la inteligencia artificial. Propongo un marco institucional que combine evidencia, prudencia y propósito.

Como vicerrectora académica, suelo iniciar las reuniones con un caso sencillo. Imagino a estudiantes de medicina, ingeniería y derecho discutiendo un algoritmo de triaje que sugiere priorizar pacientes con “mayor probabilidad de recuperación”. La pregunta cae por su propio peso: ¿quién responde cuando el modelo se equivoca, a quién rinde cuentas y con qué criterios?

La transformación digital no se trata de ser cautivado por la tecnología, se trata de crear valor y confianza. En ese sentido la recomendación sobre la ética de la IA de la UNESCO y las orientaciones de la OMS para su uso en salud insisten en dignidad, justicia, trazabilidad y supervisión humana. En nuestro contexto, la protección de datos personales y la equidad en el acceso no son accesorios: son condiciones de posibilidad. Por eso sostengo una tesis clara: sin gobernanza ética no hay adopción socialmente legítima de la IA en todas las áreas, especialmente en salud.

Somos conscientes de los riesgos: sesgos algorítmicos que reproducen inequidades; usos secundarios de datos sin consentimiento; opacidad en modelos complejos; y una brecha digital que impide la promesa de equidad. También está el peligro de dos extremos: la sobre-regulación que paraliza la innovación y la infra-regulación que erosiona la confianza pública. Entre ambos, debemos construir capacidad: evaluación de impacto algorítmico, auditoría independiente, explicabilidad razonable (ofrecer razones comprensibles para decisiones automatizadas) y mecanismos de queja y reparación.

En la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI) propongo un rumbo en cuatro frentes. Primero, una Política universitaria de gobernanza de datos e IA que defina principios, roles y responsabilidades a lo largo del ciclo de vida de datos y modelos. Segundo, un Comité de ética y gobernanza de IA de carácter transversal (salud, educación, ingeniería, ciencias sociales y derecho), con protocolo de evaluación de impacto previo al despliegue, que cubra docencia, investigación y gestión. Tercero, Alfabetización en datos y ética de IA como componente curricular obligatorio para todas las carreras, con rutas diferenciadas para niveles iniciales y avanzados. Cuarto, consolidar la Maestría en Inteligencia Artificial aplicada a la Educación como plataforma para formar al profesorado en uso responsable, evaluación de riesgos y diseño de experiencias de aprendizaje mediadas por IA.

No ignoro las objeciones. Siempre habrá sesgo en los datos; por eso necesitamos profesionales capaces de analizar críticamente los resultados, contrastarlos con evidencia y contexto local, y decidir con criterio propio. Porque el cumplimiento implica recursos, avanzaremos en etapas con docentes formados, contenidos abiertos y gobernanza colaborativa entre facultades. Existirá dudas sobre la “libertad de cátedra”; por eso, la política debe garantizarla y proteger también la libertad de investigación, sin renunciar a estándares de seguridad, privacidad y respeto.

El llamado es concreto: aprobar y poner en marcha en 2026 la Política de Gobernanza de Datos e IA, con metas verificables, registro institucional de algoritmos, módulos curriculares obligatorios, evaluaciones de impacto y participación de usuarios. La confianza no se decreta: se construye con reglas claras, capacidades reales y rendición de cuentas. Nuestro objetivo será que, en cualquier disciplina: salud, ingeniería, educación, derecho, artes o ciencias sociales, el “consentimiento informado” y el uso ético de datos resguarden lo esencial: la dignidad y la autonomía de las personas.

Ph. D. Jesennia Cárdenas Cobo, Msc.

Vicerrectora Académica de Formación de Grado



**Ciencia, tecnología y
medio ambiente**

Ciencia de datos aplicada al manejo de residuos sólidos en Los Ríos, Ecuador

María Mercedes Alarcón-Bermúdez¹; Orlando Erazo²;
Génesis Acosta Gonzalez³; María Fernanda Alarcón⁴

Resumen

La gestión de residuos sólidos es un desafío para las ciudades y los países por la urbanización y por el aumento de su población. Esto lleva a necesidad de buscar opciones que faciliten su análisis, como la Ciencia de Datos. Por ello, este estudio aplicó técnicas como el *Clustering* para analizar la generación y manejo de residuos sólidos no peligrosos, tomando como caso los cantones de la provincia de Los Ríos en Ecuador. Se identificaron 16 variables influyentes mediante análisis de Chi-Cuadrado y ANOVA, y se aplicaron algoritmos de *Clustering* (*K-Means*, *DBSCAN* y *Clustering Jerárquico*) para agrupar cantones con características similares. Los resultados muestran que la mayoría de los cantones no clasifican adecuadamente los residuos y los eliminan junto con los residuos domésticos. Sin embargo, algunos cantones implementan prácticas eficientes como el compostaje y el reciclaje. Así, se recomienda la implementación de programas educativos y estrategias específicas para cada grupo de cantones, con base en los patrones identificados.

Palabras clave: gestión sostenible, residuos no peligrosos, segmentación, minería de datos, aprendizaje automático.

Data science applied to solid waste management in Los Ríos-Ecuador

Abstract

Solid waste management is a challenge for cities and countries due to urbanization and population growth. This fact creates the need to explore options that facilitate analysis, such as Data Science. Therefore, this study applied techniques like Clustering to analyze the generation and management of non-hazardous solid waste, using the cantons of the Los Ríos province in Ecuador as a case study. Sixteen influential variables were identified through Chi-Square and ANOVA analysis, and Clustering algorithms (*K-Means*, *DBSCAN*, and *Hierarchical Clustering*) were applied to group cantons with similar characteristics. The results show that most cantons do not properly classify waste and dispose of it along with household waste. However, some cantons implement efficient practices such as composting and recycling. Therefore, the implementation of educational programs and specific strategies for each group of cantons is recommended, based on the identified patterns.

Keywords: sustainable management, non-hazardous waste, segmentation, data mining, machine learning.

Recibido: 24 de febrero de 2025

Aceptado: 19 de agosto de 2025

¹ Universidad Técnica Estatal de Quevedo, malarconb@uteq.edu.ec, <https://orcid.org/0009-0004-7592-6198>

² Universidad Técnica Estatal de Quevedo, oerazo@uteq.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0001-5642-9920>

³ Universidad Técnica Estatal de Quevedo, gacostag2@uteq.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0003-2492-6142>

⁴ Empresa D-LASER, maria.alarcon2015@uteq.edu.ec, <https://orcid.org/0009-0004-1144-1124>

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la gestión adecuada de los residuos sólidos representa uno de los desafíos más críticos a nivel global, con implicaciones significativas para el medio ambiente, la salud pública y la sostenibilidad urbana (Organización de las Naciones Unidas, 2018). El crecimiento acelerado de la población, junto con el desarrollo económico, ha incrementado sustancialmente la generación de residuos, ejerciendo una presión sin precedentes sobre los ecosistemas naturales (Sáez et al., 2014).

En Ecuador, esta situación no es ajena, ya que la gestión de residuos sólidos se ha convertido en un desafío ambiental prioritario, especialmente en regiones con alta densidad poblacional y crecimiento urbano acelerado (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2020). Este es el caso también de la provincia de Los Ríos, donde el aumento de la población y la expansión de las áreas urbanas han agravado la problemática de la gestión de residuos sólidos. A pesar de los esfuerzos institucionales, persisten prácticas inadecuadas como la quema de residuos, la disposición en vertederos improvisados y el uso limitado de sistemas de recolección formal (Ministerio del Ambiente, 2019).

Según datos del Censo de Población y Vivienda (Instituto Nacional de Estadísticas y Censo, 2022), estas prácticas aún se presentan en la provincia, lo que refleja la urgencia de implementar estrategias más eficientes y sostenibles. Además, estudios globales indican que, en 2016, se generaron aproximadamente 2010 millones de toneladas de residuos sólidos municipales, cifra que podría alcanzar los 3400 millones de toneladas para 2050 si no se adoptan medidas correctivas (Kaza et al., 2018).

En este contexto, el presente trabajo se centra en analizar el comportamiento de los residuos sólidos no peligrosos en la provincia de Los Ríos, utilizando técnicas de Ciencia de Datos. El objetivo principal es explorar patrones de generación y manejo de residuos, con el fin de proponer soluciones innovadoras que contribuyan a mejorar la gestión local y avanzar hacia un modelo más sostenible. Cabe notar que este estudio se enmarca en los Objetivos de Desarrollo Sostenible

(ODS), específicamente en el ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles, que promueve la gestión eficiente de residuos como un pilar fundamental para la sostenibilidad urbana (Organización de las Naciones Unidas, 2022).

TRABAJO RELACIONADO

El uso de técnicas de ciencia de datos en la gestión de residuos sólidos ha sido ampliamente explorado en la literatura, demostrando su efectividad para identificar patrones y mejorar estrategias de manejo. Gondo (2019) empleó el Análisis de Clúster Jerárquico (HCA) para evaluar los riesgos ambientales y de salud asociados con prácticas deficientes de gestión de residuos en 26 ciudades y pueblos de Etiopía. Su estudio reveló que factores como la infraestructura, la planificación territorial y las condiciones socioeconómicas influyen significativamente en estos riesgos, proporcionando un marco analítico útil para abordar la gestión de residuos desde una perspectiva integral.

Por otro lado, Izquierdo-Horna *et al.* (2021) aplicaron el algoritmo K-Means para analizar la generación de residuos sólidos en la comunidad del distrito de Puente Piedra, en Perú. A través de un enfoque basado en el análisis sociodemográfico y sociocultural, segmentaron la población y caracterizaron su comportamiento en relación con la generación y acumulación de residuos. De manera similar, Dunkel *et al.* (2022) utilizaron datos socioeconómicos abiertos combinados con modelos de Clustering para clasificar países según sus características de generación de residuos, identificando los factores que más influyen en la producción de desechos a nivel nacional. Estos enfoques resaltan la utilidad del aprendizaje automático para la categorización de datos y el desarrollo de estrategias de gestión adaptadas a distintos contextos.

Además, estudios como el de Warintarawe y Nillaor (2023) han demostrado la eficacia del análisis de datos en la optimización de estrategias sostenibles. En su investigación, implementaron técnicas de *Clustering* mixto con el coeficiente de Gower para evaluar la gestión de residuos en una comunidad de bajos recursos en Tailandia, relacionando variables socioeconómicas con

prácticas de reutilización, reducción y reciclaje (3R). Su propuesta derivó en el desarrollo de guías prácticas para la gestión municipal de residuos, evidenciando el impacto positivo de la participación comunitaria en la sostenibilidad de estos procesos. En la misma línea, Izquierdo-Horna *et al.* (2022) destacaron la importancia de incluir variables socioculturales, ambientales y económicas en los modelos de análisis de residuos, aunque señalaron la limitación en la disponibilidad de estos datos, lo que representa un reto metodológico para la construcción de modelos predictivos más precisos.

Finalmente, la revisión sistemática realizada por Assef *et al.* (2022) identificó diversas aplicaciones de técnicas de Clustering en la gestión de residuos, resaltando el predominio del algoritmo K-Means y su eficacia en el diseño de estrategias de recolección y clasificación de desechos. No obstante, los autores subrayan la necesidad de incorporar restricciones más realistas en los modelos para mejorar su aplicabilidad en contextos urbanos complejos.

A partir de estos antecedentes, el presente estudio se enfoca en la aplicación de técnicas de Clustering para analizar la generación de residuos sólidos no peligrosos en la provincia de Los Ríos, Ecuador. Este enfoque permitirá identificar patrones clave y factores determinantes en la gestión de residuos, proporcionando información útil para la formulación de estrategias más efectivas y sostenibles en la región.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se basó en un enfoque analítico para la revisión y procesamiento de una base de datos disponible, siguiendo un procedimiento estructurado en varias etapas: (1) exploración inicial de los datos, (2) limpieza y preparación de los datos, (3) análisis exploratorio y (4) aplicación de técnicas de Ciencia de Datos. Como técnica principal, se empleó el *Clustering*, un método de aprendizaje no supervisado que permite agrupar observaciones con características similares. Para la implementación de estas técnicas, se seleccionó *Python* como lenguaje de programación debido a su flexibilidad y capacidad para manejar grandes volúmenes de datos complejos. Además, se utilizaron bibliotecas especializadas como *Pandas*

para la manipulación de datos y *Scikit-Learn* para la aplicación de algoritmos de aprendizaje automático.

La base de datos utilizada corresponde al período 2015-2019 y fue obtenida de los datos abiertos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) de Ecuador (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2024). Dado que el estudio se basó en datos ya existentes, no requirió la realización de encuestas o entrevistas. Se obtuvo un conjunto de datos limitado únicamente a los trece cantones de la provincia de Los Ríos. Esta base de datos inicial estuvo compuesta por 5570 observaciones, correspondientes a información sobre el manejo de residuos sólidos no peligrosos en la provincia, y contenía 33 variables (27 cualitativas y 6 cuantitativas).

En la etapa de limpieza, se identificaron y eliminaron cinco variables que no eran relevantes para el análisis (Tabla 1). Además, se realizaron imputaciones para variables con valores faltantes utilizando medidas de tendencia central: la mediana para las variables "TotalPilas", "TotalFocos" y "FocosAhorradores", y la media para el coeficiente de silueta.

Tabla 1. Variables eliminadas

Nombre de la variable	Motivo de eliminación
Ciudad	El estudio se va a realizar a nivel de cantón, no de ciudad.
FactorExpansión	No es necesario extrapolar datos.
Año	No se realizarán series temporales
RazónNoClasifica	64,51 % de datos faltantes
UtilizóOtro	99 % de datos faltantes

Para la selección de las variables más influyentes, se evaluó la independencia entre variables categóricas y numéricas. En el caso de las variables categóricas, se aplicó la prueba de Chi-Cuadrado, mientras que, para las variables numéricas en relación con las categóricas, se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) (Whatley, 2022). Este último permitió determinar si las medias de las variables numéricas diferían significativamente entre las categorías.

En la etapa de *Clustering*, se prepararon los datos para aplicar técnicas de aprendizaje no

supervisado. Para ello, se realizó una codificación *One-Hot* en las variables categóricas con más de dos categorías, lo que mejoró el rendimiento computacional. Posteriormente, se aplicó el Análisis de Componentes Principales (PCA) para reducir la dimensionalidad de los datos y resaltar las variables más relevantes en la generación y manejo de residuos sólidos no peligrosos (Libório et al., 2022). Esta reducción facilitó la aplicación de tres algoritmos de *Clustering*: K-Means, DBSCAN y *Clustering* Jerárquico, permitiendo agrupar los

cantones de manera eficiente y precisa según sus características similares.

III. RESULTADOS

En la Figura 1 se presentan los valores de Chi-Cuadrado para las combinaciones de variables categóricas que mostraron un alto grado de independencia. Se observa que los valores de Chi-Cuadrado son inferiores a 15, lo que indica una baja dependencia entre las variables analizadas.

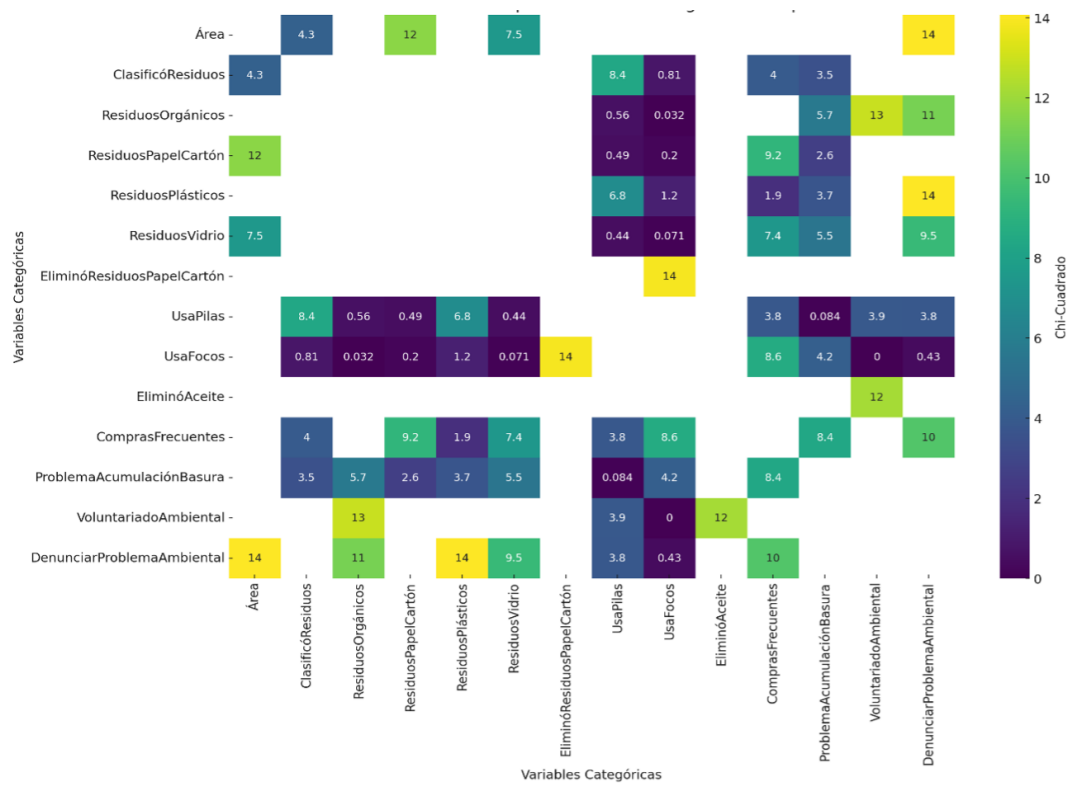


Figura 1. Valores de Chi-Cuadrado para variables categóricas.

Por otro lado, en la Tabla 2 se muestran las combinaciones de variables numéricas y categóricas que presentaron un valor p mayor a 0,05, lo que sugiere que no existen diferencias

significativas entre las medias de las variables numéricas en las distintas categorías. Esto confirma la independencia entre estas variables.

Tabla 2. Comparación de variables numéricas y categóricas

Variable numérica	Variable categórica	Valor p
Total Pilas	Residuos Orgánicos	0,201421
	Residuos Papel Cartón	0,059691
	Residuos Vidrio	0,836748
	Compras Frecuentes	0,160619

Pilas Recargables	Residuos Vidrio	0,836748
	Voluntariado Ambiental	0,092553
	Compras Frecuentes	0,178841
Total Focos	Clasificó Residuos	0,499194
	Residuos Orgánicos	0,567124
	Compras Frecuentes	0,623096
	Problema Acumulación Residuos	0,087894
Focos Ahorradores	Clasificó Residuos	0,499194
	Residuos Orgánicos	0,567127
	Usa Focos	0,474980
	Compras Frecuentes	0,215426
Focos LED	Clasificó Residuos	0,561850
	Residuos Vidrio	0,180486
	Usa Focos	0,158551
	Compras Frecuentes	0,437515

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) indican que las combinaciones de variables listadas en la Tabla 2 no presentan diferencias significativas en las medias de las variables numéricas entre las categorías correspondientes. Por ejemplo, el valor p de 0,201421 para las variables "TotalPilas" y "ResiduosOrgánicos" sugiere que la cantidad total de pilas no varía significativamente según la

clasificación de residuos orgánicos, lo que indica que estas variables son independientes.

Tras aplicar las pruebas de Chi-Cuadrado y ANOVA, se identificaron las variables más relevantes para el análisis de *Clustering*. En la Tabla 3 se presentan las 16 variables seleccionadas, que incluyen tanto variables numéricas como categóricas.

Tabla 3. Variables útiles para el análisis de clusters

Variables numéricas	Variables categóricas
Total Pilas	Clasificó Residuos
Pilas Recargables	Residuos Orgánicos
Total Focos	Residuos Papel Cartón
Focos Ahorradores	Residuos Vidrio
Focos LED	Eliminó Residuos Papel Cartón
	Usa Pilas
	Usa Focos
	Compras Frecuentes
	Problema Acumulación Residuos
	Voluntariado Ambiental
	Denunciar Problema Ambiental

Para aplicar los algoritmos de *Clustering*, se realizó una codificación *One-Hot* en las variables categóricas, transformándolas en columnas binarias (1 y 0) que representan la presencia o ausencia de cada categoría.

Aplicación de algoritmos de *Clustering*

En *K-Means*, para determinar el número óptimo de *clusters*, se aplicó el método del codo, dando como resultado cuatro *clusters*. Las principales características de cada uno se presentan en la Tabla 4, habiendo sido identificadas mediante los valores medios de las variables más relevantes.

Tabla 4. Clusters y características de agrupación por K-Means

Clusters	Ciudades	Características	Valor medio
Cluster 0	Puebloviejo	Eliminó residuos plásticos	2,561
		Eliminó residuos papel/cartón	2,512
		Eliminó aceite	4,366
		Eliminó focos	2,134
Cluster 1	Quevedo, Buena Fe, Valencia, Montalvo, Babahoyo, Ventanas y Urdaneta	Residuos hora	1,765
		Clasificó residuos	0,234
		Voluntariado ambiental	0,049
		Denunciar problemas ambientales	0,039
Cluster 2	Mocache, Baba y Palenque	Eliminó residuos orgánicos	2,156
		Residuos orgánicos	0,278
		Compras frecuentes	0,178
Cluster 3	Quinsaloma y Vines	Eliminó residuos vidrio	2,018
		Focos LED	0,174
		Eliminó focos	1,807
		Problemas de acumulación de residuos	0,165

Para DBSCAN, se utilizó el método de la rodilla para determinar el parámetro "eps" óptimo, que resultó ser 0,5. La visualización de

los clusters obtenidos se presenta en la Figura 2. Se identificaron algunos cantones como ruido (marcados con -1), lo que indica que no pertenecen a clusters bien definidos.

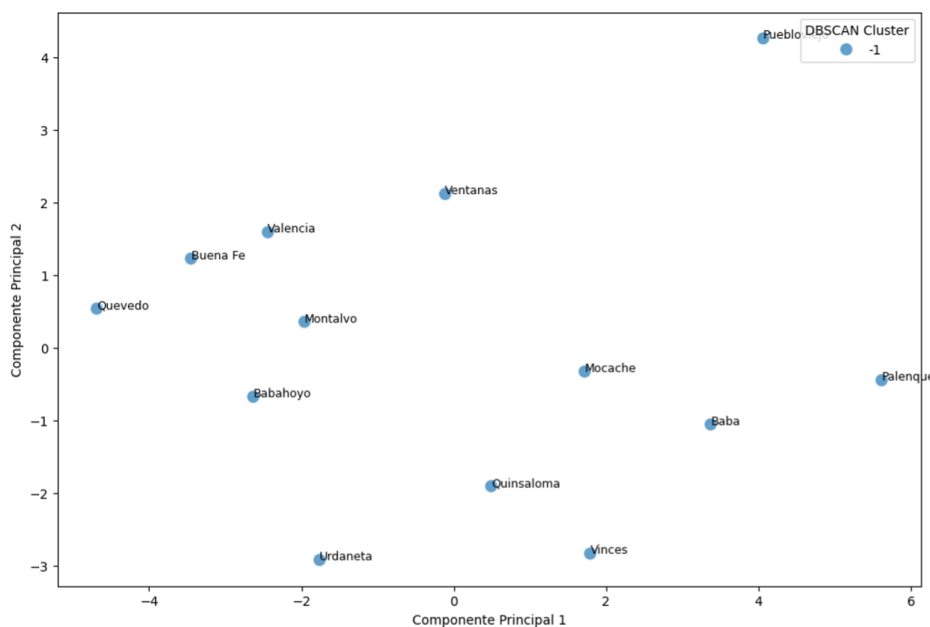


Figura 2. Visualización de clusters DBSCAN.

El *Clustering* Jerárquico también identificó cuatro clusters, basándose en un dendrograma,

siendo los cantones agrupados y sus características detalladas en la Tabla 5.

Tabla 5. Clusters y características de agrupación para Clustering Jerárquico

Clusters	Ciudades	Características	Valor medio
Cluster 1	Quevedo, Buena Fe, Valencia, Montalvo y Babahoyo	Clasificó residuos	0,239
		Residuos plásticos	0,293
		Voluntariado ambiental	0,054
		Denuncias voluntariado ambiental	0,046
Cluster 2	Puebloviejo y Palenque	Residuos orgánicos	0,342
		Eliminó residuos plásticos	2,564
		Eliminó residuos papel/ cartón	2,408
		Eliminó aceites	4,638
Cluster 3	Ventanas, Mocache y Baba	Clasificó residuos	0,261
		Eliminó aceites	3,763
		Eliminó focos	1,939
Cluster 4	Urdaneta, Quinsaloma y Vines	Eliminó residuos vidrio	1,457
		Focos LED	0,148
		Problemas acumulación de residuos	0,208

Estrategias de gestión de residuos identificadas

En la Tabla 6 se presentan las estrategias predominantes en cada *cluster* formado por *K-Means*. Se observa que, aunque algunos

cantones aplican prácticas como el compostaje y el reciclaje, la mayoría aún depende de métodos menos sostenibles, como la disposición de residuos con el resto de la basura.

Tabla 6. Estrategias de gestión de residuos identificadas por K-means

Variable	Cluster 0	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
Residuo Hora	Si	Si	Si	Si
Clasificó Residuos	Si	No	No	Si
Compras Frecuentes	Bolsa plástica (desechable)	Bolsa plástica (desechable)	Bolsa plástica (desechable)	Bolsa plástica (desechable)
Denuncia Problema Ambiental	No	No	No	No
Eliminó Aceite	Con residuos generales	Con residuos generales	Con residuos generales	Con residuos generales
Eliminó Focos	Con residuos generales	Con residuos generales	Con residuos generales	Con residuos generales
Eliminó Residuos Orgánicos	Composta/abono animal	Con residuos generales	Con residuos generales	Donó o vendió
Eliminó Residuos Papel Cartón	Con residuos generales	Con residuos generales	Con residuos generales	Donó o vendió
Eliminó Residuos Plástico	Donó o vendió	Con residuos generales	Con residuos generales	Donó o vendió
Eliminó Residuos Vidrio	Con residuos generales	Con residuos generales	Con residuos generales	Donó o vendió
Problemas Acumulación Residuos	No	No	No	No
Residuos Orgánicos	No	No	No	Si
Residuos Papel Cartón	No	No	No	Si

Residuos Plásticos	Si	No	No	Si
Residuos Vidrio	No	No	No	Si
Usa Focos	Si	Si	Si	Si
Usa Pilas	Si	Si	Si	Si
Voluntariado Ambiental	No	No	No	No

En la Tabla 7 se detallan las estrategias predominantes identificadas mediante Clustering Jerárquico. Este método resalta la necesidad de mejorar prácticas como la denuncia de problemas ambientales y el voluntariado.

Tabla 7. Estrategias identificadas por Clustering Jerárquico

Variable	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4
Residuo Hora	Si	Si	Si	Si
Clasificó Residuos	No	No	No	Si
Compras Frecuentes	Bolsa plástica (desechable)	Bolsa plástica (desechable)	Bolsa plástica (desechable)	Bolsa plástica (desechable)
Denuncia Problema Ambiental	No	Si	No	No
Eliminó Aceite	Con residuos generales	Con residuos generales	Con residuos generales	Con residuos generales
Eliminó Focos	Con residuos generales	Con residuos generales	Con residuos generales	Con residuos generales
Eliminó Residuos Orgánicos	Con residuos generales	Con residuos generales	Composta/ abono animal	Composta/ abono animal
Eliminó Residuos Papel Cartón	Con residuos generales	Con residuos generales	Donó o vendió	Con residuos generales
Eliminó Residuos Plástico	Con residuos generales	Con residuos generales	Donó o vendió	Donó o vendió
Eliminó Residuos Vidrio	Con residuos generales	Con residuos generales	Donó o vendió	Con residuos generales
Problemas Acumulación Residuos	No	No	No	No
Residuos Orgánicos	No	No	Si	No
Residuos Papel Cartón	No	No	Si	No
Residuos Plásticos	No	No	Si	Si
Residuos Vidrio	No	No	Si	No
Usa Focos	Si	Si	Si	Si
Usa Pilas	Si	Si	Si	Si
Voluntariado Ambiental	No	Si	No	No

IV. DISCUSIÓN

La identificación de variables clave en la generación y manejo de residuos sólidos no peligrosos en los cantones de la provincia de Los Ríos reveló que factores como la clasificación de residuos, el uso de bolsas plásticas y las técnicas de eliminación son cruciales, coincidiendo con estudios previos (Cheng y Hu, 2010; Ferronato y Torretta, 2019). Para garantizar la calidad del análisis, se aplicaron métodos de imputación como la mediana, respaldados por Li *et al.* (2024) y Templ (2023), y se evaluó la independencia entre

variables mediante pruebas de Chi-Cuadrado, siguiendo a Watson (2014) y Caruso *et al.* (2019), lo que permitió una agrupación precisa y menos sesgada de los cantones.

El uso de técnicas de clasificación, como K-Means y *Clustering* jerárquico, permitió identificar patrones y características relevantes en la producción y manejo de residuos sólidos no peligrosos en los cantones de la provincia de Los Ríos. Sin embargo, uno de los principales desafíos en este tipo de análisis es el alto costo computacional asociado.

Para abordar este problema, se aplicó la reducción de dimensionalidad mediante el Análisis de Componentes Principales (PCA). Como señalan Boutsidis et al. (2014), el PCA no solo simplifica los datos al transformar las variables originales en un número menor de componentes principales, sino que también mejora la eficiencia de los algoritmos de Clustering al eliminar el ruido y la redundancia en los datos.

En cuanto a los algoritmos de *Clustering*, K-Means demostró ser una herramienta efectiva para la agrupación de cantones según sus características similares. Festa *et al.* (2023) destacan que K-Means, combinado con PCA, mejora significativamente la capacidad de agrupación y la identificación de patrones.

En este estudio, el método del codo permitió determinar que el número óptimo de clusters era cuatro, lo que facilitó una segmentación adecuada de los cantones. Por otro lado, el algoritmo DBSCAN no logró formar clusters bien definidos, ya que todos los cantones fueron clasificados como ruido (representados con -1). Este resultado sugiere que las variables analizadas no presentaban una densidad suficiente para formar grupos claros con este método.

Ambos métodos de *Clustering* identificaron cuatro grupos y resaltaron la necesidad de mejorar la clasificación de residuos y la participación en prácticas sostenibles. Aunque existen similitudes, también hay diferencias significativas. Ambos métodos destacan la falta de participación en voluntariado ambiental y la necesidad de mejorar la clasificación de residuos. Sin embargo, K-Means identificó mejor las prácticas específicas como el compostaje y el reciclaje, mientras que *Clustering* Jerárquico resaltó áreas de mejora en denuncias y voluntariado ambiental.

Por otro lado, el análisis de las estrategias de gestión de residuos en los diferentes clusters reveló patrones claros y áreas de mejora significativas. En general, se observó, con base en los datos obtenidos, que la mayoría de los cantones no clasifican sus residuos y que la eliminación se realiza principalmente junto con el resto de los desechos domésticos. Estos hallazgos coinciden con estudios previos que identifican la falta de clasificación de residuos como un problema común

en países en desarrollo (Ferronato y Torretta, 2019). Además, Singh y Ordoñez (2016) resaltan la importancia de la recuperación de recursos y el reciclaje en el marco de la economía circular, lo cual es directamente aplicable a los resultados obtenidos en este estudio.

Para abordar estas deficiencias, se recomienda la implementación de programas de reciclaje y la promoción de prácticas sostenibles adaptadas a las características específicas de cada grupo de cantones. Como señalan Cheng y Hu (2010), las estrategias de gestión de residuos deben ser individualizadas para maximizar su eficacia y sostenibilidad. En este sentido, la identificación de características específicas en la generación y manejo de residuos, facilitada por algoritmos de *Clustering* como K-Means, permite una segmentación precisa y la implementación de acciones específicas para cada grupo.

V. CONCLUSIONES

Este trabajo, centrado en el análisis del comportamiento de los residuos sólidos no peligrosos en los cantones de la provincia de Los Ríos, desde un enfoque de Ciencia de Datos, identificó 16 variables clave que influyen en la generación de residuos sólidos no peligrosos, utilizando análisis de Chi cuadrado y ANOVA para garantizar la estabilidad y precisión en los modelos de Clustering. La aplicación de técnicas de agrupamiento, como K-Means y Clustering Jerárquico, facilitó la segmentación de los cantones en cuatro clusters distintos, cada uno con características particulares en la generación y gestión de residuos. La reducción de dimensionalidad mediante PCA mejoró la visualización de los grupos, evidenciando patrones en los datos, aunque el algoritmo DBSCAN no logró una segmentación óptima debido a la presencia de ruido en los datos. Asimismo, el análisis de estrategias de gestión reveló deficiencias en la clasificación de residuos en la mayoría de los cantones, aunque algunos clusters presentaron prácticas sostenibles como el compostaje y el reciclaje. La comparación entre K-Means y Clustering Jerárquico mostró que, si bien ambos métodos son complementarios, K-Means resulta más preciso para identificar prácticas

específicas, mientras que el Clustering Jerárquico permite resaltar oportunidades de mejora en la gestión ambiental. Estos hallazgos proporcionan información relevante para la optimización de estrategias de manejo de residuos en la región, contribuyendo a una gestión más eficiente y sostenible.

Por otro lado, este estudio proporciona una base para la implementación de estrategias de gestión de residuos más eficientes y sostenibles en la provincia de Los Ríos, Ecuador. La identificación de *clusters* con características similares y la detección de áreas para aplicar estrategias ambientales deben contribuir a la formulación de acciones específicas y adaptadas a las necesidades de cada cantón, contribuyendo así a la sostenibilidad ambiental y al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Es necesario involucrar a la comunidad mediante talleres, colaboración en escuelas, campañas de concientización o incluso incentivos propuestos por los municipios de cada cantón, como parte de inculcar en la sociedad la educación ambiental necesaria que permitirá mejorar las prácticas de gestión de residuos, reduciendo la generación y promoviendo mejores prácticas de residuos. También se debe considerar la colaboración entre municipalidades, debido que tienen una experiencia adquirida en la gestión de residuos, conocimiento que pueden servir a otros cantones, para implementar las mismas prácticas en mejora del medio ambiente y los ciudadanos.

VI. BIBLIOGRAFÍA

Assef, F., Steiner, M. T., y Lima, E. P. (2022). A review of Clustering techniques for waste management. *Helijon*, 8(1). <https://doi.org/10.1016/j.helijon.2022.e08784>

Boutsidis, C., Zouzias, A., Mahoney, M. W., y Drineas, P. (2014). Randomized Dimensionality Reduction for k-means Clustering. *IEEE Trans. Inf. Theory*, 61(2), 1-27. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1110.2897>

Caruso, G., Gattone, S. A., Balzanella, A., y Di Battista, T. (2019). Cluster Analysis: An Application to a Real Mixed-Type Data Set. En C. Flaut, Š. Hošková-Mayerová, y D. Flaut, *Models and Theories in Social*

Systems (pp. 525-533). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-00084-4_27

Cheng, H., y Hu, Y. (2010). Municipal solid waste (MSW) as a renewable source of energy: Current and future practices in China. *Bioresource Technology*, 101(11), 3816-3824. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.01.040>

Dunkel, J., Dominguez, D., Borzdynski, Ó. G., y Sánchez, Á. (2022). Solid Waste Analysis Using Open-Access Socio-Economic Data. *Sustainability*, 14(3), 1233. <https://doi.org/10.3390/su14031233>

Ferronato, N., y Torretta, V. (2019). Waste Mismanagement in Developing Countries: A Review of Global Issues. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(6), 1060. <https://doi.org/10.3390/ijerph16061060>

Festa, D., Novellino, A., Hussain, E., Bateson, L., Casagli, N., Confuorto, P., . . . Raspini, F. (2023). Unsupervised detection of InSAR time series patterns based on PCA and K-means Clustering. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 118, 103276. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2023.103276>

Gondo, T. (2019). A hierarchical cluster-based segmentation analysis of potential solid waste management health hazards in urban Ethiopia. *Jàmba : Journal of Disaster Risk Studies*, 11(2), 716. <https://doi.org/10.4102/jamba.v11i2.716>

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2024). *Censos- Instituto Nacional de Estadística y Censos*. Instituto Nacional de Estadística y Censos: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/informacion-de-anos-antiores-hogares/>

Instituto Nacional de Estadísticas y Censo. (2022). *Boletín Técnico Nacional*. Censo Ecuador cuenta conmigo 2022: https://www.censoecuador.gob.ec/public/Boletin_Nacional.htm

Izquierdo-Horna, L., Kahhat, R., y Vázquez-Rowe, I. (2022). Reviewing the influence of sociocultural, en-

- environmental and economic variables to forecast municipal solid waste (MSW) generation. *Sustainable Production and Consumption*, 33, 809-819. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.08.008>
- Izquierdo-Horna, L., Zevallos, J., Damazo, M., y Yanayaco, D. (2021). Exploratory Data Analysis of Community Behavior Towards the Generation of Solid Waste Using K-Means and Social Indicators. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 6(5), 875-881. <https://doi.org/10.18280/ijstdp.160508>
- Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., y Van Woerden, F. (2018). *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. World Bank Group. <https://doi.org/https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1329-0>
- Li, J., Guo, S., Ma, R., He, J., Zhang, X., Rui, D., . . . y Guo, H. (2024). Comparison of the effects of imputation methods for missing data in predictive modelling of cohort study datasets. *BMC Medical Research Methodology*, 24(1), 41. <https://doi.org/10.1186/s12874-024-02173-x>
- Libório, M. P., da Silva Martinuci, O., Machado, A. M., Machado-Coelho, T. M., Laudares, S., y Bernardes, P. (2022). Principal component analysis applied to multidimensional social indicators longitudinal studies: limitations and possibilities. *GeoJournal*, 87(3), 1453-1468. <https://doi.org/10.1007/s10708-020-10322-0>
- Ministerio del Ambiente. (2019). *Dirección Provincial del Ambiente de Los Rios Informe de Rendición de cuenta 2019*. https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/04/Los-R%C3%ADos_Fase-2.pdf
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2020). *Ecuador impulsa la gestión adecuada de residuos orgánicos en las ciudades*. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica: <https://www.ambiente.gob.ec/ecuador-impulsa-la-gestion-adeuada-de-residuos-organicos-en-las-ciudades/>
- Organización de las Naciones Unidas. (2018). *Cómo la basura afecta al desarrollo de América Latina*. Naciones Unidas: <https://news.un.org/es/story/2018/10/1443562>
- Organización de las Naciones Unidas. (2022). *Objetivos de desarrollo sostenible*. 11 Ciudades y comunidades sostenibles: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>
- Sáez, A., Urdaneta, G., y Joheni, A. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. *Omnia*, 20(3), 121-135. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=73737091009>
- Singh, J., y Ordoñez, I. (2016). Resource recovery from post-consumer waste: Important lessons for the upcoming circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 134, 342-353. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.020>
- Templ, M. (2023). Enhancing Precision in Large-Scale Data Analysis: An Innovative Robust Imputation Algorithm for Managing Outliers and Missing Values. *Mathematics*, 11(12), 2729. <https://doi.org/10.3390/math11122729>
- Warintarawej, P., y Nillaor, P. (2023). Implementing data analysis based on the mixed Clustering technique for sustainable participatory waste management in a low-budget area. *foresight*, 25(1), 108 - 125. <https://doi.org/10.1108/FS-09-2021-0179>
- Watson, K. B. (2014). Categorical Data Analysis. En A. Michalos, *Encyclopedia of Quality of Life and Well-Being Research* (pp. 601-604). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0753-5_291
- Whatley, M. (2022). One-Way ANOVA and the Chi-Square Test of Independence. En M. Whatley, *Introduction to Quantitative Analysis for International Educators* (pp. 57-74). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-93831-4_5

Evaluación del comportamiento proambiental en estudiantes universitarios de Ecuador: Análisis con técnicas de Machine Learning

Alejandra Mercedes Colina Vargas¹; Marcos Antonio Espinoza Mina²;
Luis López Catalán³; Blanca López Catalán⁴

Resumen

El comportamiento proambiental, esencial para la sostenibilidad, es influido por la educación ambiental, especialmente en contextos bio-diversos como Ecuador. Las universidades desempeñan un papel crucial en la formación de actitudes y prácticas responsables frente a desafíos ambientales. Este estudio cuantitativo empleó encuestas estructuradas y técnicas de machine learning para clasificar y analizar el comportamiento proambiental de 365 estudiantes universitarios en Ecuador. Se usaron algoritmos como Bosque aleatorio y K-Means para clasificaciones y agrupamientos. Los modelos predictivos lograron una precisión promedio del 89%. Se identificaron tres perfiles de comportamiento: compromiso bajo, medio y alto. Las creencias ambientales y el conocimiento sobre biodiversidad mostraron correlaciones significativas con prácticas sostenibles. Los hallazgos resaltan la efectividad de la educación ambiental en la promoción de comportamientos sostenibles y la importancia de estrategias personalizadas según los perfiles estudiantiles. Se recomienda integrar estos hallazgos en programas académicos para fortalecer el compromiso ambiental en jóvenes.

Palabras clave: Educación Ambiental, Actitudes Ambientales, Modelos Predictivos, Análisis de Datos.

Evaluation of pro-environmental behavior in university students in Ecuador: Analysis with Machine Learning techniques

Abstract

Pro-environmental behavior, vital for sustainability, is shaped by environmental education, particularly in biodiverse regions like Ecuador. Universities play a crucial role in fostering attitudes and practices addressing environmental challenges. This quantitative study used structured surveys and machine learning techniques to classify and analyze the pro-environmental behavior of 365 university students in Ecuador. Algorithms such as Random Forest and K-Means were employed for classification and clustering. Predictive models achieved an average accuracy of 89%. Three behavioral profiles were identified: low, medium, and high commitment. Environmental beliefs and biodiversity knowledge showed significant correlations with sustainable practices. Findings highlight the effectiveness of environmental education in promoting sustainable behaviors and the importance of tailored strategies according to student profiles. Incorporating these insights into academic programs is recommended to enhance youth environmental engagement.

Keywords: Environmental Education, Environmental Attitudes, Predictive Models, Data Analysis.

Recibido: 11 de febrero de 2025

Aceptado: 1 de agosto de 2025

¹ Universidad Tecnológica ECOTEC, acolina@ecotec.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0003-1514-8852>

² Universidad Tecnológica ECOTEC, mespinoza@ecotec.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0003-1530-7243>

³ Universidad Pablo de Olavide, luislopcat@upo.es, <https://orcid.org/0000-0002-6082-121X>

⁴ Universidad Pablo de Olavide, blopcat@upo.es, <https://orcid.org/0000-0001-9936-1612>

I. INTRODUCCIÓN

El comportamiento proambiental, definido como las acciones adoptadas para minimizar el impacto ambiental y promover la sostenibilidad, es crucial para la conservación de recursos y la mitigación de problemas globales como el cambio climático (Palacios Madero et al., 2023). En este contexto, las universidades desempeñan un papel esencial en la formación de actitudes que conduzcan a esas acciones, proporcionando tanto conocimiento teórico como prácticas responsables (Chipantiza-Masabanda et al., 2021).

Diversos estudios internacionales han analizado el comportamiento proambiental en estudiantes, resaltando el papel fundamental de la educación ambiental en el desarrollo de competencias, actitudes y conocimientos sostenibles. Por ejemplo, Douglas et al. (2024) encontraron que la educación experiencial en línea, al incorporar experiencias prácticas, incrementa significativamente la conciencia y el compromiso ambiental, fomentando una conexión personal con los problemas ecológicos y promoviendo comportamientos sostenibles. Asimismo, Marouli & Duroy (2019) destacan que la educación ambiental, al integrar valores sostenibles y fomentar la exposición continua a temas ecológicos, transforma actitudes y comportamientos estudiantiles, evidenciando un incremento en la conciencia sobre el impacto ambiental y la motivación hacia acciones proambientales.

En esta línea, investigaciones sobre hábitos de consumo también subrayan la importancia de la educación ambiental. Naz et al. (2020) analizaron el comportamiento de compra verde entre estudiantes universitarios en Pakistán, concluyendo que una mayor conciencia ambiental y conocimiento sobre productos ecológicos aumentan la probabilidad de realizar compras sostenibles, resaltando el papel clave de la educación en promover decisiones de consumo responsables. De manera similar, Ortiz-Regalado et al. (2024) examinaron las percepciones y comportamientos de los millennials hacia los productos orgánicos, hallando que los estudiantes universitarios mejor informados sobre sus beneficios ambientales muestran mayor intención de compra, lo que subraya la relevancia de la educación y sensibilización para fomentar el consumo proambiental entre los jóvenes.

La concienciación de las generaciones jóvenes sobre el cambio climático representa un desafío clave

para la educación, considerada un pilar esencial para la adaptación presente y futura a este fenómeno (Morote Seguido, 2023). En este sentido, el presente estudio evalúa el comportamiento proambiental en estudiantes universitarios en Ecuador, un país con alta biodiversidad y desafíos ambientales significativos, donde la educación ambiental adquiere una importancia particular (Falconí et al., 2019). Ecuador, con su vasta riqueza natural, necesita una educación ambiental que promueva no solo el aprendizaje, sino también un compromiso activo con la sostenibilidad (Posso Pacheco et al., 2022). Los efectos del cambio climático, como el aumento de temperaturas y los cambios en los patrones de precipitación, destacan la urgencia de formar estudiantes capaces de comprender y abordar soluciones sostenibles (Tchetchik et al., 2021).

Además, la educación ambiental fomenta la justicia ambiental, especialmente en un país como Ecuador, caracterizado por su diversidad cultural y desafíos en la equidad del acceso a recursos naturales (Palacios Madero et al., 2023). La integración de la educación ambiental en programas académicos ha demostrado tener un impacto positivo en actitudes y comportamientos proambientales (Loor & Muentes, 2024), siendo especialmente efectivos aquellos programas que incorporan experiencias prácticas, como proyectos de conservación (Zúñiga Sánchez et al., 2022). En este marco, las universidades deben diseñar programas educativos alineados con los principios de desarrollo sostenible y adaptarlos a las realidades locales (Falconí et al., 2019), promoviendo la investigación y el desarrollo de soluciones innovadoras para problemas ambientales (Harkort & Duan, 2023), ya que fomentar el comportamiento proambiental en el ámbito universitario es crucial para la sostenibilidad a largo plazo (Chipantiza-Masabanda et al., 2021).

A pesar de la relevancia de la educación ambiental, existe una carencia de estudios que analicen cómo las creencias y conocimientos específicos influyen en los comportamientos proambientales de los estudiantes universitarios en Ecuador. Comprender estos factores es crucial para desarrollar intervenciones educativas efectivas. Investigaciones previas han evidenciado que actitudes positivas hacia el medio ambiente y la percepción de control conductual son importantes predictores de comportamientos proambientales (Álvarez & Cadenas, 2022). Sin embargo, la diversidad cultural y las condiciones de acceso a recursos en

Ecuador afectan significativamente la percepción y las acciones de los estudiantes hacia el medio ambiente, haciendo esencial la realización de estudios contextualizados que permitan adaptar las estrategias educativas a las necesidades locales (Alessandri, 2019). La falta de estudios sobre actitudes, normas sociales y control conductual percibido dificulta el diseño de programas educativos efectivos (Araujo-Vizuet et al., 2022). y los estudiantes universitarios, como sujetos claves para el cambio social y ambiental, requieren un mayor entendimiento de cómo sus creencias y conocimientos afectan sus acciones, lo que limita la eficacia de las intervenciones educativas (Palacios Madero et al., 2023). Factores externos como políticas universitarias e infraestructura también influyen en los comportamientos proambientales, mientras que la falta de recursos y apoyo institucional representa una barrera significativa (Zúñiga Sánchez et al., 2022), al igual que las experiencias personales e influencias sociales que moldean las creencias y acciones ambientales de los estudiantes (Chipantiza-Masabanda et al., 2021).

Este estudio tiene como objetivo explorar y clasificar los comportamientos proambientales de estudiantes universitarios en Ecuador, identificando perfiles y evaluando el impacto de sus creencias y conocimientos ambientales. Utilizando para ello técnicas de clasificación supervisada y análisis de agrupamiento, se agrupan a los estudiantes según similitudes en sus comportamientos y creencias. Asimismo, se analiza cómo las creencias ambientales y el conocimiento sobre el cambio climático influyen en sus acciones. Finalmente, se proponen recomendaciones para mejorar programas educativos y políticas públicas que impulsen comportamientos proambientales en este grupo.

II. METODOLOGÍA

El estudio se enmarca en un enfoque cuantitativo, caracterizado por la objetividad en la medición y análisis de datos para establecer patrones y relaciones entre variables (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018). Este enfoque es apropiado para explorar fenómenos complejos como el comportamiento proambiental, permite captar tendencias en grandes poblaciones y realizar inferencias estadísticas.

El diseño es descriptivo y correlacional, pues busca identificar y clasificar perfiles de comportamiento proambiental en estudiantes universitarios, así como

explorar las relaciones entre sus creencias, actitudes y conocimientos ambientales con sus prácticas sostenibles (Álvarez & Cadenas, 2022). Adicionalmente, se incorpora un componente predictivo mediante la integración de técnicas de machine learning (ML), como Bosque aleatorio y Voting Classifier, que han demostrado alta precisión (88-89%) en estudios similares para categorizar comportamientos complejos y multivariados (Markle, 2013; Douglas et al., 2024). La combinación de métodos tradicionales y avanzados permite abordar la variabilidad y riqueza de los datos, generando resultados robustos que son transferibles a contextos similares.

Para garantizar la exactitud y relevancia de un estudio requiere una definición clara y una delimitación precisa del universo o población objetivo (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018). Esta investigación incluye estudiantes de una universidad privada de Ecuador, seleccionados por su relevancia como agentes de cambio social y su potencial para adoptar prácticas sostenibles (Chipantiza-Masabanda et al., 2021; Zúñiga Sánchez et al., 2022).

La población estudiada comprende 7.700 estudiantes matriculados durante el semestre I-2024 desarrollado entre los meses de mayo y agosto del año 2024. Los estudiantes incluidos en el estudio provienen de diversas facultades, abarcan áreas como Ciencias de la Salud y Desarrollo Humano, Derecho y Gobernabilidad, Ciencias Económicas y Empresariales, Ingenierías, Arquitectura y Ciencias Naturales, Marketing y Comunicación, además de Estudios Globales y Hospitalidad.

Con el objetivo de garantizar equidad en la selección, se emplea un método de muestreo probabilístico (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018). El tamaño de la muestra se determina utilizando el software Decision Analyst STATSTM 2.0, con un nivel de confianza del 95%, un margen de error del 5% y una proporción esperada entre el 40% y 60%, resulta una muestra óptima de 365 estudiantes. La selección de los participantes se realiza de manera aleatoria entre las facultades involucradas.

La muestra final, compuesta por 365 estudiantes, es adecuada para llevar a cabo análisis estadísticos y aplicar técnicas de machine learning, asegurando la estabilidad y confiabilidad de los modelos generados (Falconí et al., 2019; Geiger et al., 2014). Con el fin de mantener el rigor ético, se obtiene el consentimiento

informado de cada uno de los participantes, y se resguarda la confidencialidad de sus datos, en línea con los principios éticos de investigación establecidos en estudios similares (Palacios Madero et al., 2023).

Se utiliza una encuesta estructurada como principal instrumento de recolección de datos, diseñada con preguntas en español en base a escalas validadas internacionalmente y adaptadas al contexto ecuatoriano (Markle, 2013; Del Moral Pérez et al., 2023). La encuesta consta de seis secciones: datos demográficos, creencias ambientales, actitudes proambientales, prácticas de reciclaje y reutilización, ahorro de recursos y conocimientos sobre cambio climático. Las estructuras de los formatos están disponibles en línea para su consulta y descarga en el [Enlace al repositorio].

La validación del instrumento es rigurosa, incluye dos pruebas piloto con análisis psicométricos detallados. La fiabilidad de las escalas es evaluada mediante el alfa de Cronbach, con valores superiores a 0,77 para todas las dimensiones, lo que respalda su consistencia interna (Markle, 2013). Para los ítems de verdadero/falso, se utiliza el coeficiente de Kuder-Richardson KR-20, útil para medir la consistencia interna de escalas dicotómicas, se obtiene un valor de 0,60 en la versión final, lo que indica una fiabilidad moderada a alta (Geiger et al., 2014). Estas métricas confirman la validez y robustez del cuestionario como herramienta para captar información relevante sobre actitudes y comportamientos proambientales.

La incorporación de técnicas avanzadas, como el análisis de componentes principales (PCA) y algoritmos de ML, enriquece el análisis y mejora la clasificación de los datos, se alinea a las tendencias metodológicas actuales en investigación ambiental (Harkort & Duan, 2023; Douglas et al., 2024).

Para el desarrollo del estudio sobre el comportamiento proambiental en estudiantes de Ecuador se lleva a cabo en tres fases. En la primera, se realizan dos pilotos para ajustar la encuesta, con el lenguaje de programación Python y técnicas de la Teoría Clásica de los Tests (CTT), se evalúa la dificultad y discriminación de ítems para medir conocimiento.

Además, se aplicó el coeficiente KR-20 para analizar la consistencia interna de ítems dicotómicos y el alfa de Cronbach para medir la fiabilidad y consistencia interna de las dimensiones Likert.

En la segunda fase, se emplean técnicas de ML con los datos de la encuesta utilizando librerías de Python.

Se aplican métodos de clasificación supervisada, como árboles de decisión y SVM, para categorizar a los estudiantes según sus niveles de comportamiento proambiental. Asimismo, se implementan técnicas no supervisadas, como K-means y PCA, para realizar análisis de agrupamiento y detectar grupos homogéneos de estudiantes. Además, se desarrollan modelos de impacto mediante regresión lineal y logística para analizar cómo las creencias ambientales y el conocimiento influyen en los comportamientos proambientales.

Finalmente, se presentan los resultados obtenidos de las fases anteriores, y se realiza la interpretación para extraer conclusiones relevantes sobre el comportamiento proambiental de los estudiantes. Este enfoque riguroso y sistemático contribuye significativamente al conocimiento y prácticas educativas en el ámbito ambiental.

III. RESULTADOS

Fase 1: Desarrollo y validación de la encuesta

La encuesta comienza recopilando datos demográficos básicos como edad, género, área y año de estudio. Esta información permite segmentar los datos y analizar variaciones en percepciones y comportamientos ambientales entre diferentes grupos, esenciales para diseñar intervenciones educativas efectivas.

La segunda sección evalúa las creencias sobre el impacto humano en el medio ambiente de según factores o criterios propuestos por (Markle, 2013; Geiger et al., 2014; Díaz et al., 2020; Del Moral Pérez et al., 2023; Estrada-Araoz et al., 2024). La tercera sección se centra en las actitudes ambientales, explorando la disposición a participar en actividades ambientales, preocupación por problemas globales y apoyo a políticas proambientales desde la perspectiva de (Spellman et al., 2003; Markle, 2013; Geiger et al., 2014; Díaz et al., 2020; Del Moral Pérez et al., 2023; Estrada-Araoz et al., 2024).

La cuarta sección evalúa la frecuencia del reciclaje y reutilización entre los estudiantes de acuerdo con los factores o criterios establecidos por (Markle, 2013; Díaz et al., 2020; Del Moral Pérez et al., 2023; Estrada-Araoz et al., 2024). La quinta sección mide el manejo del consumo de energía, papel y otros recursos basados en los factores o criterios planteados por (Spellman et

al., 2003; Markle, 2013; Del Moral Pérez et al., 2023; Estrada-Araoz et al., 2024).

Posteriormente, la sexta sección evalúa el conocimiento sobre el cambio climático y su impacto conforme a los factores o criterios presentados por (Spellman et al., 2003; Markle, 2013; Geiger et al., 2014; Díaz et al., 2020; Estrada-Araoz et al., 2024).

Se realizan dos pilotos para llegar a la encuesta final, usando formularios de Google, obteniendo 65, 61 y 365 respuestas respectivamente. Los pilotos se llevan a cabo en mayo y junio de 2024, y se le añaden preguntas para conocer la opinión de la misma, y la encuesta final se cierra el 4 de julio de 2024.

Primer piloto

La evaluación de los ítems destaca aspectos de dificultad, discriminación, consistencia interna y fiabilidad. Las preguntas sobre cambio climático fueron fáciles, con más del 92% de aciertos en las Preguntas 1, 2 y 3. En contraste, la Pregunta 4, sobre dióxido de carbono como gas de efecto invernadero, obtiene un 60% de aciertos, indicando la necesidad de reforzar la educación en este tema. Los ítems 1, 2, 3 y 6 muestran alta discriminación, mientras que las Preguntas 4 y 5 presentan valores negativos, requiriendo ajustes para mejorar su eficacia.

El coeficiente KR-20, de 0,2886, revela una baja consistencia interna en los ítems dicotómicos, lo que sugiere que no miden el mismo constructo, posiblemente debido a la heterogeneidad en el conocimiento de los participantes o a inconsistencias en la formulación de las preguntas. Por el contrario, las dimensiones tipo Likert muestran una buena consistencia interna, con un alfa de Cronbach superior a 0.78, indican una adecuada coherencia entre los ítems.

Las preguntas 1, 2 y 3 necesitan ajustes debido a su limitada capacidad discriminativa, mientras que la pregunta 4 requiere una reformulación para mejorar su claridad. Además, las preguntas 4 y 5, que presentan discriminación negativa, deben ser modificadas para facilitar la diferenciación de niveles de conocimiento, especialmente en temas como los gases de efecto invernadero.

La evaluación de la claridad de las preguntas es positiva: el 42% de los 65 encuestados las califican como "Muy claras" y el 31% como "Bastante claras". Sin embargo, el 6% las considera "Muy confusas" o "Algo confusas", señalando áreas de mejora en algunos ítems.

El 55% califica la longitud de la encuesta como "Justa y adecuada", mientras que el 43% la percibe como "Algo larga" o "Excesivamente larga", lo que sugiere la necesidad de reducirla para optimizar la experiencia del usuario.

Los comentarios generales destacan que la encuesta es "perfecta" o "clara y completa". Sin embargo, se sugiere resumir las preguntas sobre separación de basura y reutilización para evitar redundancias. La relación de las preguntas con el impacto medioambiental es valorada positivamente.

La mayoría de los participantes no reporta problemas al completar la encuesta, evidenciando buena usabilidad y accesibilidad. No obstante, es importante considerar a la minoría que señala confusión o excesiva longitud.

Segundo piloto

El análisis de los datos de los ítems en la segunda prueba piloto lleva a conservar las preguntas 1, 2 y 4 de verdadero/falso, eliminando las preguntas 3, 5 y 6. Esta decisión se fundamenta en la capacidad discriminativa de los ítems y su pertinencia para la evaluación.

Los ítems muestran una adecuada variabilidad en su dificultad: pregunta 1 (60,66% de aciertos), pregunta 2 (52,46%) y pregunta 4 (49,18%), siendo moderadamente desafiantes. En cuanto a discriminación, los resultados son mixtos: la pregunta 4 muestra una alta discriminación positiva (0,9999999999999998), mientras que las preguntas 1 y 2 presentan discriminación negativa (-1,0), lo que sugiere la necesidad de revisar estas últimas.

El coeficiente KR-20 revela una inconsistencia interna significativa (-0,1517), lo que indica que los ítems de verdadero/falso no miden de manera coherente el mismo constructo subyacente. Por el contrario, las dimensiones tipo Likert evidencian una buena consistencia interna, con valores de alfa de Cronbach satisfactorios: "CREENCIAS AMBIENTALES" (0,8794), "ACTITUDES AMBIENTALES" (0,8245), "RECICLAJE Y REUTILIZACIÓN" (0,7750) y "AHORRO DE RECURSOS" (0,7768).

A pesar de su discriminación negativa, las preguntas 1 y 2 se consideran fundamentales para evaluar el conocimiento específico sobre el cambio climático. La pregunta 4, con alta capacidad discriminativa, resulta clave para medir el conocimiento diferencial de los participantes.

La baja consistencia interna evidenciada por el coeficiente KR-20 destaca la necesidad de revisar y perfeccionar las preguntas de verdadero/falso. Ajustarlas y agregar nuevos ítems puede incrementar la fiabilidad del instrumento de evaluación.

La evaluación del segundo piloto aporta claridad sobre la percepción de los participantes respecto a la claridad y longitud de las preguntas, además de sugerencias generales. En cuanto a la claridad, el 43% de los 61 encuestados califica las preguntas como "Bastante claras", evidenciando que son comprensibles y bien formuladas. Sobre la longitud, el 57% se considera que es "Justa, adecuada", lo que sugiere que la mayoría encuentra la extensión razonable y manejable, aunque con algunas diferencias de opinión.

Los comentarios generales y sugerencias específicas son en su mayoría breves y poco detallados, predominando respuestas como "No ninguna" y "No", lo que sugiere una ausencia de problemas significativos percibidos. No obstante, un comentario destaca "La longitud", indicando una posible inquietud sobre la extensión de la encuesta.

La mayoría de los encuestados no reporta dificultades significativas, con comentarios frecuentes como "No ninguna" y "Ninguna", lo que indica que la encuesta es percibida como clara y directa. Esta ausencia de quejas destaca su buena usabilidad y accesibilidad.

La segunda prueba piloto de la encuesta, con 61 respuestas, permite evaluar su claridad y efectividad, identificando mejoras necesarias, particularmente en la sección "CONOCIMIENTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO". Como resultado, se eliminan tres preguntas de verdadero/falso debido a su alta tasa de aciertos y baja capacidad discriminativa: "Grandes cantidades de gas ozono en la atmósfera aumentan la radiación ultravioleta en la superficie terrestre", "Los clorofluorocarbonos (CFC) son la amenaza más grave para la capa de ozono" y "La ausencia total de nubes y vapor de agua en la atmósfera aumentaría significativamente los riesgos ambientales en la Tierra". Esta modificación busca mantener la encuesta concisa, manejable y compuesta por preguntas relevantes con alta capacidad discriminativa.

Las preguntas seleccionadas para la versión final (1, 2 y 4) presentan niveles de dificultad moderados y una discriminación efectiva, estableciendo una base sólida para la evaluación. Además, la mayoría de

los participantes considera las preguntas claras y la longitud adecuada, lo que refleja la efectividad de los ajustes realizados.

El coeficiente KR-20 inicial, al resultar negativo, indicó problemas de coherencia entre los ítems de verdadero/falso. La eliminación de preguntas menos eficaces y el enfoque en ítems más discriminativos y relevantes mejoraron esta métrica. Por otro lado, las dimensiones Likert mostraron una buena consistencia interna, con alfas de Cronbach superiores a 0,77, confirmando la fiabilidad del instrumento para evaluar actitudes y comportamientos ambientales.

Encuesta final

La evaluación de los ítems del formulario, basada en 365 respuestas, muestra tasas de aciertos de 51,78%, 44,93% y 47,95% en las preguntas de verdadero/falso, reflejando niveles de dificultad moderados, ideales para medir el conocimiento sobre cambio climático. Además, la discriminación de los ítems alcanza valores excepcionalmente altos (1,0; 0,9999999999999999 y 1,0), indicando una excelente capacidad para diferenciar entre distintos niveles de conocimiento.

El coeficiente KR-20 de 0,6039 indica una consistencia interna moderada a alta, respaldando la fiabilidad del cuestionario. Las dimensiones Likert presentaron alfas de Cronbach satisfactorios: "CREENCIAS AMBIENTALES" (0,8559), "ACTITUDES AMBIENTALES" (0,7718), "RECICLAJE Y REUTILIZACIÓN" (0,8041) y "AHORRO DE RECURSOS" (0,7640), evidencian una buena consistencia interna, esencial para evaluar actitudes y comportamientos ambientales.

El análisis respalda la solidez y eficacia del cuestionario, confirmando que tanto las preguntas de verdadero/falso como las dimensiones Likert son herramientas clave para evaluar con precisión y consistencia el conocimiento y las actitudes ambientales. Estos hallazgos avalan su uso en futuras evaluaciones, garantizando fiabilidad y efectividad en la recopilación de datos relevantes.

Fase 2: Análisis y clasificación mediante Machine learning

Reconocimiento descriptivo de los datos

El análisis estadístico descriptivo de la encuesta resalta características clave de los participantes. La mayoría, un 88,77%, tienen entre 18 y 25 años,

reflejando una predominancia de jóvenes adultos. Respecto al género, se observa un equilibrio, con un 50,96% de participantes femeninos, un 47,12% masculinos y una minoría identificándose como no binarios o prefiriendo no especificar.

En relación con las áreas de estudio, la mayoría de los participantes pertenecen a Ciencias Sociales, Negocios y Derecho (23,84%), seguido de Ingeniería, Arquitectura y Ciencias de la Naturaleza (17,53%) y Salud y Bienestar (22,19%), evidenciando un notable interés en temas ambientales entre estudiantes de estas disciplinas. Además, la mayoría cursa el segundo o tercer año de sus carreras, lo que refleja una etapa intermedia en su formación académica.

Las creencias ambientales de los participantes evidencian una sólida conciencia sobre el impacto humano en el medio ambiente. La afirmación "El comportamiento humano tiene un impacto significativo en el medio ambiente" obtiene una media de acuerdo de 4,30 sobre 5, con una desviación estándar de 0,97, indican un consenso generalizado. Además, los encuestados manifiestan un alto sentido de responsabilidad personal en la gestión de residuos y la conservación del agua, con medias de 3,96 y 4,27, respectivamente, destacan su compromiso con prácticas sostenibles en su vida diaria.

Las actitudes ambientales de los participantes son significativamente positivas. Sobresale su alta disposición a apoyar políticas gubernamentales de protección ambiental, con una media de 4,30, y su inclinación a influir en otros para fomentar prácticas sostenibles, con una media de 3,71. Sin embargo, su participación en actividades específicas, como proyectos medioambientales universitarios, es limitada, con una media de 2,51, lo que indica una oportunidad para promover una mayor involucración en estas iniciativas.

En el ámbito del reciclaje y la reutilización, los encuestados destacan por prácticas consistentes, como la separación de residuos y la preferencia por productos con envases reciclables, reflejado en una media de 4,19 para la frecuencia de separación de residuos. No obstante, su participación en actividades comunitarias relacionadas con el reciclaje es menos común, con una media de 3,34, lo que señala una oportunidad para impulsar una mayor involucración en iniciativas comunitarias de reciclaje.

El ahorro de recursos es una práctica destacada entre los participantes, quienes habitualmente apagan

las luces al salir de una habitación (media de 4,19) y evitan imprimir documentos innecesarios (media de 3,93). Además, demuestran preferencia por utilizar transporte público o caminar en lugar de usar un automóvil, así como por apagar completamente los dispositivos electrónicos en lugar de dejarlos en modo de espera. Estos hábitos reflejan un compromiso considerable con la reducción del consumo energético y la sostenibilidad.

En la sección de conocimiento sobre cambio climático, los resultados revelan una comprensión variable entre los participantes. La afirmación "El calentamiento global tiene un impacto mínimo en las actividades agrícolas y pesqueras en Ecuador" obtiene una media de 0,52 (donde 1 representa verdadero y 0 falso), refleja percepciones divididas. Asimismo, las respuestas relacionadas con los gases de efecto invernadero y el comportamiento del clima global muestran medias de 0,45 y 0,48, respectivamente, evidencian áreas donde es necesario reforzar la educación y concienciación ambiental.

Clasificación del comportamiento proambiental

La primera técnica de aplicación de ML se centra en evaluar modelos de clasificación para categorizar a los estudiantes según su comportamiento proambiental. El preprocesamiento de los datos implica la eliminación de columnas irrelevantes y la transformación de variables categóricas en numéricas, optimizando su preparación para los modelos de clasificación.

Las preguntas del cuestionario se organizan en cinco dimensiones clave: creencias ambientales, actitudes ambientales, reciclaje y reutilización, ahorro de recursos y conocimiento climático. Para cada estudiante, se calculan las medias de las respuestas en cada dimensión, que luego se emplean para definir la variable objetivo "comportamiento_proambiental", categorizada en tres niveles: bajo, medio y alto.

Para preparar los datos, se escala el conjunto de datos utilizando StandardScaler y se aplica SelectKBest para seleccionar las características más relevantes. Además, se utiliza PCA para la reducción de dimensionalidad, se selecciona cinco componentes principales. Los datos se dividen en conjuntos de entrenamiento y prueba con una proporción de 70-30, y se aplica SMOTE para rebalancear las clases en el conjunto de entrenamiento.

Se evalúan varios modelos de clasificación

supervisada para determinar cuál es el más eficaz en clasificar el comportamiento proambiental de los estudiantes. Los modelos evaluados incluyen Regresión Logística, Árbol de decisión, Naive Bayes, Bosque Aleatorio, Máquinas de Soporte Vectorial (SVM), Perceptrón Multicapa (MLP) y Voting Classifier.

Se implementan modelos de aprendizaje automático con configuraciones optimizadas para un desempeño eficiente. La Regresión Logística utiliza $C = 1.0$ y 300 iteraciones, mientras que el Árbol de Decisión emplea el criterio Gini. En Naive Bayes, se aplica un suavizado de 1×10^{-9} para mejorar la estimación de probabilidades. El Bosque Aleatorio cuenta con 100 árboles y selección de características por raíz cuadrada. En SVM, se establece $C = 1.0$, un kernel RBF y gamma escalado. El MLP usa la activación ReLU, 100 neuronas ocultas y 300 iteraciones. Todos los modelos se entrenan con una semilla aleatoria de 42 para garantizar la reproducibilidad. Finalmente, se integran mediante un Voting Classifier con votación mayoritaria

(hard voting) para consolidar las predicciones y mejorar la robustez del sistema.

Los resultados de la evaluación de los modelos se resumen en la Tabla 1, que muestra la exactitud promedio obtenida mediante validación cruzada para cada modelo. La Tabla 2 detalla las métricas de clasificación, incluyendo Precisión, Recall y F1-Score, desglosadas para cada clase (Bajo, Medio, Alto).

Tabla 1. Exactitud promedio de validación cruzada para cada modelo

Modelo	Exactitud (CV)
Regresión logística	0,8549
Árbol de decisión	0,8529
Naive Bayes	0,8333
Bosque aleatorio	0,8941
SVM	0,8667
MLP	0,8843
Voting Classifier	0,8863

Nota. Elaborado por autores.

Tabla 2. Métricas de rendimiento de los modelos de clasificación por clase

Modelo	Clase	Precisión	Recall	F1-Score
Regresión logística	Bajo	0,5600	0,7368	0,6364
	Medio	0,5000	0,9286	0,6500
	Alto	0,8983	0,6883	0,7794
Árbol de decisión	Bajo	0,6471	0,5789	0,6111
	Medio	0,5263	0,7143	0,6061
	Alto	0,8378	0,8052	0,8212
Naive Bayes	Bajo	0,5926	0,8421	0,6957
	Medio	0,5200	0,9286	0,6667
	Alto	0,9310	0,7013	0,8000
Bosque aleatorio	Bajo	0,6667	0,7368	0,7000
	Medio	0,4583	0,7857	0,5789
	Alto	0,8769	0,7403	0,8028
SVM	Bajo	0,5667	0,8947	0,6939
	Medio	0,4615	0,8571	0,6000
	Alto	0,9259	0,6494	0,7634
MLP	Bajo	0,5667	0,8947	0,6939
	Medio	0,5000	0,8571	0,6316
	Alto	0,9286	0,6753	0,7820
Voting Classifier	Bajo	0,5862	0,8947	0,7083
	Medio	0,5000	0,9286	0,6500
	Alto	0,9455	0,6753	0,7879

Nota. Elaborado por autores.

El Bosque aleatorio y el Voting Classifier demuestran un desempeño superior en términos de precisión y recall en las distintas clases de comportamiento proambiental. El Voting Classifier es especialmente destacado por combinar múltiples modelos, mejorando la robustez y la precisión de las predicciones. Por su parte, el Bosque aleatorio sobresale por su equilibrio entre métricas y clases, ofrecen clasificaciones precisas y balanceadas. Estos resultados sugieren que la integración de múltiples enfoques de clasificación puede mejorar la precisión y la capacidad de generalización en la tarea de clasificar el comportamiento proambiental de los estudiantes.

Análisis de clustering

Para identificar patrones significativos en los datos de la encuesta, se emplean técnicas de reducción de dimensionalidad y clustering. Inicialmente, se utiliza SelectKBest con la función de puntuación `f_classif` para seleccionar las características más relevantes,

permitiendo enfocar el análisis en las variables con mayor influencia en la variabilidad de los datos.

En el segundo paso, se utiliza el PCA para reducir la dimensionalidad de los datos. Se analiza la varianza explicada por cada componente principal, se seleccionan 10 componentes que representan la mayor proporción de la varianza total, optimizan la representación de los datos mientras se preserva la información significativa.

La última técnica aplicada es la de K-Means Clustering. Se determina el número óptimo de clústeres se utiliza el método del *codo* y la puntuación de Silhouette. Tras evaluar varias configuraciones, se seleccionan tres clústeres distintos que representaban diferentes perfiles de estudiantes en términos de compromiso medioambiental.

Los resultados del análisis de clustering revelan tres clústeres distintos de estudiantes, cada uno con características demográficas y comportamentales únicas, ver Figura 1 y Tabla 3.

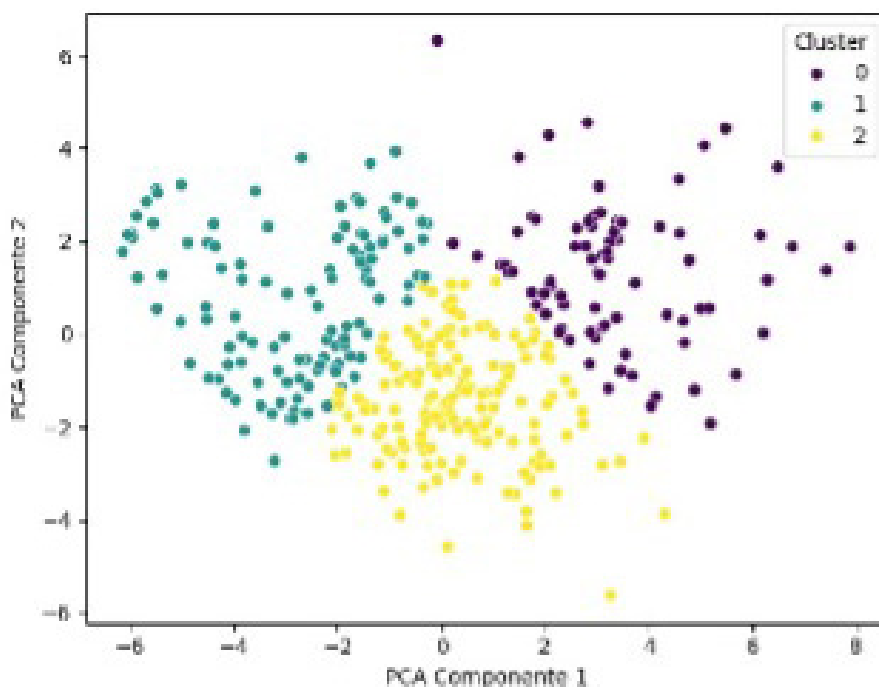


Figura 1. Clústeres de estudiantes
Fuente: Elaboración propia con Python

El clúster 0 (compromiso bajo), compuesto por 88 estudiantes, se caracteriza por un bajo nivel de acuerdo con las afirmaciones proambientales y una participación moderada en actividades de reciclaje y ahorro de recursos. Los estudiantes en este clúster tienden a tener una percepción menos intensa sobre la

importancia del medio ambiente.

El clúster 1 (compromiso alto), compuesto por 121 estudiantes, muestra una mayor participación en actividades ambientales y un mayor nivel de acuerdo con las creencias ambientales. Este grupo tiene una mayor diversidad en términos de áreas de estudio y un

compromiso más activo con la sostenibilidad.

El clúster 2 (compromiso medio), compuesto por 156 estudiantes, muestra un compromiso ambiental

intermedio. Este grupo tiene prácticas moderadas de reciclaje y conservación y un conocimiento medio sobre el cambio climático.

Tabla 3. Métricas de rendimiento de los modelos de clasificación por clase

Clúster	Edad Media	Género Medio	Áreas de Estudio Media	Año de Estudio Medio	P1.1 a P1.6 (Promedio)	P2.1 a P2.6 (Promedio)	P3.1 a P3.6 (Promedio)	P4.1 a P4.6 (Promedio)	P5.1 a P5.3 (Promedio)	Silhouette Score
0	1,31	0,59	3,22	1,28	-1,10	-0,49	-0,69	-0,59	0,44	0,1904
1	1,45	0,55	2,84	1,26	0,38	0,53	0,30	0,49	-0,13	0,1904
2	1,29	0,44	3,34	1,33	0,32	0,16	-0,27	-0,20	-0,27	0,1904

Nota. Elaborado por autores.

Análisis de regresión

Se preparan los datos para realizar una regresión lineal, se utilizan las columnas de creencias ambientales y conocimiento sobre el cambio climático como variables independientes, y el promedio de comportamientos proambientales como variable dependiente.

Los datos se dividen en conjuntos de entrenamiento y prueba (80% entrenamiento, 20% prueba).

Después se utiliza el modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS) de *statsmodels* para entrenar los datos, una librería de Python. Finalmente, se calculan el error cuadrático medio (MSE) y el coeficiente de determinación R².

El resumen del modelo de regresión se calcula un valor de 0,2793 para el MSE y 0,1168 para el R² Score y los valores expuestos de cada variable en la Tabla 4.

Tabla 4. Coeficientes y significancia del modelo de regresión

Variable	Coeficiente	P-valor	Intervalo confianza inferior	Intervalo confianza superior
const	-0,0029	0,919	-0,059	0,053
P1.1	-0,0208	0,585	-0,096	0,054
P1.2	0,1832	0,000	0,114	0,252
P1.3	-0,0437	0,273	-0,122	0,035
P1.4	0,2579	0,000	0,183	0,332
P1.5	0,0312	0,466	-0,053	0,115
P1.6	-0,0136	0,735	-0,093	0,065
P5.1	-0,0485	0,129	-0,111	0,014
P5.2	0,0290	0,349	-0,032	0,090
P5.3	0,0290	0,377	-0,036	0,094

Nota. Elaborado por autores.

Los resultados muestran que las creencias ambientales y el conocimiento del cambio climático tienen un impacto significativo en los comportamientos proambientales. En particular, las variables P1.2 (responsabilidad personal en la gestión de residuos) y P1.4 (conciencia de la biodiversidad) revelan coeficientes significativos con valores p muy bajos, los cuales indican una fuerte relación con los comportamientos proambientales.

La Figura 2 ilustra la relación entre los comportamientos proambientales reales y los predichos mediante un modelo de regresión lineal. La cercanía de los puntos a la línea de identidad indica un buen desempeño del modelo en la predicción de comportamientos proambientales, aunque algunas desviaciones sugieren áreas de mejora.

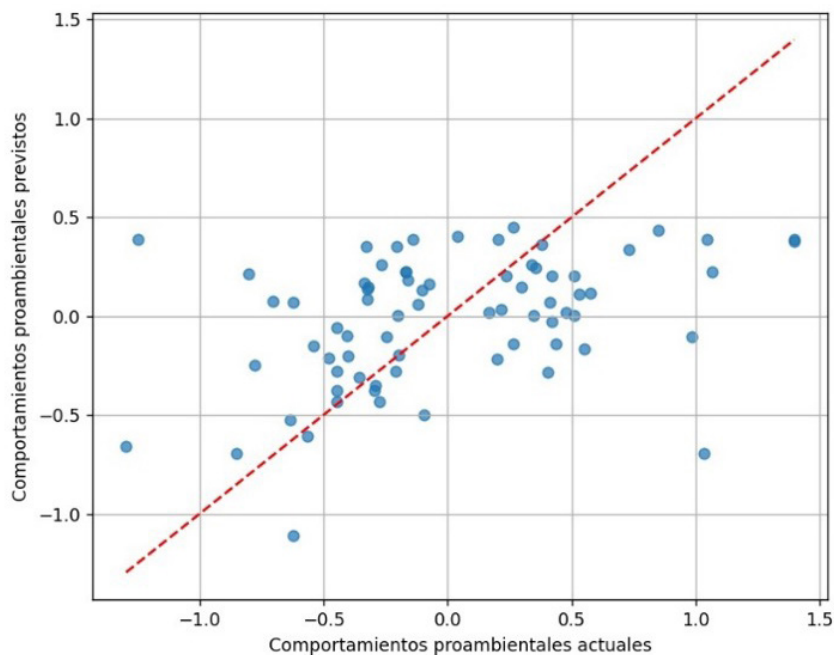


Figura 2. Comportamientos proambientales: Real vs. Predicción.
Fuente: Elaboración propia con Python.

Se obtiene adicionalmente un valor de R^2 ajustado de 0,336, que indica que el modelo explica aproximadamente el 33,6% de la variabilidad en los comportamientos proambientales, lo cual es una proporción moderada y sugiere que hay otros factores no incluidos en el modelo que también influyen en estos comportamientos.

Se lleva a cabo un análisis de los residuos para

evaluar la adecuación del modelo. Los resultados indican que la distribución de los residuos no presenta pautas significativas, lo que sugiere una distribución aproximadamente normal de los errores. Además, en la gráfica de residuos contra predicciones no se observan patrones claros, lo que confirma la ausencia de problemas graves de heterocedasticidad. Ver figura 3.

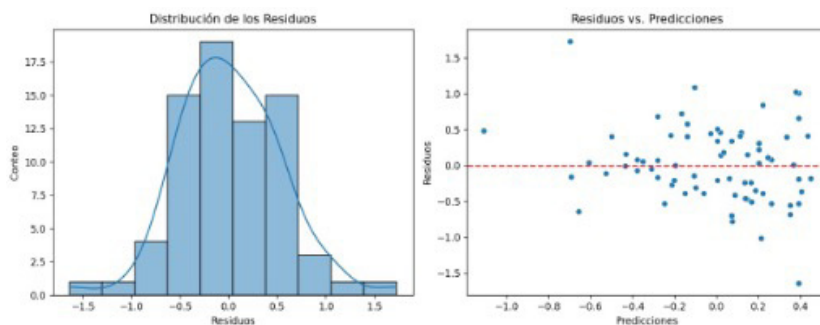


Figura 3. Diagnóstico de residuos.
Fuente: Elaboración propia con Python.

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El análisis del primer piloto de la encuesta revela inconsistencias y problemas de discriminación en las preguntas sobre conocimiento del cambio climático, lo que motiva revisiones y eliminaciones. Por otro lado, las secciones tipo Likert muestra alta consistencia interna, aunque se recomiendan ajustes en algunas preguntas,

pese a que la encuesta fue valorada como clara y de longitud adecuada.

La Figura 2 representa la relación entre los comportamientos proambientales observados y los predichos por un modelo de regresión lineal. La alineación de los puntos con la línea de identidad evidencia un buen desempeño predictivo, aunque las

desviaciones observadas indican áreas donde el modelo pueden mejorarse.

Los pilotos reflejan una alta conciencia y actitudes positivas hacia el medio ambiente, aunque ciertas áreas de conocimiento requieren mayor atención. Las mejoras al cuestionario han optimizado su capacidad para evaluar conocimientos y actitudes, consolidándolo como una herramienta clave para estrategias educativas más efectivas.

La aplicación de técnicas de ML permite clasificar eficientemente el comportamiento proambiental de los estudiantes, se evalúan diversos modelos supervisados. El proceso incluye un exhaustivo preprocesamiento de los datos de las encuestas: transformación de variables categóricas a numéricas, escalado, selección de características y reducción de dimensionalidad con PCA. Se prueban modelos como Regresión Logística, Árbol de Decisión, Naive Bayes, Bosque aleatorio, SVM, MLP y un Voting Classifier, se destacan su efectividad en la clasificación de comportamientos proambientales.

Los resultados destacan a Bosque aleatorio y Voting Classifier como los modelos más efectivos. Bosque aleatorio se alcanza una exactitud promedio en validación cruzada del 89,41%, mientras que Voting Classifier logra un 88,63%. Ambos modelos muestran alta precisión y recall, especialmente en la categoría "alto" de comportamiento proambiental. Voting Classifier sobresale con una precisión del 94,55% y un F1-Score del 78,79% en esta categoría, demuestran su capacidad para combinar modelos y generar predicciones robustas y confiables.

Estos modelos de clasificación proporcionan una base sólida para diseñar estrategias educativas y de concienciación más focalizadas, al ofrecer una comprensión precisa del comportamiento ambiental de los estudiantes. Su implementación facilita la segmentación y personalización de las intervenciones educativas, promueven comportamientos proambientales más significativos y sostenibles.

Los hallazgos son fundamentales para desarrollar programas que aborden directamente las áreas de mejora identificadas, fortalezcan la educación ambiental de manera más eficaz. La capacidad de segmentar y personalizar intervenciones educativas mediante modelos de machine learning representa un avance significativo en la promoción de la sostenibilidad en el ámbito académico.

La aplicación de K-Means en los datos de la

encuesta identifica tres grupos distintivos según el nivel de compromiso medioambiental. El Clúster 0, con 88 estudiantes, presenta un bajo acuerdo con afirmaciones proambientales y una participación moderada en reciclaje y ahorro de recursos. Su percepción limitada sobre la importancia del medio ambiente sugiere la necesidad de estrategias para aumentar su concienciación y reforzar la educación ambiental.

El Clúster 1, con 121 estudiantes, destaca por su alto compromiso con la sostenibilidad, reflejado en su participación activa en actividades ambientales y fuerte acuerdo con creencias proambientales. Este grupo, proveniente de diversas áreas de estudio, muestra un elevado conocimiento sobre prácticas sostenibles.

El Clúster 2, compuesto por 156 estudiantes, muestra un compromiso ambiental intermedio, con prácticas moderadas de reciclaje y conservación, y un conocimiento medio sobre el cambio climático. Este grupo puede beneficiarse de proyectos prácticos y actividades comunitarias que refuercen gradualmente su compromiso y conocimiento en sostenibilidad.

La segmentación de los estudiantes en tres clústeres proporciona una base sólida para desarrollar estrategias educativas y políticas adaptadas a las necesidades específicas de cada grupo. Estas iniciativas pueden potenciar el compromiso con la sostenibilidad y fomentar el desarrollo de ciudadanos más conscientes y responsables con el medio ambiente.

El modelo de regresión lineal permite examinar la relación entre las creencias ambientales, el conocimiento sobre el cambio climático y los comportamientos proambientales de los estudiantes. Tras el preprocesamiento de los datos, se incluye la transformación de variables categóricas en numéricas, se emplean las creencias ambientales y el conocimiento del cambio climático como variables independientes, y el promedio de comportamientos proambientales como variable dependiente.

Los resultados muestran que la responsabilidad en la gestión de residuos y la conciencia de la biodiversidad tienen una fuerte relación con prácticas sostenibles. El coeficiente de determinación R^2 ajustado de 0,336 indica que el modelo explica el 33,6% de la variabilidad en estos comportamientos, sugiriendo la presencia de otros factores adicionales.

El análisis de los residuos confirma la validez del modelo, muestra una distribución normal de los errores y sin problemas graves de heterocedasticidad.

Esto refuerza la robustez del modelo de regresión lineal, aunque es necesario incluir más variables para comprender completamente los factores influyentes.

Este análisis proporciona una base sólida para futuras investigaciones y el desarrollo de políticas educativas. Fortalecer la educación en gestión de residuos y biodiversidad puede incentivar comportamientos sostenibles. Se recomienda integrar estos temas en los currículos a través de políticas públicas específicas y establecer incentivos que promuevan comportamientos proambientales, fomentando así la sostenibilidad entre los estudiantes.

V. CONCLUSIONES

El estudio sobre el comportamiento proambiental de estudiantes universitarios en Ecuador resalta una alta conciencia y actitudes positivas hacia el medio ambiente. Tras dos pilotos y una encuesta final, se optimizan las preguntas, y se logra una alta consistencia interna. Sin embargo, se identifican mejoras necesarias en la comprensión del cambio climático y la participación en actividades ambientales, se subraya la importancia de reforzar la educación ambiental.

Estos ajustes se realizan para mejorar la discriminación y la dificultad de los ítems, se optimiza la precisión en la evaluación del conocimiento ambiental. Se conservan preguntas relevantes, como “El dióxido de carbono (CO₂) es el único gas de efecto invernadero que contribuye al cambio climático”, debido a su alta capacidad discriminativa.

Los cambios tras la segunda prueba piloto buscan mejorar la calidad y relevancia de la encuesta. La eliminación de preguntas específicas permite un cuestionario más conciso y enfocado, manteniendo la claridad y precisión necesarias para evaluar el conocimiento y las actitudes ambientales.

Los resultados descriptivos de la encuesta revelan una alta conciencia y actitudes positivas hacia la protección del medio ambiente entre los jóvenes adultos. No obstante, áreas como la participación en actividades comunitarias y la comprensión del cambio climático requieren mayor educación y promoción para su fortalecimiento.

La aplicación de técnicas de machine learning, como Bosque aleatorio y Voting Classifier, demuestra una alta efectividad en la clasificación del comportamiento proambiental, con precisiones superiores al 88%. Estos modelos facilitan el diseño de estrategias educativas

más focalizadas y personalizadas para promover comportamientos proambientales efectivos. Además, el clustering con K-Means se identifican tres grupos con distintos niveles de compromiso ambiental, proporcionando una base sólida para adaptar estrategias educativas a las necesidades específicas de cada grupo.

El análisis de regresión lineal muestra que la responsabilidad en la gestión de residuos y la conciencia de la biodiversidad están significativamente relacionadas con prácticas sostenibles, se explica una proporción moderada de la variabilidad en los comportamientos proambientales. Esto indica la necesidad de incluir más variables para una comprensión más integral. Fortalecer la educación ambiental, promover prácticas sostenibles y establecer políticas públicas adecuadas son fundamentales para consolidar estos comportamientos.

Este estudio destaca la relevancia de la educación ambiental en Ecuador, un país de alta biodiversidad y desafíos ambientales importantes. Los resultados ofrecen una base sólida para investigaciones futuras y el diseño de programas educativos y estrategias gubernamentales que impulsen la sostenibilidad entre los estudiantes universitarios, para promover una mayor conciencia y compromiso con la protección del medio ambiente.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alessandri, S. (2019). A learning pathway to an integrated approach involving natural, applied and social science, humanities and arts to face climate change. *Sustainability*, 12, 199–214. <https://doi.org/10.1089/sus.2018.0040>
- Álvarez, D., & Cadenas, R. (2022). Podcasts como herramienta para la educación ambiental en Ecuador. *Revista de Ciencias Sociales*, XXVIII, 189–203. <https://doi.org/10.31876/rcs.v28i3.38468>
- Araujo-Vizuite, G., Robalino-López, A., & Murillo-Ojeda, R. (2022). Evaluation of environmental competencies in Higher Education Institutions (HEI). Case study: Escuela Politécnica Nacional, Ecuador. *DYNA*, 89, 132–139. <https://doi.org/10.15446/dyna.v89n224.103515>
- Chipantiza-Masabanda, J. G., Bonilla-Bonilla, A. E., &

- Jativa-Reyes, M. F. (2021). Huertos urbanos y periurbanos horizontales-verticales para el fomento de la educación ambiental sostenible. *Formación universitaria*, 14, 165–172. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062021000200165>
- Del Moral Pérez, M. E., López-Bouzas, N., Castañeda Fernández, J., & Bellver Moreno, M. C. (2023). Impacto proambiental en jóvenes universitarios: Emociones generadas e implicación promovida por un storytelling de la ONU. *Doxa Comunicación. Revista Interdisciplinar de Estudios de Comunicación y Ciencias Sociales*, 193–212. <https://doi.org/10.31921/doxa-com.n37a1864>
- Díaz, M. F., Charry, A., Sellitti, S., Ruzzante, M., Enciso, K., & Burkart, S. (2020). Psychological factors influencing pro-environmental behavior in developing countries: Evidence from Colombian and Nicaraguan students. *Frontiers in Psychology*, 11, 580730. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.580730>
- Douglas, F., Beasy, K., Sollis, K., & Flies, E. J. (2024). On-line, experiential sustainability education can improve students' self-reported environmental attitudes, behaviours and wellbeing. *Sustainability*, 16, 2258. <https://doi.org/10.3390/su16062258>
- Estrada-Araoz, E. G., Manrique-Jaramillo, Y. V., Díaz-Pereira, V. H., Rucoba-Frisancho, J. M., & Gallegos-Ramos, N. A. (2024). Exploring pro-environmental behavior in Peruvian basic education students: A cross-sectional study. *Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias*, 3, 678. <https://doi.org/10.56294/sctconf2024678>
- Falconí, F., Reinoso, M. E., Collado-Ruano, J., Hidalgo, E. F., & León, G. D. (2019). Environmental education program in Ecuador: Theory, practice, and public policies to face global change in the Anthropocene. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas Em Educação*, 27, 859–880. <https://doi.org/10.1590/S0104-40362019002701950>
- Geiger, S. M., Otto, S., & Diaz-Marin, J. S. (2014). A diagnostic Environmental Knowledge Scale for Latin America / Escala diagnóstica de conocimientos ambientales para Latinoamérica. *Psycology*, 5, 1–36. <https://doi.org/10.1080/21711976.2014.881664>
- Harkort, L., & Duan, Z. (2023). Estimation of dissolved organic carbon from inland waters at a large scale using satellite data and machine learning methods. *Water Research*, 229, 119478. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2022.119478>
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (First edition). McGraw-Hill Education.
- Loor, I. W., & Muentes, W. A. (2024). Cultivating spatial citizenship through collaborative mapping: An empirical study on youth engagement in peripheral urban Ecuador. *Cogent Education*, 11, 2359337. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2359337>
- Markle, G. L. (2013). Pro-environmental behavior: Does it matter how it's measured? Development and validation of the Pro-Environmental Behavior Scale (PEBS). *Human Ecology*, 41, 905–914. <https://doi.org/10.1007/s10745-013-9614-8>
- Marouli, C., & Duroy, Q. (2019). Reflections on the transformative power of environmental education in contemporary societies: Experience from two college courses in Greece and the USA. *Sustainability*, 11, 6465. <https://doi.org/10.3390/su11226465>
- Morote Seguido, Á. F. (2023). ¿De dónde está recibiendo la información sobre el cambio climático el alumnado escolar? Una aproximación desde las Ciencias Sociales. *Revista Complutense de Educación*, 34(2), Article 2. <https://doi.org/10.5209/rced.79304>
- Naz, F., Oláh, J., Vasile, D., & Magda, R. (2020). Green purchase behavior of university students in Hungary: An empirical study. *Sustainability*, 12, 10077. <https://doi.org/10.3390/su122310077>
- Ortiz-Regalado, O., Llamas-Burga, M., Carrión-Bósquez, N., Chávez-Gutiérrez, H., Guerra-Regalado, W., Veas-González, I., Ruiz-García, W., & Vidal-Silva, C. (2024). Unveiling millennials' perceptions of organic products: A grounded theory analysis in Ecuador and Peru. *Sustainability*, 16, 5230. <https://doi.org/10.3390/su16125230>
- Palacios Madero, M. D., Torío López, S., & Murga-Me-

- noyo, M. Á. (2023). Conductas prosostenibilidad y percepciones del estudiantado adolescente sobre prácticas parentales y valores familiares. *Interdisciplinaria. Revista de Psicología y Ciencias Afines*, 40, 409–423. <https://doi.org/10.16888/interd.2023.40.2.24>
- Posso Pacheco, R. J., Córdor Chicaiza, M. G., Córdor Chicaiza, J. D. R., & Núñez Sotomayor, L. F. X. (2022). Desarrollo Ambiental Sostenible: Un nuevo enfoque de educación física pospandemia en Ecuador. *Revista Venezolana de Gerencia*, 27, 464–478. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.27.98.6>
- Spellman, G., Field, K., & Sinclair, J. (2003). Assessing UK higher education students' awareness of global climatic change. *Weather*, 58, 212–219. <https://doi.org/10.1256/wea.62.02>
- Tchetchik, A., Kaplan, S., & Blass, V. (2021). Recycling and consumption reduction following the COVID-19 lockdown: The effect of threat and coping appraisal, past behavior and information. *Resources, Conservation and Recycling*, 167, 105370. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105370>
- Zúñiga Sánchez, O., Marúm Espinosa, E., & Aceves Ávila, C. D. (2022). La educación para el desarrollo sustentable en la visión del profesorado de educación superior en México. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado. Continuación de la antigua Revista de Escuelas Normales*, 98. <https://doi.org/10.47553/rifop.v98i36.2.91549>

Aislamiento y caracterización de *Acetobacter aceti* a partir de mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.) y su aplicación en la agroindustria

Roxana García Culqui¹; Lady Guevara Narváez²; Angélica Tigre León³; Michael Hachi Pazmiño⁴; Patricio Pérez Pérez⁵; Favián Bayas Morejón⁶

Resumen

En Ecuador, el cacao es un cultivo clave, especialmente las variedades CCN-51 y Nacional, apreciadas por su aroma. La producción genera residuos como el mucílago, considerado desecho, pero con potencial de aprovechamiento. La fermentación es esencial en la postcosecha, donde microorganismos transforman azúcares del mucílago en compuestos que mejoran el sabor. Esta investigación tuvo como objetivo aislar y caracterizar cepas de *Acetobacter aceti* a partir del mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.), con el fin de optimizar el proceso de fermentación, en colaboración con Choco Warmi y con el apoyo financiero de la Fundación Maquita. Se evaluó el potencial de estas bacterias en aplicaciones agroindustriales, particularmente en la mejora de procesos fermentativos. El mucílago de la variedad Nacional presentó un pH de 4.20, acidez de 0.0128 meq NaOH/100 g, 18 °Brix y 81.54 % de humedad, mientras que la variedad CCN-51 mostró un pH de 3.83, acidez de 0.0106, 18.3 °Brix y 76.06 % de humedad. Se identificaron bacterias del género *Acetobacter* capaces de crecer en medio GYC suplementado con natamicina. Los análisis demostraron diferencias significativas en el crecimiento bacteriano entre ambas variedades de cacao. La cinética de crecimiento fue evaluada mediante el modelo de Gompertz, obteniéndose un rendimiento de liofilización del 6.66 %. El medio GYC con natamicina favoreció el crecimiento de *Acetobacter* en la variedad Nacional, alcanzando 110 UFC/mL a 30 °C. Los aislados fueron Gram negativos, aerobios, y la liofilización resultó eficaz para su preservación.

Palabras clave: Aislamiento, Caracterización, *Acetobacter aceti*, Mucílago de cacao, Agroindustria.

Isolation and characterization of *Acetobacter aceti* from cocoa mucilage (*Theobroma cacao* L.) and its application in agroindustry

Abstract

In Ecuador, cacao is a key crop, particularly the CCN-51 and Nacional varieties, renowned for their aroma. Cacao production generates by-products such as mucilage, typically considered waste, yet it holds potential for value-added applications. Fermentation is a crucial post-harvest step, during which microorganisms convert mucilage sugars into compounds that enhance flavor. This study aimed to isolate and characterize *Acetobacter aceti* strains from cacao mucilage (*Theobroma cacao* L.) to optimize the fermentation process, in collaboration with Choco Warmi and with financial support from Fundación Maquita. The agroindustrial potential of these bacteria was evaluated, particularly in improving fermentative processes. Mucilage from the Nacional variety exhibited a pH of 4.20, acidity of 0.0128 meq NaOH/100 g, 18 °Brix, and 81.54% moisture content, whereas the CCN-51 variety showed a pH of 3.83, acidity of 0.0106, 18.3 °Brix, and 76.06% moisture. *Acetobacter* strains capable of growing in GYC medium supplemented with natamycin were identified. Significant differences in bacterial growth were observed between the two cacao varieties. Growth kinetics were assessed using the Gompertz model, with a lyophilization yield of 6.66%. GYC medium with natamycin promoted the growth of *Acetobacter* in the Nacional variety, reaching 110 CFU/mL at 30 °C. The isolates were Gram-negative, aerobic, and lyophilization proved effective for their preservation.

Keywords: Isolation, Characterization, *Acetobacter aceti*, Cocoa mucilage, Agroindustry.

Recibido: 19 de diciembre de 2024

Aceptado: 13 de agosto de 2025

¹ Fondo Ecuatoriano Populorum Progressio, Regional Guaranda, CP:020110, Guaranda- Ecuador, roxanagarciaculqui@outlook.com, <https://orcid.org/0000-0003-0011-166X>

² Fondo Ecuatoriano Populorum Progressio, Regional Guaranda, CP:020110, Guaranda- Ecuador, ladyanabelguevara@outlook.com, <https://orcid.org/0000-0002-8432-5739>

³ Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Centro de Investigación en Microbiología Aplicada, Biotecnología y Fitoquímica (CIMABIF), CP:020150, Guaranda-Ecuador, rtigre@ueb.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0003-2984-9457>

⁴ Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Centro de Investigación en Microbiología Aplicada, Biotecnología y Fitoquímica (CIMABIF), CP:020150, Guaranda-Ecuador, xhachi@ueb.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0002-4656-7593>

⁵ Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Administrativas, Gestión Empresarial e Informática, CP: 020150, Guaranda, Ecuador, aperez@ueb.edu.ec, <https://orcid.org/0009-0000-0648-864X>

⁶ Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Centro de Investigación en Microbiología Aplicada, Biotecnología y Fitoquímica (CIMABIF), CP:020150, Guaranda-Ecuador, fbayas@ueb.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0003-2920-7155>

I. INTRODUCCIÓN

En Ecuador, el cacao (*Theobroma cacao* L.) es uno de los cultivos más importantes debido a su calidad y aroma distintivo, lo que le otorga una posición relevante en la economía nacional. Las principales zonas de producción están ubicadas en las provincias costeras y amazónicas, con variedades como el CCN-51, criollo y Nacional siendo las más destacadas. Estas variedades son apreciadas tanto a nivel nacional como internacional por el contenido de mucílago que rodea las almendras de cacao. Sin embargo, este mucílago, a pesar de sus cualidades, es considerado un residuo en la industria del cacao, lo que ha llevado a la búsqueda de métodos para su aprovechamiento en otros procesos productivos (Lara & Segarra, 2022; Olivares, 2022).

En 2021, Ecuador produjo aproximadamente 302,094 toneladas de cacao, lo que generó grandes cantidades de residuos. Se estima que el 56.2% de estos residuos son orgánicos, y el 43.8% son inorgánicos, lo que plantea un desafío ambiental significativo (Ministerio del Ambiente y Agua, 2020; SIPA, 2021a). La gestión adecuada de estos desechos, en particular el mucílago, podría contribuir tanto a la sostenibilidad ambiental como a mejorar los procesos de fermentación del cacao, optimizando su calidad (Calero, 2022; Olivares, 2022).

La fermentación del cacao es un proceso esencial en la postcosecha, pues permite que las almendras desarrollen los sabores y aromas característicos del chocolate. Durante la fermentación, los microorganismos, entre ellos levaduras, bacterias lácticas y acéticas, juegan un papel crucial al transformar los azúcares del mucílago en compuestos como etanol y ácido acético, que favorecen la formación de precursores del aroma y sabor del cacao (Paredes et al., 2022). Este proceso involucra múltiples etapas microbianas que incluyen la acción de levaduras como *Pichia kudriavzevii* y *Saccharomyces cerevisiae*, seguidas por bacterias lácticas como *Lactobacillus plantarum* y *Leuconostoc pseudomesenteroides*, y finalmente bacterias acéticas como *Acetobacter aceti* y *Gluconobacter oxydans*, que convierten el etanol en ácido acético, descomponiendo el mucílago y mejorando la calidad de las almendras (Erazo, 2019).

La selección de bacterias presentes en el mucílago es una estrategia importante para comprender y controlar mejor el proceso de fermentación. Las bacterias

acéticas (BAA) se aíslan utilizando medios como el GYC y Carr, con el fin de identificar su impacto en el proceso fermentativo (Melgaço et al., 2018; Salazar, 2017; Rodríguez et al., 2023).

Este estudio se realizó en colaboración con la empresa chocolatera Choco Warmi, fundada en 2019 por un grupo de mujeres del recinto San Gerardo, en la provincia de Bolívar (Ecuador), quienes utilizan cacao seco para la producción artesanal de chocolate (Pérez et al., 2021). Además, este trabajo contó con el financiamiento de la Fundación Maquita y Ecosol, lo que permite profundizar en el conocimiento sobre los microorganismos que intervienen en la fermentación del cacao y su potencial para optimizar la calidad del producto final (Lange & Criollo, 2022).

La fermentación acética es un proceso bioquímico fundamental para la producción de ácido acético, un compuesto orgánico líquido, incoloro y de gran relevancia industrial. Este proceso se lleva a cabo mediante la fermentación de sustratos azucarados, como el mucílago de cacao, e involucra la oxidación del etanol generado previamente por levaduras y bacterias lácticas. Bajo condiciones aerobias, las bacterias acéticas principalmente del género *Acetobacter* transforman el etanol en ácido acético, etapa clave en la elaboración de vinagre y otros productos fermentados. Esta conversión representa un eslabón esencial en la cadena de valor de diversos procesos (Torres & Vera, 2019; Illescas, 2021).

Para aislar las bacterias acéticas, se utilizan medios de cultivo como el Agar Acetobacter, que contiene glucosa, extracto de levadura y carbonato de calcio. Sin embargo, a fin de evitar el crecimiento de hongos y levaduras, se añade natamicina al medio. Además, el medio Carr modificado se utiliza para fomentar el crecimiento de *Acetobacter* en presencia de etanol, que inhibe el crecimiento de otras bacterias. El medio GYC, compuesto por glucosa, extracto de levadura y carbonato de calcio, también se emplea para identificar y aislar bacterias productoras de ácido acético (Dávalos, 2022; Wang, 2020).

El uso de bacterias acéticas no se limita a la producción de vinagre, ya que estas bacterias también están involucradas en la producción de alimentos fermentados como vinos, té de kombucha y otros productos agroindustriales. Además, su capacidad para producir celulosa las hace valiosas en la industria alimentaria y en la producción de biopolímeros (Lemus,

2020; Ricaurte, 2020; Dávalos, 2022).

La caracterización de las bacterias aisladas se realiza mediante pruebas bioquímicas como catalasa, oxidasa y rojo de metilo, las cuales permiten identificar sus propiedades metabólicas, evaluando funciones clave como la descomposición del peróxido de hidrógeno y la presencia de enzimas respiratorias (Duchi, 2022). La tinción de Gram también es esencial para clasificar las bacterias en gram-positivas o gram-negativas, lo que facilita su identificación y su manejo en procesos industriales (Fernández, 2022).

Por otro lado, el proceso de liofilización es fundamental para la conservación de las bacterias aisladas, permitiendo mantener sus propiedades metabólicas intactas a través de la eliminación de agua por desecación al vacío. Este método es ampliamente utilizado en la industria alimentaria para conservar productos fermentados y otros alimentos sensibles a la humedad (Ruiz, 2019).

Con este antecedente, el objetivo del presente estudio fue, aislar y caracterizar bacterias acéticas a partir del mucílago de cacao, lo que representa una oportunidad para optimizar el proceso de fermentación del cacao en la empresa Choco Warmi, a su vez mejoraría la calidad del chocolate producido.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

En esta investigación, las muestras se recolectaron

en granjas del cantón Echeandía, específicamente del centro de acopio de cacao en el recinto San Gerardo

Las actividades de caracterización y aislamiento de las bacterias del género *Acetobacter spp.* presentes en el mucílago de cacao se realizaron en el laboratorio general de la Universidad Estatal de Bolívar.

El proceso de liofilización y viabilidad de las bacterias tuvo lugar en el laboratorio de Análisis de Alimentos y Fitoquímica y en el laboratorio de Bioquímica y Cromatografía del Vicerrectorado de Investigación y Vinculación.

Factores en estudio

Se aplicó un diseño experimental que abordó la fase de recuperación y selección de bacterias fermentadoras del ácido acético presentes en el mucílago de cacao. El diseño utilizado fue AxBxC (2x2x2), con dos repeticiones por cada combinación. El Factor A se asoció a la variedad del cacao, con dos niveles (a1: CCN-51; a2: Nacional); el Factor B estuvo relacionado con la temperatura de incubación, con dos niveles (b1: 25 °C; b2: 30 °C) y el Factor C se refirió al medio de cultivo, con dos niveles (c1: Medio GYC + natamicina y c2: Medio Carr). La variable respuesta en este escenario fue el crecimiento (UFC/mL) de las bacterias aisladas del género *Acetobacter*, la combinación de factores para los tratamientos se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Combinación de tratamientos para el aislamiento del BAA

Tratamiento	Coeficiente	Niveles		
		Variedad de	T (°C)	Medio de cultivo
1	a ₁ b ₁ c ₁	CCN - 51	25	Medio GYC + natamicina
2	a ₁ b ₁ c ₂	CCN - 51	25	Medio Carr
3	a ₁ b ₂ c ₁	CCN - 51	30	Medio GYC + natamicina
4	a ₁ b ₂ c ₂	CCN - 51	30	Medio Carr
5	a ₂ b ₁ c ₁	Nacional	25	Medio GYC + natamicina
6	a ₂ b ₁ c ₂	Nacional	25	Medio Carr
7	a ₂ b ₂ c ₁	Nacional	30	Medio GYC + natamicina
8	a ₂ b ₂ c ₂	Nacional	30	Medio Carr

Manejo del experimento

Extracción de mucílago de cacao

El mucílago de cacao es una sustancia viscosa y blanquecina presente en varias partes de la almendra de cacao, considerada un residuo orgánico. El análisis de bacterias ácido-acéticas en el cacao implicó un proceso detallado que abarcó desde la cosecha hasta la

identificación bioquímica y la evaluación de la cinética de crecimiento de los microorganismos obtenidos

Recolección y selección de muestras de cacao:

Las muestras fueron recolectadas del centro de acopio del Recinto San Gerardo. El cacao fue cosechado

en función del grado de madurez, seleccionando mazorcas de cacao CCN-51, que presentaban un color rojizo, y mazorcas de la variedad Nacional, de color amarillo. En cuanto a la textura, ambas variedades presentaban una superficie rugosa pero suave. Posteriormente, se seleccionaron cuatro mazorcas de cada variedad. El peso promedio de las mazorcas de CCN-51 fue de 350 g, mientras que las mazorcas de la variedad Nacional pesaron un promedio de 272 g.

Preparación de las muestras

Las mazorcas de cacao se lavaron, cortaron y desgranaron manualmente, separando las almendras de la placenta. Luego, se extrajo el mucílago presionando 160 g de almendras de cada variedad: la CCN-51 produjo 100 mL, y la Nacional, 60 mL. El mucílago se almacenó en envases estériles para su análisis posterior.

Recuperación de bacterias ácido-acéticas:

El aislamiento de las bacterias se llevó a cabo utilizando dos tipos de medios de cultivo: Carr y GYC, siguiendo la normativa ISO 7218:2007.

Medio de cultivo Carr: El proceso inició con la recepción del mucílago de cacao, que fue diluido en agua estéril para ajustar la concentración de bacterias. Se realizaron diluciones seriadas y se sembraron 100 µL de la muestra en placas con agar Carr, preparadas con extracto de levadura, agar, verde de bromocresol, natamicina y etanol, a pH 6,8. Las placas se sellaron y se incubaron a 25-30 °C, monitoreando el crecimiento bacteriano cada 24 horas.

Medio de cultivo GYC: El mucílago de cacao se diluyó y se sembró en placas con el medio preparado con extracto de levadura, bactoagar, dextrosa, carbonato de calcio, etanol y natamicina. Al igual que con el medio Carr, las placas fueron selladas, etiquetadas y se incubaron a 25-30 °C, supervisando el crecimiento bacteriano.

Identificación bioquímica y microscópica

Las bacterias aisladas se sometieron a diversas pruebas bioquímicas y microscópicas para su identificación.

Tinción de Gram: Se utilizó para determinar si las bacterias eran grampositivas o gramnegativas.

Prueba del rojo de metilo: Se preparó el medio

RM-VP y se inoculó con las bacterias aisladas. Después de incubar a 30 °C por 24 horas, se añadió el indicador rojo de metilo. Un cambio de color a rojo indicaba un resultado positivo, mientras que la ausencia de cambio o un color amarillo señalaba un resultado negativo.

Prueba de catalasa: Se añadió peróxido de hidrógeno al portaobjetos que contenía la bacteria. La aparición de burbujas indicaba una reacción positiva, lo que sugería la presencia de la enzima catalasa.

Prueba de oxidasa: Utilizando tiras reactivas, se observó el cambio de color para identificar la actividad oxidasa. Un color azul indicaba una prueba oxidasa positiva.

Incremento de biomasa de bacterias ácido-acéticas

Para incrementar la biomasa de las bacterias, se empleó el medio *Acetobacter* agar, preparado con extracto de levadura, agar, glucosa y carbonato de calcio. Las bacterias aisladas se sembraron utilizando la técnica de agotamiento en placa. Las placas fueron selladas, etiquetadas e incubadas a 30 °C, monitoreando el crecimiento de las colonias.

Determinación de la cinética de crecimiento

Se preparó una solución estéril de agua salina (5%), la cual se utilizó para realizar diluciones seriadas de las muestras bacterianas. Las diluciones fueron sembradas en placas con medio para *Acetobacter* spp. (GYC). Las placas se incubaron a 30 °C durante 72 horas, revisando las colonias cada 12 horas. Este proceso permitió observar el crecimiento de las bacterias a lo largo del tiempo.

Para determinar las unidades formadoras de colonias (UFC), se emplearon las siguientes fórmulas matemáticas.

$$n = \frac{t}{g}$$

$$r = \frac{\ln(2)}{t_{\text{generación}}}$$

$$N(t) = \frac{No}{1 + \frac{No - N_{\text{max}}}{N_{\text{max}}} \cdot e^{-rt}}$$

Donde:

n: Número de generación; **t:** tiempo de incubación; **g:** tiempo generacional; **r:** Tasa de crecimiento; **N_{max}:** Capacidad máxima de crecimiento; **N(t):** Población en el tiempo t; **No:** Número inicial de microorganismos.

Conservación de los aislados bacterianos

La conservación de los microorganismos se realizó mediante liofilización, un proceso que elimina el agua por congelación y sublimación a bajas presiones, evitando que los productos metabólicos bacterianos pasen a fase líquida. Para liofilizar bacterias de ácido láctico y acético, se siguieron pasos específicos establecidos en el laboratorio de investigación y vinculación.

Viabilidad de las bacterias liofilizadas por espectrofotometría

Las bacterias liofilizadas de *Acetobacter* spp. se activaron en caldo nutriente, con caldos sin microorganismos usados como blancos. Se inocularon 0.05 g de aislados en 50 mL de caldo y se midió la absorbancia a 625 nm cada 3 horas durante 72 horas, incubando los medios a 30 °C.

Análisis Estadístico

Para realizar los análisis de datos cuantitativos se utilizó programas estadísticos como Statgraphics mediante una estadística inferencial que se usa para probar hipótesis. Además, de programas básicos del paquete de office como Excel.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características físico químicas del mucílago

Las bacterias ácido acéticas se aíslan del mucílago de cacao de la variedad Nacional, que presenta las siguientes características: pH de 4.20, acidez titulable de 0.0128 meq NaOH/100 g, grado Brix de 18, humedad

del 81.54% y contenido de cenizas del 1.29%. Según Santana et al. (2019), el mucílago de esta variedad tiene un pH de 3.57 y acidez titulable de 0.88. Jordan & Parra (2020) reportan un grado Brix de 17.40, humedad del 80.48% y cenizas del 2.15%.

En comparación, el mucílago de cacao CNN-51 tiene un pH de 3.83, acidez titulable de 0.0106 meq NaOH/100 g, grado Brix de 18.3, humedad del 76.06% y cenizas del 0.46%. Vera et al. (2023) obtuvieron un pH de 3.91 y un grado Brix de 16, mientras que Garcés (2021) reportó una humedad de 79.71% y Arreaga (2020) un contenido de cenizas del 0.40%. La metodología consistió en recolectar muestras de mucílago de cacao en el cantón Echeandía y realizar el aislamiento y caracterización de bacterias del género *Acetobacter* en laboratorios especializados. Se aplicó un diseño experimental AxBxC para evaluar factores como la variedad de cacao, temperatura de incubación y medio de cultivo. Las bacterias aisladas se analizaron bioquímicamente, y su crecimiento fue monitoreado y cuantificado para evaluar su viabilidad y rendimiento tras liofilización.

Modelo experimental para las bacterias ácido acéticas

Para poder contabilizar el crecimiento de las colonias bacterianas ácido acéticas se realizó diluciones seriadas hasta la dilución: 10^{-6} , donde hubo presencia de colonias aisladas.

Aislamiento de *Acetobacter*

Tabla 2. Tratamientos para *Acetobacter*

Tratamiento	Variedad de cacao	T de incubación	Medio de cultivo	Crecimiento (UFC/mL)
1 R ₀	CCN-51	25	GYC+ natamicina	0
2 R ₀	CCN-51	25	Medio Carr	0
3 R ₀	CCN-51	30	GYC+ natamicina	0
4 R ₀	CCN-51	30	Medio Carr	0
5 R ₀	Nacional	25	GYC+ natamicina	50
6 R ₀	Nacional	25	Medio Carr	0
7 R ₀	Nacional	30	GYC+ natamicina	90
8 R ₀	Nacional	30	Medio Carr	0
1 R ₁	CCN-51	25	GYC+ natamicina	0
2 R ₁	CCN-51	25	Medio Carr	0
3 R ₁	CCN-51	30	GYC+ natamicina	0
4 R ₁	CCN-51	30	Medio Carr	0

5 R ₁	Nacional	25	GYC+ natamicina	30
6 R ₁	Nacional	25	Medio Carr	0
7 R ₁	Nacional	30	GYC+ natamicina	110
8 R ₁	Nacional	30	Medio Carr	0
1 R ₂	CCN-51	25	GYC+ natamicina	0
2 R ₂	CCN-51	25	Medio Carr	0
3 R ₂	CCN-51	30	GYC+ natamicina	0
4 R ₂	CCN-51	30	Medio Carr	0
5 R ₂	Nacional	25	GYC+ natamicina	25
6 R ₂	Nacional	25	Medio Carr	0
7 R ₂	Nacional	30	GYC+ natamicina	38
8 R ₂	Nacional	30	Medio Carr	0

La tabla 2 presenta la interacción entre variedad de cacao (CCN-51 y Nacional), temperatura de incubación y medios de cultivo, mostrando el crecimiento de *Acetobacter* en UFC/mL. En 0,0000001 mL de muestra hay 110 UFC, sin presencia en CCN-51. El análisis

estadístico evidencia diferencias significativas para "Variedad de cacao," "Medio de cultivo" e interacción AC ($p=0,0001^{**}$).

Pruebas de múltiples rangos para crecimiento por medio de cultivo

Tabla 3. Pruebas de rangos múltiples del Crecimiento por medio de cultivo para *Acetobacter*

Medio de cultivo	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Medio Carr	12	0	4.02639	X
Medio GYC + natamicina	12	28.5833	4.02639	X

La Tabla 3 muestra un análisis LSD de Fisher, revelando una diferencia significativa de -28.5833 entre los medios de cultivo Carr y GYC + natamicina. Aunque Salazar (2017) recomendó Agar GYC para estas bacterias, Avendaño et al. (2021) observaron que aumentar la dextrosa en el medio AM favorece la

producción de ácido acético en *Acetobacter*. Rodríguez et al. (2023) sugirieron diluir el mucílago y sembrarlo en medio GYC, incubando a 30 ± 2 °C por 48 horas.

Pruebas de múltiples rangos para crecimiento por variedad de cacao

Tabla 4. Pruebas de rangos múltiples del Crecimiento por variedad de cacao para *Acetobacter*

Variedad de cacao	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Nacional	12	28.5833	4.02639	X
CCN - 51	12	0	4.02639	X

La Tabla 4 Se encontró una diferencia significativa de -28.5833 al comparar las variedades de cacao Nacional y CCN-51. Según Salazar (2017), se detectó la

presencia de *Acetobacter* en el mucílago fermentado del cacao Nacional o Chuncho, que se sembró en Agar GYC a 30°C durante 48 horas.

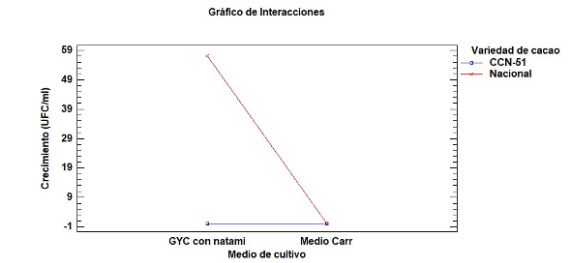


Figura 1. Gráfico de interacciones entre medio de cultivo y variedad de cacao *Acetobacter*

La Figura 1 muestra la interacción entre el tipo de medio de cultivo y la variedad de cacao, destacando un

mayor crecimiento en la variedad Nacional cuando se cultiva en el medio GYC + natamicina.

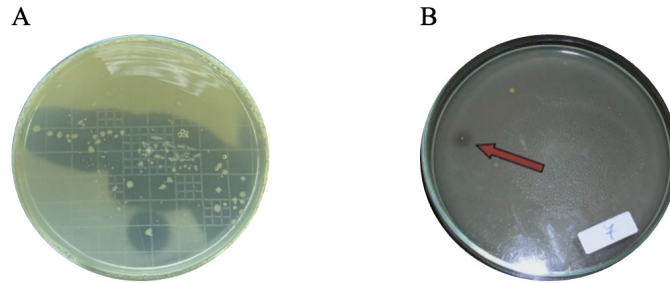


Figura 2. Dilución de *Acetobacter* A (Investigación) y B (Gerard, 2015)

La Figura 2 presenta las diluciones de *Acetobacter*, en donde la imagen de la placa A muestra un cultivo con una dilución de 10^{-6} (R₁ - A2B2C₁), utilizando cacao Nacional en medio GYC a 30°C. Mientras que la imagen B, basada en el trabajo de Gerard (2015), muestra el aislamiento de BAA en medio GYC a la misma temperatura, analizando vinagres de fruta.

Caracterización de los aislados obtenidos mediante técnicas microscópicas y bioquímicas.

Los aislados bacterianos presentados a continuación, pertenecen a las cajas petri donde hubo presencia de bacterias con mayor crecimiento, las cuales se les sometió a pruebas bioquímicas y microscópicas de tinción de Gram.

Tabla 5. Identificación bioquímica de cepas aisladas BAA

Cepas aisladas	Tinción de Gram	Rojo de metilo	Catalasa	Oxidasa
R ₀ - a ₂ b ₁ c ₁	-	+	-	-
R ₀ - a ₂ b ₂ c ₁	-	-	+	-
R ₁ - a ₂ b ₁ c ₁	-	-	+	-
R ₁ - a ₂ b ₂ c ₁	-	+	+	-
R ₂ - a ₂ b ₁ c ₁	-	-	-	-
R ₂ - a ₂ b ₂ c ₁	-	-	-	-

Nota: En los análisis bioquímicos destinados a la identificación de BAL, se evidencia que la especie R₁ - a₂b₂c₁ satisface las especificaciones correspondientes para ser clasificada como una bacteria del género *Acetobacter* spp.

La Tabla 5 y la Figura 3 se evidencia que los aislados son Gram negativos bacilares. La prueba de rojo de metilo fue positiva, lo que indica que la bacteria realiza fermentación ácida mixta y produce ácido. La prueba de catalasa también fue positiva, evidenciando la

capacidad de descomponer peróxido de hidrógeno (H₂O₂), lo que se manifestó con efervescencia. Sin embargo, la prueba de oxidasa fue negativa, indicando que la bacteria no produce esta enzima y, por lo tanto, no realiza respiración aeróbica.

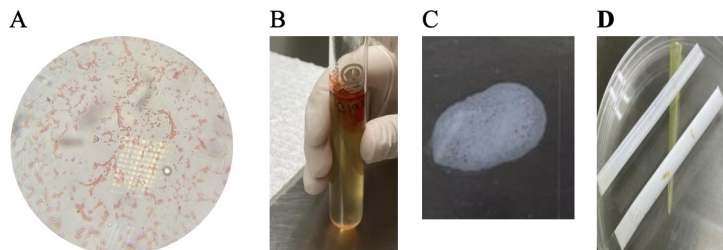


Figura 3. Identificación bioquímica de aisladas *Acetobacter* spp.

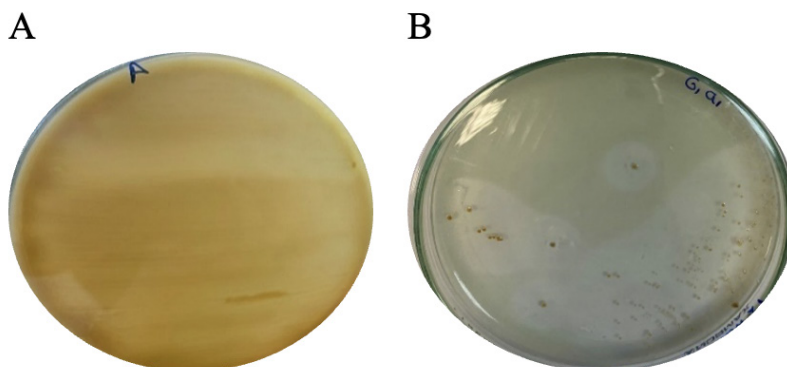
En la figura 3, Las imágenes A, B, C y D presentan los resultados de la investigación: tinción de Gram, prueba de rojo de metilo, prueba de catalasa y prueba de oxidasa, respectivamente. Según El-Askri et al. (2022), las bacterias acéticas de manzanas y uvas cultivadas en

medio GYC a 30 °C resultaron ser Gram negativas, con morfología en pares y cadenas. Rodríguez et al. (2023) y Duchi et al. (2023) confirmaron que *Acetobacter* sp. es Gram negativa, con colonias crema brillantes y puntiformes. Bioquímicamente, estas cepas son

catalasa positivas y oxidasa negativas, lo que indica un metabolismo aeróbico estricto.

Incorporación de un sustrato con el propósito de potenciar el crecimiento de biomasa en las bacterias

Al replicar bacterias *Acetobacter* spp., se sustituyó el agar GYC + natamicina por agar *Acetobacter*, el cual contenía una mayor cantidad de carbonato de calcio y glucosa. Esto resultó en una mayor abundancia de microorganismos, y se observó un aumento en su velocidad de crecimiento ver figura 4.



Nota: En la figura A, se observa la bacteria sembrada en *Acetobacter* agar, donde se evidencia un aumento de biomasa, mientras que, en la figura B la bacteria está sembrada en el agar GYC + natamicina.

Figura 4. Bacteria *Acetobacter* spp., en diferentes medios de cultivo

Kim et al. (2019) señalan que el agar *Acetobacter*, con altas concentraciones de glucosa y CaCO_3 , favorece el crecimiento de bacterias ácido-acéticas (BAA) y limita el de otras especies. Orellana (2022) también usó este medio enriquecido, lo que incrementó la biomasa de BAA. Ricaurte (2020) reportó que el hongo de kombucha, con *Acetobacter aceti* y té verde, alcanzó 173.33 UFC/mL tras 96 horas.

Cinética de crecimiento para aislados *Acetobacter* spp., con sustrato

La cinética de crecimiento se realizó al aislado procedente de las condiciones de cultivo que resultaron ser mejores en la etapa de desarrollo de bacterias, en el cacao Nacional incubado a 30°C en medio *Acetobacter* agar. Para poder contabilizar las colonias fue necesario realizar diluciones con el 5% de NaCl en agua destilada, hasta la dilución 10^{-3} donde se realizó el conteo de colonias.

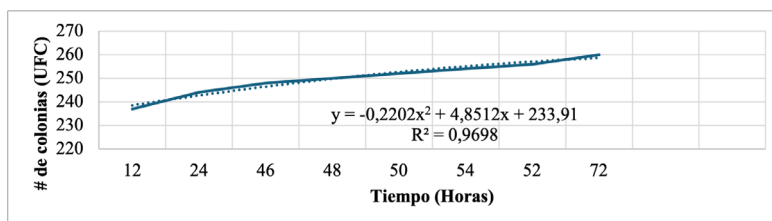


Figura 5. Cinética de crecimiento microbiano (*Acetobacter* spp.)

Modelo matemático adaptado de Gompertz

$$N(t) = 253,53$$

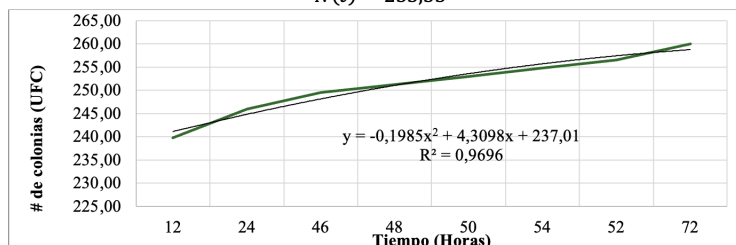


Figura 6. Cinética de crecimiento microbiano modelo matemático adaptado de Gompertz

La Figura 6 muestra la cinética de crecimiento de *Acetobacter* spp. según el modelo de Gompertz, donde la fase exponencial se extiende de las 12 a las 72 horas, sin observarse fases estacionarias ni de declive. Syed et al. (2020) también informaron que *Acetobacter xylinum* omitió la fase de latencia, iniciando directamente la fase exponencial desde el primer día hasta el día 12, manteniéndose luego en fase estacionaria sin una fase de declive evidente.

Uso de las bacterias liofilizadas en la agroindustria

Los aislados de *Acetobacter aceti* se emplea para la elaboración de té de kombucha, la cual es una bebida fermentada con un ligero sabor ácido, que presenta una vida útil prolongada sin perder sus características distintivas. Este té ofrece un potencial en el tratamiento de Síndrome metabólico y posee propiedades antiinflamatorias, hipoglucemiantes, antioxidantes y antihipertensivas (Ricaurte, 2020). Teniendo en cuenta a Núñez (2022), para la elaboración de vinagre a partir de naranja, es esencial fermentar la fruta y añadir la bacteria en una concentración de 3×10^8 UFC/mL, además, se requiere que el grado Brix de las naranjas esté en el rango de 8,3 – 9,4 y que la acidez titulable se encuentre entre 1,46 – 1,55.

IV. CONCLUSIONES

El medio GYC + natamicina resultó ser el más efectivo para el crecimiento de *Acetobacter* en la variedad de cacao Nacional, alcanzando 110 UFC/mL a 30 °C, mientras que el medio Carr no mostró crecimiento. La caracterización de los aislados reveló que eran Gram negativos, catalasa positivos y oxidasa negativos, lo que sugiere su capacidad aeróbica para producir ácido acético, útil en procesos agroindustriales.

La cinética de crecimiento de *Acetobacter* no presentó fase de adaptación ni muerte celular durante 72 horas, proporcionando información valiosa para la optimización de procesos industriales. Además, la liofilización demostró ser una técnica efectiva para la preservación de cepas de bacterias acéticas, con rendimientos consistentes que destacan su potencial para la conservación a largo plazo.

V. BIBLIOGRAFÍA

Avendaño, E., Oliveros, D., & Hilarión, W. (2021). La eliminación como un patrón fisiológico en los organis-

mos: el caso de la *Acetobacter*. *Mem. Congreso. Nac. Cienc. Biológicas*, 56(4), 244–246. https://www.researchgate.net/profile/Edisson-Avendano-Rodriguez/publication/364277015_La_eliminacion_como_un_patron_fisiologico_en_los_organismos_el_caso_de_la_Acetobacter_-_ISSN_2500-7459_p244_-_246_vNA/links/64b64b42b9ed6874a52b9017/La-eliminacion-como-un-patron-fisiologico-en-los-organismos-el-caso-de-la-Acetobacter-ISSN-2500-7459-p244-246-vN-A.pdf

Calero, R. (2022). *Desarrollo de una aplicación móvil para determinar el grado de fermentación de los granos de cacao (theobroma cacao L.) aplicando técnicas de visión artificial basadas en deep learning* [Proyecto de Investigación]. Universidad Técnica de Cotopaxi.

Dávalos, P. (2022). *Aislamiento y caracterización de cepas nativas de Komagataeibacter xylinus y comparación de su crecimiento en diferentes sustratos* [Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34967/1/BQ%20308.pdf>

Duchi, B. (2022). *Microorganismos de uso agroindustrial aislados del suelo de un bosque primario de la Parroquia Pungala Cantón Riobamba*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Duchi, B., Flores, C., Salgado, I., & Sánchez, T. (2023). Microorganisms of agroindustrial use isolated from the soil of a primary forest of the Pungalá Parish in the Riobamba Canton. *Journal of Survey in Fisheries Sciences*, 10(3), 308–318. <https://dspace.esPOCH.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/319678f9-3cab-4e55-82db-71b531bb6b9d/content>

El-Askri, T., Yatim, M., Sehli, Y., Rahou, A., Belhaj, A., Castro, R., Durán-Guerrero, E., Hafidi, M., & Zouhair, R. (2022). Screening and Characterization of New *Acetobacter fabarum* and *Acetobacter pasteurianus* Strains with High Ethanol–Thermo Tolerance and the Optimization of Acetic Acid Production. *Microorganisms*, 10(9), 1741. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10091741>

Erazo, C. (2019). *Diseño de un fermentador y secador*

- solar piloto, para dos variedades de cacao (*Theobroma cacao L.*), en el cantón el Empalme provincia Guayas. Universidad Internacional SEK. <https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/3361>
- Fernández, S. (2022). *Caracterización de bacterias ácido lácticas (BAL) para la producción de ácido láctico (AL) a escala de planta piloto*. Universidad de Costa Rica. <https://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr/items/e1317a2b-c5ae-4940-bf28-55bfdeb7ca5e/full>
- Garcés, B. (2021). *Evaluación de las diferentes proporciones de mucílago de Cacao (*Theobroma cacao L.*) CCN-51 y jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum L.*) en la elaboración de jalea* [Universidad Nacional de Ucayali]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/fe293eaa-909d-4c48-b416-c5be38c2e996/content>
- Gerard, L. (2015). *Caracterización de bacterias del ácido acético destinadas a la producción de vinagres de frutas*. Universidad Politécnica de Valencia. <https://riunet.upv.es/entities/publication/1913388f-1782-44b4-80fc-451abd04be71>
- Illescas, L. (2021). *Elaboración de un vinagre a base de pomarrosa (*Syzgium jambos*) como una alternativa de consumo* [Universidad Agraria del Ecuador]. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ILLES-CAS%20ANDRADE%20LISETTE%20ROCIO.pdf>
- Jordan, K., & Parra, M. del C. (2020). *Evaluación del mucílago de cacao (*Theobroma Cacao L.*) para la obtención de etanol de segunda generación*. Universidad Técnica de Machala.
- Kim, D.-H., Chon, J.-W., Kim, H., & Seo, K.-H. (2019). Development of a novel selective medium for the isolation and enumeration of acetic acid bacteria from various foods. *Food Control*, 106, 0956–7135. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.106717>
- Lange, F., & Criollo, F. (2022). *Evaluación del aprovechamiento industrial del mucílago de cacao de la variedad ccn-51 y nacional a partir de su caracterización fisicoquímica*. Universidad de Guayaquil. <https://repositorio.ug.edu.ec/items/2d-7d1e15-d5d5-4944-a33e-21ee9ad175bf>
- Lara, K., & Segarra, M. (2022). *Propuesta de una bebida antioxidante a base de hojas y mucílago de *Theobroma cacao L.* fino de aroma*. Universidad de Guayaquil. <https://redi.cedia.edu.ec/document/299865>
- Lemus, S. (2020). *Optimización de un proceso de fermentación artesanal para elaboración de vinagre y estudio del inóculo empleado (Madre del vinagre)* [Ingeniería en Alimentos]. Universidad Autónoma de Puebla.
- Melgaço, A. C. C., Blohem Pessoa, W. F., Freire, H. P., Evangelista de Almeida, M., Santos Barbosa, M., Passos Rezende, R., Timenetsky, J., Miranda Marques, L., & Romano, C. C. (2018). Potential of Maintaining a Healthy Vaginal Environment by Two Lactobacillus Strains Isolated from Cocoa Fermentation. *Bio-Med Research International*, 2018, 1–14. <https://doi.org/10.1155/2018/7571954>
- Ministerio del Ambiente y Agua. (2020, July 30). *Ambiente*. <https://www.ambiente.gob.ec/ecuador-impulsa-la-gestion-adecuada-de-residuos-organicos-en-las-ciudades/>
- Núñez, F. (2022). *Escalado de procesos fermentativos aerobios en biorreactores tipo tanque agitado: Escalado de la fermentación para la obtención de vinagre de naranja agria (*Citrus aurantium L.*) con *Acetobacter sp.** [Escuela Politécnica Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/23098/1/CD%2012522.pdf>
- Olivares, W. (2022). *Propuesta de creación de empresa productora y comercializadora de jugo embotellado a base de mucílago de cacao*. [Universidad Católica De Santiago de Guayaquil]. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/19413/1/T-UCSG-PRE-ESP-IE-359.pdf>
- Orellana, A. (2022). *Aislamiento e identificación de microorganismos con interés agroindustrial a partir de muestras de suelo de bosques primarios del cantón Colta* [Escuela Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.espoeh.edu.ec/bitstream/123456789/20237/1/96T00846.pdf>
- Paredes, N., Monteros-Altamirano, Á., Lima, L., Caice-

- do, C., Bastidas, S., Tinoco, L., Fernández, F., Vargas, Y., Pico, J., Subía, C., Burbano, A., Chanaluz, A., Sotomayor, D., Díaz, A., Intriago, J., Chancosa, C., Andrade, A., & Enríquez Geovanny. (2022). *Manual del cultivo de cacao sostenible para la Amazonía ecuatoriana* (1era ed.). Manual Nro. 125. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5833>
- Pérez, M., Sampedro, M., Pazmiño, L., & Pulla, I. (2021). Bolívar 2021 Innova, Emprende, Produce. *Fundación Maquita - Prefectura de Bolívar - Universidad Estatal de Bolívar*, 1–52.
- Ramos, N. (2024). *Concentración de Acetobacter Aceti a diferente temperatura para la elaboración de vinagre de frambuesa (Rubus Idaeus) evaluando sus características fisicoquímicas* [Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/6348>
- Ricaurte, A. (2020). *Determinación de la viabilidad del Acetobacter Aceti y Saccharomyces Cerevisiae presentes en el Medusomyces Gisevi (hongo kombucha) para una posible aplicación en la agroindustria, mediante la utilización de tres sustratos* [Escuela Superior Politécnica De Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15506/1/27Too457.pdf>
- Rodríguez, L., Sánchez, D., Espinosa, M., & Coronado, R. (2023). Caracterización microbiológica, sensorial y bromatológica de la fermentación de cacao en los genotipos CCN 51 E ICS 95. *FAVE Sección Ciencias Agrarias*, 22, 1–19. https://www.researchgate.net/publication/376537514_Caracterizacion_microbiologica_sensorial_y_bromatologica_de_la fermentacion_de_cacao_en_los_genotipos_CCN_51_E_ICS_95
- Ruiz, M. (2019). *Aislamiento e identificación de bacterias ácido lácticas con actividad inhibitoria de bacterias implicadas en enfermedades transmitidas por alimentos*. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/103805>
- Salazar, L. (2017). *Aislamiento y caracterización de microorganismos durante el proceso de fermentación de Theobroma Cacao L. De la variedad "Chuncho" obtenida en Cuzco, Perú* [Universidad Peruana Cayetano Heredia]. https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/1436/Aislamiento_SalazarAlvarez_Lilian.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Santana, P., Vera, J., Vallejo, C., & Álvarez, A. (2019). Mucílago de cacao, Nacional y Trinitario para la obtención de una bebida hidratante. *Universidad Ciencia Y Tecnología*, 4.
- Syed, S., Supang, J., & Mohd, M. (2020). The development of Acetobacter xylinum growth measurement through total protein analysis. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 24(2), 258–265.
- Torres, C., & Vera, G. (2019). *Efecto del porcentaje de ácido acético en la vida útil de una conserva de pollo desmenuzado en escabeche* [Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. <https://repositorio.espa.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/42000/1231/TAI177.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- Vera, J., Vásquez, L., Alvarado, K., Mora, K., Intriago, F., Naga-Raju, M., Radice, M., & Vallejo, C. (2023). Mucílago de cacao (CCN-51) en la elaboración de almibar de manzana con propiedades antioxidantes. *Revista Multidisciplinaria de Desarrollo Agropecuario, Tecnológico, Empresarial y Humanista*, 5(1), 1–10. <https://investigacion.utc.edu.ec/index.php/dateh/article/view/790>
- Wang, B. (2020). *Characteristics of Dominant Acetic Acid Bacteria and Yeasts in Kombucha Sold in New Zealand*. Massey University. <https://mro.massey.ac.nz/items/4e4662fo-1d4e-41d6-83b7-9f485c78214c>

Evaluación de las condiciones inmunológicas y microbianas del calostro bovino antes y después de la pasteurización en Yagui Chico, San Miguel, Bolívar – Ecuador

Diego Quijano Vargas¹; Sebastián Coloma Gaibor²; Rivelino Ramón Curay³;
Jonathan Arias-Real⁴; Cristian Becerra-Segura⁵

Resumen

La investigación aborda la importancia del calostro en la nutrición e inmunidad neonatal bovina, debido a la falta de transferencia placentaria de inmunoglobulinas. Se analizó el calostro pre y postpasteurizado en el recinto Yagui Chico, Ecuador. Se evaluaron los grados Brix, IgG, y la calidad microbiológica. El 50% de las muestras fueron de buena calidad ($\geq 22^\circ$ Brix), y el 80% de los neonatos mostraron una transferencia exitosa de inmunidad pasiva. Sin embargo, las muestras no cumplían con los estándares de calidad sanitaria. Tras la pasteurización, la carga bacteriana disminuyó significativamente. Se encontró que los fallos en la transferencia de inmunidad pasiva dependen en un 29.27% de los recuentos bacterianos. Se observó una fuerte correlación positiva entre los grados Brix y la concentración de IgG, lo que sugiere una relación directa entre la calidad inmunológica y la concentración de azúcares en el calostro.

Palabras claves: Calostro, grados Brix, ELISA, pasteurización.

Evaluation of the immunological and microbial conditions of bovine colostrum before and after pasteurization in Yagui Chico, San Miguel, Bolívar – Ecuador

Abstract

The research addresses the importance of colostrum in bovine neonatal nutrition and immunity, due to the lack of placental transfer of immunoglobulins. Pre- and post-pasteurized colostrum was analyzed at the Yagui Chico facility, Ecuador. Degrees Brix, IgG, and microbiological quality were evaluated. 50% of the samples were of good quality ($\geq 22^\circ$ Brix), and 80% of the calves showed successful transfer of passive immunity. However, the samples did not meet health quality standards. After pasteurization, the bacterial load decreased significantly. It was found that failures in the transfer of passive immunity depend on 29.27% on bacterial counts. A strong positive correlation was observed between Brix degrees and IgG concentration, suggesting a direct relationship between immunological quality and the concentration of sugars in colostrum.

Keywords: Colostrum, degrees Brix, ELISA, pasteurization

Recibido: 19 de diciembre de 2024

Aceptado: 14 de agosto de 2025

¹ Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Medicina Veterinaria, CP: 020150, Guaranda Ecuador, eremites1997@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-4051-1618>

² Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Medicina Veterinaria, CP: 020150, Guaranda Ecuador, sebastiancolomagaibor@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-4394-0877>

³ Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Medicina Veterinaria, CP: 020150, Guaranda Ecuador, erivelino@ueb.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0001-6284-4223>

⁴ Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Medicina Veterinaria, CP: 020150, Guaranda Ecuador, joarias@mailes.ueb.edu.ec, <https://orcid.org/0009-0008-2518-7365>

⁵ Centro Médico Veterinario Mundo de las Mascotas, CP: 020150, Guaranda Ecuador, cristianbecerra1991@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-4046-5185>

I. INTRODUCCIÓN

El manejo adecuado del neonato es crucial en la producción lechera para asegurar la supervivencia y salud del nuevo individuo y desarrollar futuros reemplazos (González et al., 2019). Los cuidados inician en el periparto inmediato e incluyen actividades como la secundinación, el calostro y la curación del ombligo (Gross, 2020). Estas medidas previenen la morbilidad y mortalidad, impactando

el desarrollo y la producción animal (Hidalgo, 2019). El calostro, con su alta composición en grasa, proteína e inmunoglobulinas, es esencial para proporcionar energía e inmunidad, siendo vital en las primeras 6 a 12 horas post-parto (Calderón, 2018).

Composición del calostro bovino

Tabla 1. Composición del calostro bovino, leche de transición y leche entera de vacas Holstein

Parámetro	Calostro	Leche de transición		Leche
		2do ordeño	3er ordeño	
Gravedad específica	1056	1040	1035	1032
Sólidos totales (%)	23.9	17.9	14.1	12.9
Grasa (%)	6.7	5.4	3.9	4.0
Proteína total (%)	14	8.4	5.1	3.1
Caseína (%)	4.8	4.3	3.8	2.5
Albumina (%)	6.0	4.2	2.4	0.5
Inmunoglobulinas (%)	6.0	4.2	2.4	0.09
IgG (g/100 mL)	3.2	2.5	1.5	0.06
Lactosa	2.7	3.9	4.4	5.0
IgGF-1 (µg/L)	341	242	144	15
Insulina (µg/L)	65.9	34.8	15.8	1.1
Ceniza (%)	1.11	0.95	0.87	0.74
Calcio (%)	0.26	0.15	0.15	0.13
Magnesio (%)	0.04	0.01	0.01	0.01
Potasio (%)	0.14	0.13	0.14	0.15
Sodio (%)	0.07	0.05	0.05	0.04
Cloro (%)	0.12	0.1	0.1	0.07
Zinc (mg/100 mL)	1.22	-	0.62	0.3
Manganeso (mg/100 mL)	0.02	-	0.01	0.004
Hierro (mg/ 100 g)	0.20	-	-	0.05
Cobre (mg/ 100 g)	0.06	-	-	0.01
Cobalto (µg/100 g)	0.5	-	-	0.10
Vitamina A (µg/100 mL)	295	190	113	34
Vitamina D (IU/g grasa)	0.89-1.81	-	-	0.41
Vitamina E (µg/g grasa)	84	76	56	15
Tiamina (µg/mL)	0.58	-	0.59	0.38
Riboflavina (µg/mL)	4.83	2.71	1.85	1.47
Biotina (µg/100 mL)	1.0 – 2.7	-	-	2.0
Vitamina B12 (µg/100 mL)	4.9	-	2.5	0.6
Ácido fólico (µg/100 mL)	0.8	-	0.2	0.2
Colina (mg/mL)	0.7	0.34	0.23	0.13
Ácido ascórbico (mm/100 mL)	2.5	-	2.3	2.2

Fuente: Godden et al. (2019).

El manejo del calostro debe cumplir con ciertos puntos de control de calidad: calidad inmunológica, calidad sanitaria, tiempo de calostrado y cantidad suministrada, cada uno influenciado por múltiples factores (Balao da Silva et al., 2020). Durante las primeras 6 horas post-parto, las condiciones intestinales del neonato bovino son óptimas para absorber anticuerpos (IgG, IgA e IgM) y otros componentes inmunitarios, pero esta capacidad disminuye con el tiempo (Schogor et al., 2021). La calidad inmunológica del calostro depende de factores maternos como edad, número de partos, raza, nutrición y manejo durante la obtención, procesamiento y almacenamiento. Su perfil sanitario puede evaluarse mediante exámenes microbiológicos (Lombard et al., 2020). La producción láctea inicia con la diferenciación del tejido mamario activada por hormonas como cortisol, estrógenos, progesterona, oxitocina, prolactina y hormona del crecimiento. La estimulación nerviosa durante la lactancia libera oxitocina, contrayendo las células mioepiteliales para la bajada de leche (Akers, 2017; Zhao et al., 2019). La glándula mamaria mantiene su actividad metabólica y renovación celular, regulada por factores neuroendocrinos y la circulación sanguínea (McCoard et al., 2019).

Desarrollo de la Glándula Mamaria y su Morfología.

La mamogénesis en bovinos, desde etapas embrionarias hasta la pubertad, implica el desarrollo glandular a partir del ectodermo y la formación de crestas mamarias. Hormonas y factores de crecimiento promueven el desarrollo funcional de la ubre y la producción láctea (James et al., 2017; Makovicky et al., 2017). En bovinos, la glándula mamaria tiene cuatro cuartos glandulares, cuya actividad, regulada neuroendocrinamente, inicia al parir, produciendo calostro rico en anticuerpos que brindan inmunidad pasiva. Con el tiempo, el calostro evoluciona a leche de transición y luego a leche madura, rica en proteínas, grasas, azúcares y minerales. La fisiología del pezón depende del canal y está mantenida por ligamentos suspensorios. La irrigación sanguínea, crucial para la producción láctea, se intensifica posparto, y el drenaje venoso ocurre a través de varios troncos

(Toscano, 2019; Ruiz, 2018; Valle, 2022).

Evaluación del Calostro

El calostro proporciona nutrientes e inmunidades esenciales para el desarrollo y protección del neonato. Su calidad, medida por los niveles de inmunoglobulinas y el grado de contaminación bacteriana, influye en la eficiencia del reemplazo de animales productivos (Kessler et al., 2020). La refractometría, utilizando el refractómetro Brix, es clave en la evaluación del calostro, con un mínimo de 22% Brix para calidad óptima (Lombard et al., 2020). Métodos como ELISA y la inmunodifusión radial permiten medir las inmunoglobulinas, con 50 g/L de IgG establecido como mínimo para la protección del neonato (Dunn et al., 2017; Fiorani et al., 2020).

En bovinos, la transferencia de inmunidad placentaria es nula, aumentando el riesgo de morbilidad y mortalidad neonatal. La calidad del calostro, crucial para la inmunidad pasiva, depende de la nutrición de la vaca y la higiene del parto. Se propone evaluar la calidad del calostro pre y post-pasteurizado en vacas del cantón San Miguel de Bolívar.

En este contexto, el objetivo de este trabajo fue estudiar las condiciones inmunológicas y microbianas del calostro bovino pre y post-pasteurizado del recinto Yagui Chico, cantón San Miguel, provincia de Bolívar.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio y procesamiento de muestras

La investigación se realizó en unidades productoras de leche ubicadas en el recinto Yagui Chico, cantón San Miguel (provincia Bolívar, Ecuador). Las muestras biológicas fueron procesadas en el Laboratorio General de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente de la Universidad Estatal de Bolívar.

Justificación del tamaño muestral

Se seleccionaron 20 binomios vaca-neonato ($n = 20$) considerando criterios de accesibilidad, homogeneidad de condiciones de manejo postparto y disponibilidad en campo durante el periodo de estudio. Este tamaño muestral fue considerado

suficiente para identificar tendencias en los parámetros inmunológicos y microbiológicos del calostro y su relación con la transferencia de inmunidad pasiva, acorde a estudios previos con diseños similares y restricciones logísticas propias del entorno rural.

Factores en estudio.

Para evaluar la calidad inmunológica y sanitaria del calostro bovino y la eficacia de la transferencia pasiva de inmunidad en neonatos, se analizaron los siguientes factores:

- **Factor A (calidad inmunológica del calostro):**

A1 = Grados Brix

A2 = Cuantificación de IgG por ELISA

- **Factor B (calidad sanitaria del calostro):**

B1 = Recuento total de bacterias en calostro pasteurizado

B2 = Recuento total de bacterias y coliformes en calostro no pasteurizado

B3 = Recuento de coliformes en calostro pasteurizado

B4 = Recuento de coliformes en calostro no pasteurizado

- **Factor C (transferencia de inmunidad pasiva):**

C1 = Grados Brix del suero sanguíneo del neonato

En total se evaluaron 7 tratamientos derivados de la combinación de estos factores.

Toma y manejo de muestras

Se recolectaron 45 mL de calostro entre 0 y 2 horas postparto, mediante desinfección del pezón, despunte y recolección en envases estériles. Las muestras se codificaron con trazabilidad individual (ej. SC001H-002) y se almacenaron a 2–4 °C en tubos cónicos hasta su procesamiento. Del volumen total, 15 mL fueron destinados a pasteurización.

Pasteurización

En el laboratorio, se pasteurizaron 15 mL de calostro mediante el método de Holder: 62.5 °C durante 30 minutos, controlando la temperatura para minimizar la reducción de inmunoglobulinas.

Medición del % Brix del calostro

Usando un refractómetro, se midieron los grados Brix del calostro antes de pasteurizarlo. Primero, se calibró el refractómetro con agua destilada. Luego, se secó y se aplicaron 1000 µL de calostro, esperando un minuto para registrar la refracción de la luz y llenar la hoja de registro.

Análisis serológico del neonato

Se obtuvieron 5 mL de sangre venosa entre 2 y 6 horas tras el consumo de calostro. Luego de coagulación y centrifugación, el suero fue analizado mediante refractometría para determinar los grados Brix.

Análisis microbiológico

El conteo de bacterias totales y coliformes se realizó mediante:

- **Petrifilm™ (3M):** para coliformes en calostro diluido 10^{-3} (incubación a 37 °C por 24 h).
- **Siembra en PCA:** diluciones seriadas hasta 10^{-6} y siembra de 100 µL en placas (30–300 colonias), incubadas a 37 °C por 24 h.

Cuantificación de Inmunoglobulina G (IgG)

El calostro congelado a -4°C se envió en un cooler sellado a un laboratorio externo, donde se cuantificó la IgG mediante ELISA. Se utilizó un rango de referencia de 50–150 g/L para interpretar la cantidad de IgG en el calostro no pasteurizado.

Análisis Estadístico

Los resultados se registraron desde el inicio hasta la culminación del estudio, y se sometieron a análisis estadístico utilizando los paquetes SAS 9.4 y SPSS 25.

Consideraciones éticas

El presente estudio fue desarrollado conforme a las normativas nacionales de bienestar animal. Dado que las prácticas de muestreo no implicaron procedimientos invasivos ni alteraciones al manejo habitual de los animales, no fue necesaria la aprobación por un comité de ética institucional. Sin embargo, se garantizó el consentimiento informado de los propietarios de los animales y se

aplicaron buenas prácticas veterinarias durante todo el proceso.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN
Medición de los grados Brix del calostro

Tabla 2. Pruebas de normalidad de los datos obtenidos sobre los grados Brix presentes en el calostro

Pruebas de normalidad	Kolmogorov-Smirnov ^a		Sig	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	GL		Estadístico	GL	Sig
° Brix	0.148	20	0.200	0.956	20	0.462 NS
Media: 22.10 ° Brix						

Nota: NS= No significativo

Mediante el análisis de Shapiro-Wilk, se determinó que no hubo influencias estadísticas significativas en los valores de los grados Brix de las muestras de calostro. Esto indica que los valores Brix de las unidades productivas muestreadas fueron similares, con una media general de 22.10°

Brix. Según Lombard et al. (2022), este valor se asocia con una concentración de IgG ≥ 50 g/L. Basándonos en esta premisa, podemos inferir que el 50% (10 de 20) de las muestras analizadas se clasificaron como de excelente calidad para el consumo de los neonatos (Figura 1), garantizando así una buena transferencia de inmunidad pasiva.

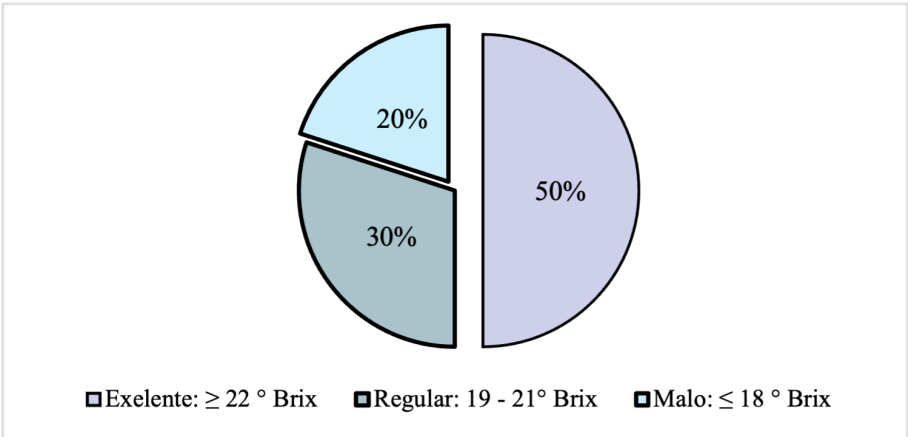


Figura 1. Determinación de la calidad de las muestras de calostro

Buczinski & Vandeweerd (2016) realizaron un metanálisis sobre la validación de la refractometría para evaluar la calidad del calostro bovino. Encontraron que calostros con ≥ 22 °Brix tienen un 94.3% de probabilidad de contener ≥ 50 g/L de IgG, considerado óptimo para la transferencia de

inmunidad pasiva. En su análisis de 4251 muestras, hallaron una prevalencia de calostro de excelente calidad entre el 67.3% y el 92.3%.

Análisis del suero sanguíneo del neonato mediante refractometría para evaluar la transferencia de inmunidad pasiva.

Tabla 3. Prueba de normalidad de los datos obtenidos sobre los grados Brix presente en el suero sanguíneo del neonato

Pruebas de normalidad	Kolmogorov-Smirnov ^a		Sig	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	GL		Estadístico	GL	Sig
° Brix del S.S.	0.168	20	0.141	0.923	20	0.112 NS
Media: 8.96 ° Brix						

Nota: NS= No significativo; S.S= suero sanguíneo

El análisis de Shapiro-Wilk evidenció que no hubo variaciones estadísticamente significativas en los grados Brix del suero sanguíneo de los neonatos

entre las unidades productivas muestreadas. La media general fue de 8.96° Brix, lo que sugiere una transferencia de inmunidad pasiva óptima en esta zona productiva.

Según la categorización de Lambard et al. (2022) sobre la transferencia de inmunidad pasiva (TIP), el 40% (8/20) de los individuos mostraron TIP excelente con valores $\geq 9.4^\circ$ Brix. Dos de 20

tuvieron un TIP óptima con valores de 8.9 a 9.3° Brix, 6/20 expresaron un TIP bueno con valores de 8.1 a 8.8° Brix, y finalmente 4/20 mostró TIP mala con valores $< 8.1^\circ$ Brix (Figura 2)

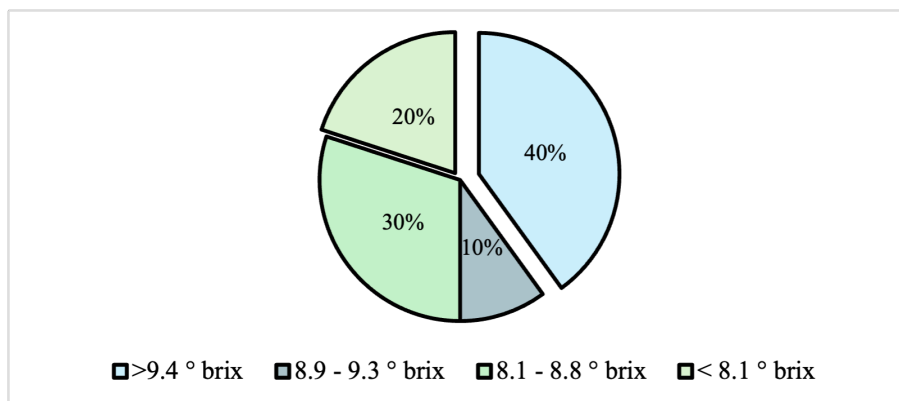


Figura 2. Análisis de la frecuencia de la eficiencia en la transferencia de inmunidad pasiva

Sutter et al. (2023) estudiaron la asociación entre transferencia de inmunidad pasiva (TIP), salud y desempeño de 3434 terneras lecheras desde el nacimiento hasta el destete. Evaluando la eficiencia de TIP, encontraron que el 37.4% tuvo TIP excelente, el 28.3% buena, el 29.5% regular y el 4.8% pobre, según las categorías establecidas por Lombard et al. (2020).

Crannell & Abuelo (2023) encontraron que neonatos con excelente transferencia de inmunidad pasiva (TIP) tenían menor riesgo de diarrea, neumonía y mortalidad, y mejor rendimiento productivo. Las terneras con TIP mala, regular

y buena tenían un 64%, 55% y 24% menos probabilidades, respectivamente, de alcanzar la primera inseminación exitosa precozmente y una menor edad al parto. Lombard et al. (2020) sugieren que al menos el 40% de los neonatos deben tener TIP excelente, pero en Yagui Chico, las unidades lecheras no cumplieron con estos estándares.

Correlación y regresión lineal entre los grados Brix del calostro y los grados Brix del suero como predictor de la TIP en neonatos.

Tabla 4. Correlación y regresión lineal entre los grados Brix del calostro con los grados Brix del suero sanguíneo como indicador del éxito o fallos en la TIP de los neonatos

Trasferencia de inmunidad pasiva	R	R ²	R ² Ajustado
$^\circ$ Brix del Calostro * $^\circ$ Brix del suero sanguíneo	0.8851 <.0001 **	0.7835 78.25%	0.7715 77.15%

Nota. **: Correlación fuerte positiva.

El análisis de Pearson mostró una fuerte relación positiva entre los grados Brix del calostro y del suero sanguíneo, indicando que el 78.25% de la transferencia de inmunidad pasiva en los neonatos de Yagui Chico se relaciona con la calidad del calostro. El 21.75% restante se debe a otros factores, como cantidad y tiempo de alimentación. Según Buczinski & Vandeweerd (2016), valores de

calostro $\geq 22^\circ$ Brix son indicadores confiables de una transferencia de inmunidad pasiva óptima o excelente, lo cual se confirma en el recinto Yagui Chico.

Cuantificación de IgG en el calostro bovino

Tabla 5. Prueba de normalidad de los resultados de la cuantificación de IgG calostro

Pruebas de normalidad	Kolmogorov-Smirnov		Shapiro-Wilk			
	Estadístico	GL	Sig	Estadístico	GL	Sig
IgG	0.194	20	0.048	0.873	20	0.013 **
Media: 65.28						

Nota. **: Diferencias estadísticas altamente significativas.

El análisis de Shapiro-Wilk mostró diferencias significativas en la concentración de IgG en el calostro, revelando una variabilidad notable entre las muestras, con un promedio de 65.28 g/L y valores entre 40.00 g/L y 80.00 g/L. Los análisis

se realizaron utilizando valores de referencia de 50 a 150 g/L para la clasificación de IgG en calostro bovino. Encontramos que el 80% de las muestras analizadas registraron valores inferiores a 50 g/L (Figura 3).

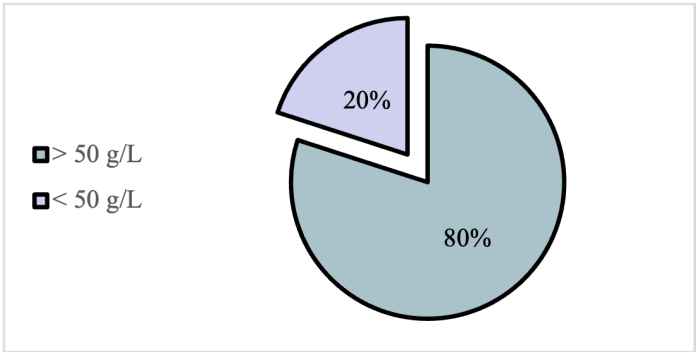


Figura 3. Porcentaje de IgG de acuerdo con los referenciales obtenidos del análisis de ELISA

En el estudio de Martin et al. (2021) sobre calostro en vacas Charoláis, el 6% de las 366 muestras tenían concentraciones de IgG inferiores a 50 g/L, y el 10% de los neonatos no alcanzaron los valores mínimos de IgG (>8.1 °Brix). En nuestra investigación, el 20% de las muestras se clasificaron como calostros de baja calidad, superando la proporción reportada. Baumrucker et al. (2014) no encontraron variación significativa en las inmunoglobulinas entre cuartos de la

glándula mamaria y reportaron un promedio de 96.3 g/L de IgG, superior a nuestros resultados, posiblemente debido a diferencias en manejo y sistemas productivos.

Análisis de correlación y regresión lineal de la cuantificación de IgG con los grados Brix del calostro y los grados Brix del suero sanguíneo de los neonatos bovinos.

Tabla 6. Correlación y regresión de la calidad inmunológica del calostro bovino por los grados Brix del calostro y suero sanguíneo de los neonatos

Calidad inmunológica del calostro	R	R ²	R ² Ajustado
IgG*Gbc	0.8529	0.7275	0.7124
	IgG*Gbss	72.75%	71.24%
Media: 65.28	0.8107	0.6572	0.6382
	<.0001**	65.72%	63.82%

Nota. **: Correlación fuerte positiva.

La relación entre los grados Brix del calostro y la cantidad de IgG calostroal, así como del suero sanguíneo, fue positiva y significativa. El 72.75% de la variabilidad de IgG calostroal se explicó por los grados Brix, mientras que el 27.25% se debió

a otros factores. La IgG influyó en el 65.72% de la transferencia de inmunidad pasiva en el suero sanguíneo, con el 34.28% restante relacionado con otros factores. En contraste con Dunn et al. (2018), que reportaron un R² de 0.58, nuestra

investigación encontró un R^2 de 0.72, indicando una asociación más fuerte entre los métodos de medición. Confirmamos que calostros excelentes y buenos tenían niveles de IgG > 50 g/L.

Sutter et al. (2023) recomiendan evaluar la transferencia de inmunidad pasiva (TPI) en neonatos de 24 horas a 7 días mediante la medición de IgG o refractometría de proteínas totales en suero. Lombard et al. (2020) encontraron un R^2 de 0.80 entre grados Brix en suero e IgG, indicando

que los Brix pueden predecir la TPI. En nuestra investigación, calostros con IgG > 70 g/L dieron una TPI excelente ($\geq 9.4^\circ$ Brix), mientras que < 50 g/L causaron fallos de TPI (< 8.1° Brix). Se necesitan más estudios sobre factores que influyen en los niveles de IgG.

Conteo de bacterias totales (CBT) en el calostro no pasteurizado.

Tabla 7. Prueba de normalidad del conteo de bacterias totales en UFC/mL presentes en el calostro

Pruebas de normalidad	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	GL	Sig	Estadístico	GL	Sig
CBT (CNP)	0.183	20	0.076	0.931	20	0.160 NS
CBT (CNP) Media: 1063500 UFC/mL = 1×10^{-6} UFC/mL						

Nota: NS= No significativo; CBT= conteo de bacterias totales; CNP= calostro no pasteurizado.

Las pruebas de normalidad mostraron que no hubo diferencias significativas en los recuentos de bacterias totales (CBT) entre las muestras, con una media de 1×10^6 UFC/mL. Además, el 100% de las muestras de calostro superaron los 100,000

UFC/mL, indicando un alto recuento bacteriano. Este hallazgo sugiere un riesgo para la salud del neonato y podría afectar los índices de salud y productividad de los animales jóvenes (Figura 4).

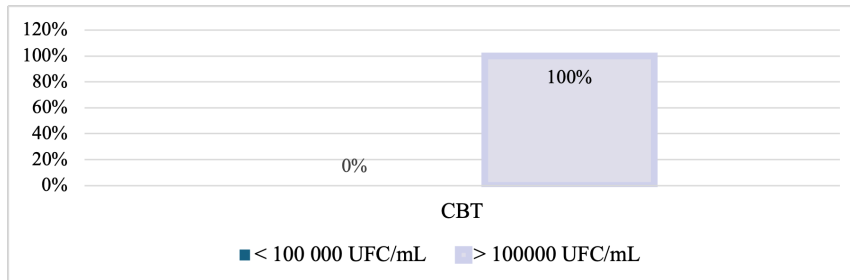


Figura 4. Análisis del CBT de unidades formadoras de colonias presente en el calostro

Mann et al. (2020) estudiaron el tratamiento térmico del calostro bovino en granjas de Nueva York, encontrando recuentos de UFC/mL entre 10,000 y 40,000 en 11 muestras. Estos valores son más bajos que los de nuestra investigación, sugiriendo diferencias en condiciones sanitarias

y prácticas de manejo entre las ubicaciones estudiadas.

Conteo de coliformes totales del calostro no pasteurizado

Tabla 8. Prueba de normalidad del conteo de coliformes totales del calostro

Pruebas de normalidad	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	GL	Sig	Estadístico	GL	Sig
CBT coliformes (CCT)	0.088	20	0.200	0.958	20	0.496 NS
(CCT) Media: 115.75×10^{-1} UFC/100μL = 11575 UFC/mL						

Nota: NS= No significativo; UFC= unidad formadora de colonia

El análisis de Shapiro-Wilk (Tabla 8) mostró que no hubo diferencias significativas en los niveles de coliformes totales entre las muestras, con un promedio de 11,575 UFC/mL. Este valor supera el

límite establecido por las normas estadounidenses (<10,000 UFC/mL), lo que implica riesgos para la salud de los neonatos. Mediante el análisis del conteo de coliformes totales a través del recuento

en membrana Petrifilm 3M, se obtuvo que del total de muestras de calostros analizadas el 60% (12/20) exhibieron valores superiores o iguales a 10 000

UFC/mL, mientras que el 40% (8/20) restante presentaron valores inferiores a 10 000 UFC/mL (Figura 5).

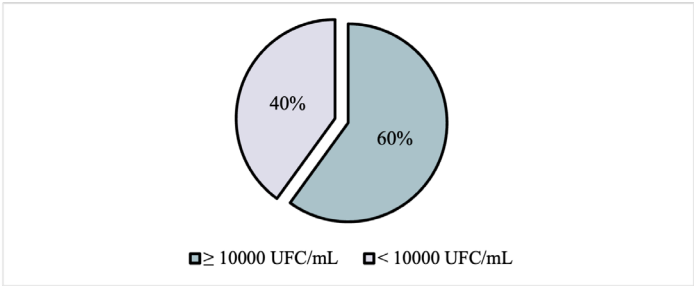


Figura 5. Porcentaje del conteo de coliformes totales del calostro

Phipps et al. (2016) analizaron 240 muestras de calostro en granjas lecheras del norte de Victoria, Australia, encontrando que el 6% tenía recuentos de UFC > 10,000, el 5% entre 1000 y 10,000 UFC, y el 80% < 1000 UFC/mL o sin crecimiento. El 11% de los neonatos estaban en riesgo de fallos en la transferencia de inmunidad pasiva debido a altos recuentos de coliformes. En nuestra investigación, el 40% de las muestras tuvieron valores < 10,000

UFC/mL, sugiriendo que más del 60% del calostro de Yagui Chico no cumple con los estándares sanitarios, poniendo en riesgo la salud de los neonatos.

Efecto del pasteurizado sobre el conteo de bacterias totales (CBT) y coliformes totales de las muestras de calostros.

Tabla 9. Análisis del pasteurizado sobre el conteo de UFC/mL de CBT y conteo de coliformes totales del calostro

Detalle	CBT		Coliformes totales	
	No Pasteurizado	Pasteurizado	No Pasteurizado	Pasteurizado
μ	1 * 10-6 UFC/mL	0	11575 UFC/mL	0

El procedimiento de pasteurizado se ejecutó mediante una temperatura de 62,5° C por un lapso de 30 minutos logró eliminar por completo la carga bacteriana tanto coliformes totales como bacterias mesófilas totales presente en el calostro.

IV. CONCLUSIONES

El 50% de las muestras de calostro tenían excelente calidad (≥ 22 °Brix), el 30% eran regulares y el 20% malas. El 80% de los neonatos lograron una transferencia de inmunidad pasiva (TPI) exitosa, con un 20% de fallos. El 80% de las muestras tenían IgG > 50 g/L, indicando buena calidad inmunológica. El conteo de bacterias totales fue alto (1x10^6 UFC/mL), afectando potencialmente la TPI, aunque el 40% cumplió con el estándar de coliformes totales < 10,000 UFC/mL. El tratamiento térmico redujo significativamente la población bacteriana.

V. BIBLIOGRAFÍA

Akers, M. (2017). A 100 - Year review: Mammary development and lactation. *Journal Dairy Science*, 100(12), 10332 - 10352. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12983>

Balao da Silva, C., Costa, L., Santos, R., Pereira, L., Pinto, H., & Waap, H. (2020). Avaliação da falha de transferência de imunidade passiva em vitelos de carne: dois casos clínicos. *Fundación Dilnet*, 2(12), 97 - 103. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7668057>

Baumrucker, C., Stark, A., Wellnitz, O., Dechow, C., & Bruckmaier, R. (2014). Short communication: Immunoglobulin variation in quarter-milked colostrum. *Journal of dairy science*, 97(6), 3700-3706. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7107>

Buczinski, S., & Vandeweerd, J. (2016). Diagnostic accuracy of refractometry for assessing bovine colostrum quality: A systematic review and meta-analysis.

- Journal of dairy science, 99(9), 7381-7394. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-10955>
- Calderón, M. E. (2018). Evaluación del calostro pasteurizado y la suplementación de probióticos (Glycozume) sobre el estado de salud en becerros lecheros holstein en etapa de crianza. Mexicali, Baja California, Mexico. <https://repositorioinstitucional.uabc.mx/bitstreams/5678668b-101e-4e1c-b4fo-37833169453a/download>
- Crannell, P., & Abuelo, A. (2023). Comparison of calf morbidity, mortality, and future performance across categories of passive immunity: a retrospective cohort study in dairyherd. Journal of dairy science, 106(4), 2729-2738. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22567>
- Dunn, A., Ashfield, A., Earley, W. M., Gordon, A., & Morrison, S. (1 de Marzo de 2017). Evaluation of factors associated with immunoglobulin G, fat, protein, and lactose concentrations in bovine colostrum and colostrum management practices in grassland-based dairy systems in Northern Ireland. Journal of Dairy Science, 100(3), 2068 - 2079. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11724>
- Dunn, A., Duffy, C., Gordon, A., Morrison, S., Argüello, A., Welsh, M., & Earley, B. (2018). Comparison of single radial immunodiffusion and ELISA for the quantification of immunoglobulin G in Bovine colostrum, milk and calf sera. Journal of applied animal research, 46(1), 758-765. <https://doi.org/10.1080/09712119.2017.1394860>
- Fiorani, Hecker, Y. P., Cirone, K., Armendano, J., Gual, I., Campero, L., Moore, D. (2020). Delayed-type hypersensitivity skin test against neosporacanium in heifers with undetectable specific antibodies. Comparative immunology, microbiology and infectious diseases (72). <https://doi.org/10.1016/j.cimid.2020.101522>
- Godden, S., Lombard, J., & Woolums, A. (2019). Colostrum management for dairy calves. Veterinary Clinics of North America; Food animal practice, 35(3), 535-556. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.07.005>
- González, R., Peña, P., Rodríguez, N., Ávila, R., & González, J. (2019). Costos de alimentacion en becerras Holstein suministrando leche entera adicionada con extracto de plantas medicinales. Revista Mexicana de Agronegocios, 613. https://www.researchgate.net/publication/339540445_COSTOS_DE_ALIMENTACION_EN_BECERRAS_HOLSTEIN_SUMINISTRANDO_LECHE_ENTERA_ADICIONADA_CON_EXTRACTO_DE_PLANTAS_MEDICINALES_Feeding_costs_of_Holstein_calves_supplying_whole_milk_added_with_extract_of_medic
- Gross, A. C. (2020). Ganancia de peso en terneras de raza Holstein y Normando durante dos meses en la hacienda lechera "La Primavera" en Tambillo, Pichincha, Ecuador. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Hidalgo, N. (2019). Evaluacion de dos sistemas de crianza de terneras lactantes, medida a través de parámetros zootécnicos. Quito, Pichincha, Ecuador. <https://www.dspace.uce.edu.ec/bitstreams/58ac6db3-398a-4733-a259-d8394bc8981e/download>
- James, I., Osinowo, O., Smith, O., Bemji, M., Williams, T., Ajayi, O., Olaniyi, M. (2017). Effects of bovine somatotropin on milk yield, mammary gland wieght and histology in West African Dwarf Goats. Archivos de Zootecnia, 66(254), 173 - 177. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6505159>
- Kessler, E., Pistol, G., Bruckmaier, R., & Gross, J. (2020). Pattern of milk yield and immunoglobulin concentration and factors associated with colostrum quality at the quarter level in dairy cows after parturition. Journal of Dairy Science, 103(1), 965 - 971. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17283>
- Lombard, J., Quigley, J., Haines, D., Garry, F., Earleywine, T., Urie, N., S. (2022). Letter to the editor: Comments on schalich et al. (2021), Colostrum testing with Brix is a valuable on-farm tool. Journal of animal science, 100(4), 1-3. <https://doi.org/10.1093/jas/skac119>
- Lombard, J., Urie, N., Garry, F., Godden, S., Quigley, J., Earleywine, T., Sterner, K. (21 de Mayo de 2020). Consensus recommendations on calf- and herd-lecel passive immunity in dairy calves in the United State.

- Journal of Dairy Sciences, 103(8), 7611 - 7624. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17955>
- Makovicky, P., Milerski, M., & Margetín, M. (Mayo - Junio de 2017). Ultrasonografía modo B en glándula mamaria. Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias, 27(3), 187 - 194.
- Mann, S., Curone, G., Chandler, T., Moroni, P., Cha, J., Bhawal, R., & Zhang, S. (2020). Heat treatment of bovine colostrum: I. Effects on bacterial and somatic cell counts, immunoglobulin, insulin, and IGF-I concentrations, as well as the colostrum proteome. Journal of dairy science, 103(10), 9368-9383. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18618>
- Martin, P., Vinet, A., Denis, C., Grohs, C., Chanteloup, L., Dozias, D., Blanc, F. (2021). Determination of immunoglobulin concentrations and genetic parameters for colostrum and calf serum in Charolais animals. Journal of dairy science, 104(3), 3240-3249. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19423>
- McCoard, S., Heiser, A., Lowe, K., Molenaar, A., Maclean, P., Johnstone, P., Khan, M. (2019). Effect of weaning age on growth, mammary gland development, and immune function in Holstein Friesian calves fed conserved alfalfa (FiberStart). Journal Dairy Science, 12(7), 6076 - 6087. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15615>
- Phipps, A., Beggs, D., Murray, A., Mansell, P., Stevenson, M., & Pyman, M. (2016). Survey of bovine colostrum quality and hygiene on northern Victorian Dairy farms. Journal of dairy science, 99(11), 8981-8990. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11200>
- Ruiz, R. A. (2018). Evaluación de interleucinas pro y antiinflamatorias en mastitis de cabras infectadas experimentalmente con Staphylococcus chromogenes. Ciudad de México, México. <https://repositorio.unam.mx/contenidos/evaluacion-de-interleucinas-pro-y-antiinflamatorias-en-mastitis-de-cabras-infectadas-experimentalmente-con-staphy-82783?c=%7B>
- Schogor, A. L., Glombowky, P., Ambos, F., Danieli, B., Rigon, F., Reis, J., & Da Silva, A. (2021). Calidad del calostro bovino y su relación con la genética, el manejo, la fisiología y su congelación. Revista MVZCórdoba, 25(1). http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682020000100076
- Sutter, F., Venjakob, P., Heuwieser, W., & Borchardt, S. (2023). Association between transfer of passive immunity, health, and performance of female dairy calves from birth to weaning. Journal of dairy science, 106(10), 1-13. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22448>
- Toscano, F. D. (2019). Identificación de marcadores de células madre bovinas mediante inmunohistoquímica y/o inmunofluorescencia en tejidos de glándula mamaria y leche. Sangolquí, Pichincha, Ecuador. https://rraae.cedia.edu.ec/vufind/Record/ESPE_5362fac06e22439852ef898641be23c8/Details?sid=3229304
- Valle, K. (2022). Mastitis y calidad de la leche en vacas lecheras. Reciena. 40-50. <https://reciena.esepoch.edu.ec/index.php/reciena/article/view/49>
- Zhao, X., Ponchon, B., Lanctôt, S., & Lacasse, P. (2019). Invited review: Accelerating mammary gland involution after drying-off in dairy cattle. Journal Dairy Science, 102(8), 6701 - 6717. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16377>



Salud y Alimentación

Evaluación del estado nutricional y consumo de alimentos en el CDI San Juan de Lullundongo

Janine Taco^{1*}; Hendrik R. Marquez²; Stefanny Dias³

Resumen

El estado nutricional es una evaluación integral de la salud y bienestar de un individuo, que abarca la interacción compleja entre la ingesta de nutrientes, la valoración antropométrica para garantizar un adecuado crecimiento y desarrollo. Como objetivo fue evaluar el estado nutricional y consumo de alimentos de los niños y niñas del Centro de Desarrollo Infantil (CDI) San Juan de Lullundongo, para identificar problemas nutricionales y desarrollar estrategias promoviendo la salud y bienestar. La metodología fue descriptiva, cuantitativa, transversal y de campo, la muestra estuvo conformada por 43 niños/as, se utilizó el software WHO Anthro para la valoración antropológica y NutriSurvey para la evaluación de menús. Se determinó que el 91% de los niños son indígenas, con el 95% en edades entre 1 y 4 años. Existe un consumo adecuado de verduras (96%), frutas (95%), lácteos (95%), proteína (carnes 79%) y carbohidratos (83%). Hay un consumo significativo de alimentos fritos (84%), dulces (94%), gaseosas (84%), comida rápida (75%) y chatarra (84%). Los menús de consumo indican un alto cumplimiento de carbohidratos (97%), proteínas (101%) y grasas (104%). La valoración antropométrica revela que la mayoría de los niños tienen un peso normal (60%), pero se observa un porcentaje significativo con riesgo de sobrepeso (21%). Se identifica un bajo porcentaje de niños con desnutrición aguda (5%).

Palabras claves: Evaluación, estado nutricional, antropométrica, menús.

Evaluation of nutritional status at CDI San Juan de Lullundongo

Abstract

Nutritional status is a comprehensive assessment of an individual's health and well-being, encompassing the complex interaction between nutrient intake and anthropometric evaluation to ensure proper growth and development. The objective was to evaluate the nutritional status and food consumption of children at the San Juan de Lullundongo Child Development Center (CDI), to identify nutritional problems and develop strategies promoting health and well-being. The methodology was descriptive, quantitative, cross-sectional, and field-based, with a sample of 43 children. WHO Anthro software was used for anthropological assessment, and NutriSurvey was used for menu evaluation. It was determined that 91% of the children are indigenous, with 95% aged between 1 and 4 years. There is adequate consumption of vegetables (96%), fruits (95%), dairy (95%), protein (meats 79%), and carbohydrates (83%). There is a significant consumption of fried foods (84%), sweets (94%), sodas (84%), fast food (75%), and junk food (84%). Dietary menus indicate a high compliance of carbohydrates (97%), proteins (101%), and fats (104%). Anthropometric assessment reveals that most children have a normal weight (60%), but a significant percentage is observed to be at risk of overweight (21%). A low percentage of children with acute malnutrition is identified (5%).

Keywords: Assessment, nutritional status, anthropometric, menus.

Recibido: 26 de diciembre de 2024

Aceptado: 12 de agosto de 2025

¹ Universidad Estatal de Bolívar. Campus Académico "Alpachaca" Av. Ernesto Che Guevara s/n y Av. Gabriel Secaira, Guaranda, Ecuador. jtaco@ueb.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0002-9732-0654>

² Universidad del Zulia. Campus Académico "Venezuela - Maracaibo", Ecuador. nutricion.comunitarialuz@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4232-4471>

³ Universidad Estatal de Bolívar. Campus Académico "Alpachaca" Av. Ernesto Che Guevara s/n y Av. Gabriel Secaira, Guaranda, Ecuador, sdias@mailes.ueb.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0003-4176-1300>

*Autor de Correspondencia.

I. INTRODUCCIÓN

Los inconvenientes derivados de la nutrición en niños, se establecen como un problema complejo que no tiene una solución sencilla, pues ciertas condiciones limitan el acceso a alimentos sanos y seguros para satisfacer los requerimientos y necesidades nutricionales del cuerpo. (Álvarez, 2021) En este sentido, los niños se enfrentan a una serie de problemas de tipo alimentario, dentro de los que se destacan la desnutrición, malnutrición, retraso en el crecimiento y desarrollo, obesidad, entre otros, que comprometen la salud futura de los infantes. (Aquino, 2022)

Uno de los mayores problemas de salud pública que enfrenta el Ecuador es la desnutrición crónica infantil, pues se estima que 1 de cada 4 niños y niñas menores de 5 años presentan esta condición, de ellos, el 27% corresponde a niños y niñas menores de 3 años. (Arevalo, 2022) Dentro de las comunidades indígenas se registra una cifra más alta con el 29%, sin embargo, en la parroquia Guanujo, considerada como una comunidades rural que tiene mayor incidencia de pobreza y factores socioeconómicos limitados en el país, llega a tener hasta un 33% de desnutrición infantil. (Barrio, López, & Pereira, 2022)

Con base en esta problemática, la investigación se alinea a lo establecido en el segundo objetivo de desarrollo sostenible “hambre” cero”, pues se pretende concientizar a las familias de la población de estudio a poner fin a todas las formas de malnutrición que conlleven al retraso en el crecimiento y delgadez excesiva en niños menores de 5 años. (Borras, Martínez, Barreto, & Santana, 2021) De la misma manera, se promoverá la seguridad alimentaria mediante la evaluación de prácticas alimentarias y menús, que estén enfocados en una alimentación sana, nutritiva y suficiente durante los primeros años de vida. (Bustos, Cádiz, Etchegaray, & Castillo, 2021)

En este contexto, a nivel mundial uno de los principales problemas relacionados en el campo de la alimentación en niños es la desnutrición, pues se estima que aproximadamente un 45% de los fallecimientos de niños menores de 5 años se debe a casos de desnutrición, de la misma manera 45 millones de niños en todo el mundo presentan cuadros clínicos congruentes con desnutrición

severa, lo que representa que 1 de cada 3 niños menores de 5 años padezca esta condición. (Calaramonte, Pérez, Noguera, & Ojeda, 2021) Por lo tanto, aproximadamente el 16% de los niños menores de 5 años padecen de desnutrición global en todo el mundo, en donde principalmente en 9 países, más del 50% de su población infantil menor de 5 años sufre de desnutrición crónica. (Cedeño, Hinestroza, & Roper, 2021)

En América Latina y el Caribe aproximadamente 10 millones de niños menores de 5 años se encuentran mal nutridos, donde el 37% se debe a que no reciben suficientes alimentos y el 63% debido a que comen los alimentos equivocados, lo que dificulta un crecimiento y desarrollo. (Chacón & Mio, 2021) Además, se estimó que el 23% de las familias no puede acceder a una dieta saludable, lo que ha desencadenado problemas de desnutrición crónica 39%, desnutrición aguda 32% y desnutrición global 29%. Se destaca Venezuela (27.4%), Nicaragua (19.3%), Guatemala (16.8%), Honduras (13.5%), Bolivia (12.6%) y Ecuador (12.4%), son los países que más altas tasas de desnutrición infantil presentan. (Cossio, Vidal, & Sulla, 2020)

Es así que la desnutrición crónica infantil afecta a aproximadamente al 20% de la población, sin embargo, dentro de las comunidades indígenas se registra una cifra más alta con aproximadamente el 29%, sobre todo en aquellas comunidades rurales que existe mayor incidencia de pobreza y factores socioeconómicos limitados. (Cuenca & Meza, 2020)

(Deleón, Ramos, & Cañete, 2021) La ciudad de Guaranda, registra aproximadamente el 37% de desnutrición crónica infantil, pues representa uno de los 6 cantones a nivel nacional con mayores índices de desnutrición crónica infantil, en donde 6 de cada 10 niños y niñas padecen esta condición sobre todo en las parroquias rurales de Facundo Vela y Simiatug. (Díaz & Farfán, 2020) Esta última parroquia supera el porcentaje promedio nacional del 23% pudiendo llegar hasta un 33% de desnutrición infantil sobre todo en niños y niñas menores de 5 años. (Enero & Tamariz, 2022)

Considerando que las comunidades indígenas son los mayores afectados por la desnutrición infantil, los centros de cuidados infantiles que se

encuentran ubicados en zonas o sectores rurales pueden verse afectados de manera directa por la influencia de factores socioeconómicos, como la limitada disponibilidad de recursos alimenticios de calidad en los hogares, escaso acceso a alimentos nutritivos y las inadecuadas prácticas alimentarias familiares, estos factores en mayor o menor medida, influyen en la situación nutricional de los niños. (Fiallos, Romero, & Vásquez, 2022) Es así que, una adecuada nutrición durante los primeros años de vida, tiene consecuencias directas en el desarrollo integral de los niños, en vista que puede afectar los diversos aspectos de su vida adulta, generando una cadena de implicaciones a mediano y largo plazo, que van desde el bajo rendimiento académico hasta complicaciones en su salud mental y física. (García & Ruíz, 2023)

Ante estas realidades, se ha identificado que no existen investigaciones en el sector de estudio, por lo que es imperativo abordar estas aristas problemáticas de manera integral, desarrollando e implementando estudios específicos que contribuyan a una evaluación del estado nutricional de los niños y niñas del CDI San Juan de Lullundongo, orientada al desarrollo óptimo de los niños en los centros de cuidado infantil. (Guamialamá, Salazar, Portugal, & Lala, 2020)

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una investigación descriptiva que permitió realizar una descripción detallada y objetiva sobre las principales características relevantes del grupo estudiado. (Cedeño, Hinestroza, & Roper, 2021) También tuvo un componente cuantitativo para tener una visión específica y precisa sobre los principales aspectos que se encuentran relacionados con la nutrición de los niños y niñas. (Guaresti, Clausen, Espinola, & Graciano, 2023) Además, se realizó una investigación de campo para la obtención de la información de manera directa mediante la interacción con los niños para su posterior análisis e interpretación. (Guarnizo, Orrala, & Pacheco, 2022) El estudio fue transversal puesto que se realizó en un momento específico de tiempo comprendido, el estudio contó con consentimiento informado de los representantes legales de los niños/as evaluados.

En un primer momento, se utilizó una ficha de registro de indicadores antropométricos para recopilar datos cuantitativos de la valoración realizada a cada uno de los participantes, se evaluó: peso, talla, talla para edad (T/E), peso para la edad (P/E), peso para la talla (P/T) y el IMC, con el software WHO Anthro. En un segundo momento se utilizó el programa NutriSurvey para analizar la composición nutricional de los menús que consumen los niños en el (CDI) San Juan de Lullundongo, evaluando los 4 tiempos de comida que tienen en el CDI, con la finalidad de realizar la evaluación de consumo y nutricional de niños y niñas de 1 a 3 años de edad.

III. RESULTADOS

La caracterización sociodemográfica permitió definir las particularidades del grupo de niños evaluados, obteniendo los siguientes resultados (Tabla 1):

Tabla 1: Caracterización sociodemográfica

Cantidad	Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Sexo	Hombre	17	39,5
	Mujer	26	60,5
Etnia	Indígena	39	90,7
	Mestizo	4	9,3
Nacionalidad	Indígena	39	100
	Otro	0	0
Discapacidad	Si	1	2,3
	No	42	97,7
Ingreso familiar	100	22	51,1
	80	6	14,0
Residencia	San Juan	43	100
	1	10	23,3
Edad	2	23	53,4
	3	10	23,3

Elaborado por: Janine Taco 2024

Fuente: Encuesta aplicada

Los resultados obtenidos permitieron determinar que la mayoría de niños/as evaluados con el 60.5% pertenecen al género femenino, de los 39 niños/as (90,7%) que se autodefinen como indígenas, el total de ellos, pertenece al pueblo o nacionalidad Waranca. El 97.7% de la población no tiene ningún tipo de discapacidad. El 51.1%

de las familias de los niños tiene un ingreso familiar de 100 dólares mensuales, seguidos del 14% que tienen un ingreso de 80 dólares. El 100% de los niños y niñas encuestados pertenecen a la parroquia Guanujo, pues la totalidad de ellos son nacidos en esta localidad. La mayoría de niños que asisten al Centro de Desarrollo Infantil (CDI) San Juan de Llullundongo el 53.4% tiene 2 años de edad, mientras que el 23.3% de los niños/as tiene un año de edad, seguidos del otro 23.3% de los niños/as con 3 años de edad.

Con relación a las prácticas alimentarias que tienen los niños, se obtuvieron los resultados que se muestran en la tabla 2.

Tabla 2: Consumo alimentario

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Consumo de verduras (días)	40	98
Porciones de verduras (día)	43	100
Consumo de frutas (días)	43	100
Porciones de fruta (día)	43	100
Consumo carne (res)	41	98%
Carbohidratos (semana)	41	98%
Lácteos (semana)	41	98%
Total	43	100

Elaborado por: Janine Taco 2024

Fuente: Encuesta aplicada

La mayor parte de niños con el 98% consumen verduras de 1 a 6 días a la semana, el 100% de los niños consumen verduras de 1 a 3 porciones al día, el 100% de los niños consumo de 1 a 7 días a la semana (56% de 3 a 4 días). El 100% de los niños consume frutas $\frac{3}{4}$ de taza a 3 porciones diarias predominando el 37%. El 100% de los niños consume carne de 1 a 6 días, donde el 79% consume pollo. El 98% de los niños consume carbohidratos de 1 a 6 días a la semana, el 91% consume arroz. El 98% consume lácteos, especialmente el 62% consume leche. De la misma manera se determinó las prácticas alimentarias que tiene los niños y niñas del CDI con respecto al consumo de alimentos considerados como no saludables, donde se pudo evidenciar los siguientes resultados (Tabla 3).

Tabla 3: Consumo alimentario no saludable

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Consumo de frituras	24	56
Consumo de galletas, dulces, etc	20	47
Consumo de comida rápida	15	35
Consumo de snacks	17	40
Consumo de bebidas azucaradas	14	33
Total	43	100

Elaborado por: Janine Taco 2024

Fuente: Encuesta aplicada

La mayoría de niños con el 56% consume alimentos fritos de 1 a 2 días a la semana, donde las papas fritas son las más consumidas con el 54%. El 47% consume alimentos dulces de 1 a 2 días por semana, siendo las galletas las más consumidas por el 67% de los niños. La mayor parte de los niños con el 35% consume comida rápida de 1 a 2 días a la semana, siendo las papas fritas las más consumidas. El 40% de los niños consume comida chatarra de 1 a 2 días a la semana, donde las papas fritas de funda con el 57% son las más consumidas. La mayor parte de los niños con el 33% consumen bebidas azucaradas de 3 a 4 días a la semana, las gaseosas son las más consumidas por el 89% de los niños.

Con respecto a la valoración antropométrica, los valores del IMC para edad fueron obtenidos mediante la pesada y tallada directa y posteriormente analizados en el programa Who Anthro y detallados en el siguiente detalle (Tabla 4).

Tabla 4: IMC para la edad de los niños y niñas del CDI San Juan de Llullundongo

IMC	Frecuencia	Porcentaje (%)
Obesidad: DE mayor a +3	1	2
Sobre peso: DE entre +2 y +3	5	12
Normal, Riesgo de sobrepeso: DE entre +1 y +2	9	21
Peso normal: DE entre +1 y -2	26	60
Emaciado: DE entre -2 y -3 (desnutrición aguda)	2	5
Severamente emaciado: DE menor a -3 (desnutrición aguda severa)	0	0
Total	43	100

Elaborado por: Janine Taco 2024

Fuente: Encuesta aplicada, software WHO Anthro

Análisis: Los resultados obtenidos ponen en evidencia que la mayoría de los evaluados con el 60% que corresponde a 26 niños tienen un peso normal, mientras que el 21% correspondiente a 9 niños presentan riesgo de sobrepeso, el 12% que corresponde a 5 niños tienen sobrepeso, el 5% correspondiente a 2 niños presentan desnutrición aguda y el 2% que corresponde a un niño tiene obesidad.

Con respecto al peso para la talla (P/T), se obtuvieron los siguientes resultados apreciados en la tabla 5.

Tabla 5: Relación peso para la talla de los niños y niñas del CDI San Juan de Lullundongo

Relación peso/talla (DE)	Frecuencia	Porcentaje (%)
Peso alto: mayor +2	6	14
Peso normal: -1 y +2	31	71
Normal, riesgo de bajo peso: -1 y -2	2	5
Emaciación: -2 y -3	2	5
Emaciación severa: menor -3	2	5
Total	43	100

Elaborado por: Janine Taco 2024

Fuente: Encuesta aplicada, software WHO Anthro

Se identifica que la mayor parte de la población de estudio con el 71% correspondiente a 31 niños se encuentran con peso normal, mientras que el 14% con 6 niños tienen un peso alto, seguidos del 5% que presentan un peso normal con riesgo de bajo peso, el otro 5% que presentan emaciación y finalmente el 5% restante que presenta emaciación severa.

En la valoración del peso para la edad (P/E) se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 6: Relación peso para la edad de los niños y niñas del CDI San Juan de Lullundongo

Relación peso/talla (DE)	Frecuencia	Porcentaje (%)
Peso alto: mayor +2	0	0
Peso normal: -1 y +2	17	40
Normal, riesgo de bajo peso: -1 y -2	11	26
Bajo peso: -2 y -3	12	28
Bajo peso severo: menor -3	3	6
Total	43	100

Elaborado por: Janine Taco 2024

Fuente: Encuesta aplicada, software WHO Anthro

Con respecto a la relación peso para la edad, se puede observar que el 40% de los niños presentan un peso normal, por otra parte, el 28% presenta bajo peso, el 26% tiene riesgo de bajo peso y el 6% con bajo peso severo.

En la determinación de la talla para la edad (T/E).

Tabla 7: Relación talla para la edad de los niños y niñas del CDI San Juan de Lullundongo

Relación peso/talla (DE)	Frecuencia	Porcentaje (%)
Talla alta: mayor +2	0	0
Talla normal: -1 y +2	6	14
Normal, riesgo de baja talla: -1 y -2	5	12
Baja talla: -2 y -3	18	42
Baja talla severa: menor -3	14	32
Total	43	100

Elaborado por: Janine Taco 2024

Fuente: Encuesta aplicada, software WHO Anthro

Los resultados obtenidos evidencian que el 42% de los niños presentan talla baja, el 32% tienen baja talla severa, el 14% tienen talla normal y el 12% presentan talla normal con riesgo de talla baja.

Para la identificación del aporte nutricional de los menús que se suministran a los niños y niñas del CDI San Juan de Lullundongo, se utilizó la herramienta “NutriSurvey” que es un software especializado en nutrición que permite realizar evaluaciones completas del consumo alimentario diario.

A partir del menú semanal de alimentación de los Centros Infantiles a cargo del Viceministerio de Inclusión Social y la Subsecretaría de Desarrollo Infantil Integral, se realizó la valoración de la dieta que reciben los niños/as en este centro de cuidado, obteniendo los siguientes aportes:

Tabla 8: Desayuno

Alimento	Día	Aporte (g)	Energía (Kcal)	Carbohidratos (g)
Leche con chocolate	1	60	78,4	8,6
Majado de verde		65	28,3	5,3
Orito		50	47,6	10,7
Huevo duro		60	74,3	0,3
Total		235	228,6	24,9
Leche aromatizada	2	50	88,7	6,1
Emborrajado		60	125,3	23,7
Frutilla picada		50	10,6	1,8
Torta de huevo		50	63,5	0,7
Total		210	288,1	32,3
Batido de mora	3	60	62,7	10,7
Tortilla de verde		55	36,4	7,8
Uvas		50	35,5	7,5
Huevo duro		60	74,3	0,3
Total		225	208,9	26,3
Leche aromatizada (canela)	4	50	88,7	6,1
Tortilla de maíz		50	144,1	23,4
Manzana picada		55	28,5	6,3
Huevo duro		60	74,3	0,3
Total		215	335,6	36,1
Yogurt	5	60	31,8	2,0
Rosquilla		50	208,5	22,2
Pera picada		50	26,2	16,4
Huevo duro		60	74,3	0,3
Total		220	340,8	40,9

Elaborado por: Janine Taco 2024
Fuente: Evaluación de menús, software NutriSurvey

Tabla 9: Refrigerio de la mañana

Alimento	Día	Aporte (g)	Energía (Kcal)	Carbohidratos (g)
Manzana	1	75	38,9	8,6
Total		75	38,9	8,6
Mandarina	2	75	35,3	6,9
Total		75	70,6	13,8
Granadilla	3	75	60,1	10,1
Total		75	60,1	10,1
Sandia	4	75	28,7	6,2
Total		75	28,7	6,2
Pera	5	75	39,3	9,3
Total		75	39,3	9,3

Elaborado por: Janine Taco 2024
Fuente: Evaluación de menús, software NutriSurvey

Tabla 10: Almuerzo

Alimento/ Día	Día	Aporte (g)	Energía (Kcal)	Carbohidratos (g)
Sopa de pollo	1	80	216.5	5,4
Arroz		60	67.3	14
Estofado de pescado		80	76.9	0
Ensalada		50	53.3	2.3
Jugo de mora		80	61.6	12.1
Total		350	475,6	33,8
Crema de brócoli	2	80	18,5	2,4
Arroz		60	67.3	14
Carne cocida (bistec)		60	149	0
Ensalada		80	103.3	2.3
Jugo de piña		80	89,8	18,6
Total		360	427,9	30,8
Sopa de papas	3	80	112,4	55,8
Tallarín		60	181	54,6
Pollo cocido		50	129,7	0
Ensalada		50	53.3	2.3
Jugo de tomate		80	13,7	2,1
Total		320	490,1	114,8
Sopa de pescado	4	80	124,9	0
Arroz		60	67.3	14
Menestra frejol		70	21,6	2,9
Ensalada		80	103.3	2.3
Jugo de papaya		80	58,2	12,4
Total		370	375.3	31,6
Crema de arveja	5	80	23,5	1,7
Arroz		60	67.3	14
Pollo a la plancha		60	165,7	3,8
Ensalada		80	103.3	2.3
Jugo guayaba		80	60.9	11,9
Total		360	420,7	33,7

Tabla 11: Refrigerio de la tarde

Alimento/ Día	Día	Aporte (g)	Energía (Kcal)	Carbohidratos (g)
Colada de machica	1	50	138.9	39.3
Rosquilla		30	68.1	19.2
Total		80	207	58,5
Colada de manzana	2	70	38,1	8,4
Panecillo		40	73,5	18,8
Total		110	111,6	27,2
Colada de plátano	3	50	160.3	29.3
Maduro cocinado		40	61.8	10,9
Total		90	222.1	40,2

Colada de avena	4	50	74,1	17,8
Pasas		40	75,5	18,8
Total		90	147,6	36,6
Colada de maracuyá	5	50	108,1	49,8
Bizcocho		40	61,8	10,9
Total		90	171,9	60,7

Elaborado por: Janine Taco 2024

Fuente: Evaluación de menús, software NutriSurvey

Una vez que se determinó el aporte nutricional que reciben los niños y niñas en cada uno de los cuatro tiempos de alimentación, se determinó que se proporciona una variedad de alimentos ricos en nutrientes, destacando las frutas, verduras, proteínas magras y productos lácteos, evidenciando que las porciones son las adecuadas para la edad y tamaño del niño pues en todos los casos no exceden de 1000 calorías. En este sentido, los resultados están acorde a lo manifestado por

la (OMS, 2022) que recomienda que en niños de hasta 1 año debe haber un consumo de 800 a 1000 Kcal/día y en niños de hasta 3 años el consumo debe ser de hasta 1500 Kcal/día, dependiendo de factores como el estado de salud y actividad física.

A continuación, se estableció el valor promedio de los aportes y requerimientos nutricionales por grupo alimenticio en cada uno de tiempos de comida, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 12: Dieta promedio recibida por los niños/as del CDI San Juan de Llullundongo en una semana

Alimento	Aporte (g)	Energía (Kcal)	Carbohidratos (g)
Desayuno			
Lácteos y derivados	120	125.2	21.3
Fuente de hidratos de carbono	55	18.6	6.3
Fruta	70	42.5	11.9
Proteína (huevo)	20	39.1	0.3
Refrigerio de la mañana			
Fruta	75	23.8	5.3
Almuerzo			
Sopa	80	196.7	0,0
Plato fuerte	60	67.3	8.8
Proteína	50	34.5	0
Ensalada	50	65.3	2.1
Jugo	80	32.1	10.8
Refrigerio de la tarde			
Colada	50	150	46.2
Cereales o derivados	40	168.5	20.8
Alimentación recibida	-	896.5 Kcal	133.8 g

Elaborado por: Janine Taco 2024

Fuente: Evaluación de menús, software NutriSurvey

Una vez que se determinó el aporte de energía y carbohidratos que reciben los niños y niñas a partir de la dieta proporcionada, se procedió a analizar los

resultados obtenidos acorde a las recomendaciones y valores diarios, según el siguiente detalle:

Tabla 13: Análisis del cumplimiento del valor nutricional diario

Nutriente	Valor obtenido	Valor recomendado	Carbohidratos (g)
Energía	896.5 g	950 Kcal	99,8%
Carbohidrato	150.8 g	155 g	97%
Agua	612.1 g	1300 g	47%
Proteína	58.9 g	13.5 g	98%
Grasa	56.3 g	41 g	94%
Ácidos grasos poli-insaturados	8.3 g	9 g	95%
Vitamina A	478 µg	600 µg	80%
Vitamina B1	0.5 mg	0.6 mg	81%
Vitamina B2	0.6 mg	0.7 mg	97%
Vitamina B6	1.1 mg	0.4 mg	97%
Vitamina C	50.1 mg	60 mg	84%
Potasio	825.1 mg	1000 mg	95%
Calcio	287.6 mg	600 mg	78%
Magnesio	215.4 mg	80 mg	98%
Fosforo	857 mg	500 mg	95%
Hierro	6.9 mg	8 mg	87%
Zinc	5.7 mg	3 mg	89%

Elaborado por: Janine Taco 2024
Fuente: Evaluación de menús, software NutriSurvey

Dentro de los principales resultados obtenidos se determina que el menú diario que reciben los niños y niñas del CDI San Juan de Llullundongo se basa en los componentes de la pirámide alimenticia, destacando un cumplimiento altamente óptimo de proteína con el 98%, carbohidratos del 97%, grasas del 95%, vitaminas del 96% (promedio) y minerales del 93% (promedio). Además, es importante destacar que el consumo de agua es mínimo, con lo cual se establece un cumplimiento satisfactorio de los requerimientos nutricionales pues superan el 90% de las necesidades. Sin embargo, se identifica que, con relación a las vitaminas, el menor aporte es de la vitamina A con el 80% y con relación a los minerales el calcio con el 78%. En cuanto al costo aproximado por cada una de los 4 tiempos de alimentos recibidos por parte de los niños del CDI, se tiene el siguiente rubro: Desayuno (0,60 \$), Refrigerio mañana (0,50 \$), Almuerzo (1,20 \$) Refrigerio tarde (0,60 \$), teniendo un costo aproximado de 2,90\$ por día de menú recibido con alimentos que cumplen los requerimientos nutricionales de los niños y niñas.

IV. DISCUSIÓN

Según los resultados obtenidos tanto en la valoración antropométrica como el consumo alimentario de los niños y niñas del CDI San Juan de Llullundongo, y en relación con investigaciones similares coincide el consumo alimentario. Sin embargo, persiste el problema de desnutrición por déficit alimentario ocasionado por un inadecuado consumo en porciones cambios de menús a última hora, etc sin embargo dentro de las recomendaciones nutricionales en teoría se destaca un cumplimiento altamente óptimo de proteína con el 98%, carbohidratos del 97%, grasas del 95%, vitaminas del 96% (promedio) y minerales del 93% (promedio), mas no en la práctica; por tal motivo se diseñó una guía didáctica con enfoque intercultural que tiene la finalidad de proporcionar a padres de familia y cuidadores, un conjunto de pautas y recomendaciones basadas en evidencia científica para garantizar una alimentación adecuada y saludable en esta etapa crucial del desarrollo infantil. La guía didáctica busca educar sobre la importancia de una alimentación equilibrada con alimentos propios de la zona en la infancia

temprana, ofreciendo información detallada sobre los nutrientes esenciales, las porciones adecuadas, la variedad de alimentos recomendados y consejos prácticos para promover hábitos alimentarios saludables. Además, la guía incluye estrategias para abordar problemas comunes relacionados con la alimentación en esta edad, como el caso del sobrepeso, obesidad y desnutrición.

V. CONCLUSIONES

La población de estudio corresponde a niños y niñas indígenas del CDI San Juan de Llullundongo. La totalidad de los niños/as no tiene discapacidad y se encuentran en edades tempranas, principalmente de 1 a 3 años.

La valoración antropométrica revela que la mayoría de los niños tienen un peso normal, pero se observa un porcentaje significativo con riesgo de sobrepeso, se identifica un bajo porcentaje de niños con desnutrición aguda y crónica, lo que sugiere una situación variada en términos de nutrición ya sea a nivel familiar o del centro de cuidado.

Con respecto al consumo alimentario, se evidencia un consumo adecuado de verduras, frutas y lácteos en general, aunque se identifica la necesidad de aumentar el consumo de verduras y frutas de manera variada. El consumo de carnes, especialmente de pollo, está dentro de los rangos aceptables, al igual que el consumo de carbohidratos, principalmente de arroz. Sin embargo, se observa un consumo significativo de alimentos fritos, dulces, gaseosas, comida rápida y chatarra, lo que evidencia la carencia de hábitos alimentarios dentro del hogar.

Los menús de consumo indican un alto cumplimiento en carbohidratos, proteínas y grasas, sugiriendo una dieta equilibrada en macronutrientes. Sin embargo, la ingesta de vitaminas y minerales es ligeramente inferior, lo que evidencia la necesidad de diversificar la dieta para incluir alimentos ricos en estos nutrientes. La baja ingesta de agua sugiere la necesidad de aumentar la hidratación diaria para mantener la salud y el bienestar general.

Es importante destacar que los resultados obtenidos en consumo alimentario y valoración antropométrica no están directamente relacionados con la alimentación recibida en el CDI San Juan

de Llullundongo, puesto que los menús contienen todos los requerimientos nutricionales requeridos, por lo cual se puede inferir que los casos de sobrepeso y desnutrición pasan exclusivamente por la alimentación llevada dentro del hogar, pues evidenció el consumo de alimentos que no tienen ningún tipo de aporte nutricional para el crecimiento y desarrollo de los niños y niñas.

Se recomienda desarrollar investigaciones longitudinales que evalúen la evolución del estado nutricional infantil en comunidades indígenas, incorporando variables como hábitos alimentarios familiares, acceso a agua potable y actividad física. Asimismo, sería pertinente analizar la efectividad de programas educativos dirigidos a padres y cuidadores, con enfoque intercultural, para promover una alimentación saludable en el hogar. Estas líneas de trabajo permitirán generar evidencia científica que oriente políticas públicas y estrategias de intervención en zonas rurales con alta vulnerabilidad nutricional.

VI. REFERENCIAS

- Alvarez, N. (2021). Las grasas y su importancia biológica para el adecuado crecimiento y desarrollo de los niños . *Revista El Palmicultor*, <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmicultor/article/view/13308>.
- Aquino, A. (2022). *Factores nutricionales y desarrollo motor en los niños de 0 a 3 años del centro de desarrollo integral Mariano Merchán*. Universidad Estatal Península de Santa Elena. doi: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/6683>
- Arevalo, D. (2022). *Influencia de una alimentación sana a través de la lonchera saludable en el desarrollo académico de los niños de 4 a 5 años del CDI Mi Mundo de Colores, período lectivo 2020-2021*. Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador. doi: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22617>
- Barrio, R., López, E., & Pereira, O. (2022). Asociación entre indicadores antropométricos nutricionales y factores de riesgo cardiovascular en pacientes diabéticos tipo 2. *Revista de Enfermedades Cardiovasculares CORSALUD*, <https://revcorsalud.sld.cu/index.php/cors/article/view/809>.

- Borras, A., Martínez, C., Barreto, J., & Santana, S. (2021). Esquema para la evaluación antropométrica del paciente hospitalizado. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición RCAN*, <https://revalnutricion.sld.cu/index.php/rcan/article/view/1154>.
- Bustos, E., Cádiz, M., Etchegaray, K., & Castillo, O. (2021). Comportamiento alimentario, suficiencia dietaria y estado nutricional en niños entre 6 a 18 meses. *Revista Andes pediátrica*, <https://doi.org/10.32641/andespediatr.v92i5.3523>.
- Calaramonte, M., Pérez, L., Noguera, N., & Ojeda, L. (2021). Desnutrición hospitalaria y variables antropométricas para la valoración nutricional. *Revista SALUS*, https://www.researchgate.net/publication/356786896_Desnutricion_hospitalaria_y_variables_antropometricas_para_la_valoracion_nutricional.
- Cedeño, L., Hinestroza, R., & Roper, Y. (2021). *Evaluación del estado nutricional y adaptación de un instrumento para la clasificación de la situación de seguridad alimentaria en los hogares de los niños y niñas menores de 5 años atendidos en un espacio institucional para la atención a la primera infan.* Universidad del Sinú - Colombia: <http://repositorio.unisinucartagena.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/245>.
- Chacón, A., & Mio, K. (2021). *Efecto del programa nutricional "Wawathani" sobre el consumo de refrigerios saludables en escolares del colegio Montessori, SJL - 2021.* Universidad Cesar Vallejo - Perú. doi: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/91781>
- Cossio, M., Vidal, R., & Sulla, J. (2020). *Índice de masa corporal versus Índice ponderal para evaluar el estado nutricional de adolescentes de altitud moderada del Perú.* Universidad Católica del Maule: <http://www.repositorio.ucm.cl/handle/ucm/3758>.
- Crespo, D., & Gómez, G. (2022). Estado nutricional y su relación con los hábitos alimentarios en niños/as de 1 a 3 años que asisten al centro de desarrollo infantil. *Revista MAS VITA*, *4*(4), 159-170. doi: <https://doi.org/10.47606/ACVEN/MV0174>
- Cuenca, M., & Meza, H. (2020). El rol de la familia en el estado nutricional de los niños de 12 a 36 meses de edad Centro de Desarrollo Infantil Rincón de los Ángeles . *Revista científica de investigación actualización del mundo de la ciencia*, *4*(2), 191-212. doi: [https://doi.org/10.26820/reciamuc/4.\(2\).abril.2020.191-212](https://doi.org/10.26820/reciamuc/4.(2).abril.2020.191-212)
- Deleón, C., Ramos, L., & Cañete, F. O. (2021). Determinantes sociales de la salud y el estado nutricional de niños menores de cinco años de Fernando de la Mora, Paraguay. *Revista Anales de la Facultad de Ciencias Médicas* , *54*(3), 34 - 45. doi: <https://doi.org/10.18004/anales/2021.054.03.41>
- Díaz, J., & Farfán, M. (2020). Balance energético y estado nutricional en niños preescolares, Huanchaco, Trujillo, Perú, 2014. *Revista Cubana de Salud Pública*, *234*-243. <https://www.scielosp.org/article/rcsp/2020.v46n1/e1150/>
- Enero, M., & Tamariz, G. (2022). *Asociación entre la ingesta de energía y macronutrientes con el estado antropométrico nutricional en escolares de 6 a 11 años.* Universidad Católica Sedes Sapientiale: <https://hdl.handle.net/20.500.14095/1732>.
- Fiallos, M., Romero, E., & Vásquez, M. (2022). *Impacto del consumo de alimentos ultra procesados en la salud de los niños en etapa escolar.* Universidad Estatal de Milagro. doi: <http://repositorio.unemi.edu.ec/xmlui/handle/123456789/6761>
- García, L., & Ruíz, S. (2023). *Desnutrición aguda y desarrollo psicomotor en niños de 2 a 5 años del caserío Silleropata Alto, Chota 2022.* Universidad Nacional Autónoma de Chota: <http://hdl.handle.net/20.500.14142/402>.
- Gómez, G., & Lozada, M. (2023). *Efectos del periodo de confinamiento en el comportamiento alimentario y estado nutricional en niños/as de dos Centro de Desarrollo Infantil, del Cantón Naranjal, 2022.* Universidad Estatal de Milagro. doi: <http://repositorio.unemi.edu.ec/xmlui/handle/123456789/7142>
- Guamialamá, J., Salazar, D., Portugal, C., & Lala, K. (2020). Estado nutricional de niños menores de cin-

- co años en la parroquia de Pifo. *Revista Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 40(2), 90-99. <https://doi.org/10.12873/402guamialama>
- Guaresti, G., Clausen, M., Espinola, N., & Graciano, A. (2023). *Lo que no se sabe sobre las bebidas azucaradas en niños, niñas y adolescentes en Río Negro*. Universidad Nacional de Río Negro - Argentina. doi: <http://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/10124>
- Guarnizo, J., Orrala, L., & Pacheco, I. (2022). Waranka, cultura multiétnica, comunicación y tradiciones. Tras la pista de sus orígenes. *TSAFIQUI Revista Científica en Ciencias Sociales*, <https://doi.org/10.29019/tsafiqui.v12i18.1009>.
- Guerrero, M. (2020). *Estado nutricional de los niños preescolares y la calidad de las loncheras saludables de la IE. Sagrado Corazón de María N° 10007 del distrito de Chongoyape, 2019*. Universidad Señor de Sipán: <https://hdl.handle.net/20.500.12802/7762>.
- MIES. (2022). *Los Centro de Desarrollo Infantil (CDI)*. Ministerio de Inclusión Económica y Social.
- MINEDUC. (2023). *Sistema Educativo Ecuatoriano*. Ministerio de Educación del Ecuador.
- Montaluisa, W. (2023). *Relación del consumo de alimentos ultraprocesados y el estado nutricional en niños de 2 a 5 años del Centro de Desarrollo Infantil “Mi Guaguito”, en el año 2023*. Universidad de las Américas (UDLA). doi: <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/15181>
- OMS. (2022). *Requerimientos nutricionales del niño y el escolar*. Ginebra-Suiza: Organización Mundial de la Salud.
- Organización Mundial de la Salud. (2022). *Estándares de Crecimiento Infantil*. Ginebra - Suiza: Organización Mundial de la Salud (OMS).
- Organización Panamericana de la Salud. (2022). *Informe anual de prevalencia de desnutrición infantil en América Latina*. Buenos Aires - Argentina: Organización Panamericana de la Salud.
- Secretaría Técnica Ecuador Crece Sin Desnutrición Infantil . (2023). *Intervención inmediata en cantón Simiatug por desnutrición crónica infantil*. Quito-Ecuador: Infancia Ecuador.
- UNICEF. (2022). *Informe anual de desnutrición infantil en el mundo* . Madrid - España: Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia.

Redes sociales y marketing alimentario: una relación determinante en los hábitos de consumo de los estudiantes universitarios

Leonardo Ballesteros-López¹; Elizabeth Quiroga-Torres²;
Sonia Armas-Arias³; Angélica González-Sánchez⁴; Lenin Loaiza-Dávila⁵

Resumen

Este estudio tiene como objetivo evaluar la relación entre la exposición a estrategias de marketing digital en redes sociales y los hábitos de consumo alimentario de los estudiantes universitarios. Se aplicaron encuestas estructuradas a 300 estudiantes de diversas facultades, utilizando un diseño correlacional y análisis estadísticos para medir la frecuencia de exposición a anuncios publicitarios en plataformas digitales y su influencia en la decisión de compra de productos alimenticios. Los resultados revelan que una mayor exposición a contenido publicitario, especialmente en Instagram, se asocia con un incremento significativo en la preferencia y consumo de alimentos procesados y ultraprocesados. Además, se identificó que las recomendaciones de influencers y el uso de narrativas visuales en marketing digital aumentan la fidelidad hacia ciertas marcas, reforzando la percepción de calidad a través de un branding y packaging atractivos. La accesibilidad a productos en entornos universitarios también desempeña un papel crucial en la frecuencia de consumo, subrayando la importancia de la proximidad en los puntos de venta. Estos hallazgos evidencian la necesidad de implementar estrategias de marketing responsable y programas educativos que promuevan hábitos alimenticios saludables, contribuyendo a la formulación de políticas que regulen la publicidad digital en el ámbito estudiantil.

Palabras clave: redes sociales, marketing alimentario, hábitos de consumo, publicidad digital, estudiantes universitarios.

Social Media and Food Marketing: A Determining Relationship in University Students' Consumption Habits

Abstract

This study aims to evaluate the relationship between exposure to digital marketing strategies on social media and the eating habits of university students. Structured surveys were conducted with 300 students from various faculties, using a correlational design and statistical analyses to measure the frequency of exposure to advertisements on digital platforms and their influence on food purchasing decisions. The results reveal that greater exposure to advertising content, particularly on Instagram, is significantly associated with an increase in preference for and consumption of processed and ultra-processed foods. Additionally, it was identified that influencer recommendations and the use of visual narratives in digital marketing enhance brand loyalty, reinforcing the perception of quality through attractive branding and packaging. The accessibility of food products in university environments also plays a crucial role in consumption frequency, highlighting the importance of proximity in points of sale. These findings underscore the need to implement responsible marketing strategies and educational programs that promote healthy eating habits, contributing to the development of policies regulating digital advertising in academic settings.

Keywords: social media, food marketing, consumption habits, digital advertising, university students.

Recibido: 19 de marzo de 2025

Aceptado: 7 de agosto de 2025

¹ Facultad de Ciencias Administrativas. Universidad Técnica de Ambato. Ambato - Ecuador. Correo: lg.ballesteros@uta.edu.ec. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1014-9872>

² Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Técnica de Ambato. Ambato - Ecuador. Correo: te.quiroga@uta.edu.ec ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5251-5143>

³ Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación. Universidad Técnica de Ambato. Ambato - Ecuador. Correo: sp.armas@uta.edu.ec ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6923-1374>

⁴ Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación. Universidad Técnica de Ambato. Ambato - Ecuador. Correo: am.gonzalez@uta.edu.ec ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5093-9134>

⁵ Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación. Universidad Técnica de Ambato. Ambato - Ecuador. Correo: e.loaiza@uta.edu.ec ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5769-2795>

I. INTRODUCCIÓN

En el contexto de la sociedad digital contemporánea, las redes sociales han transformado no solo la comunicación interpersonal, sino también los procesos de consumo, especialmente en el ámbito alimentario. Entre los grupos más vulnerables a estas transformaciones se encuentran los estudiantes universitarios, quienes mantienen una alta exposición a contenidos persuasivos a través de plataformas como Instagram, TikTok y Facebook, donde la publicidad de alimentos ultraprocesados se integra de manera sutil y constante en su experiencia de navegación (Bozzola, et al., 2022); (Ilieva, Gottlieb, Christian, & Freudenberg, 2025). Esta exposición no solo configura preferencias de consumo, sino que también puede tener implicaciones en su estado nutricional y hábitos de vida.

Diversos estudios han evidenciado que el marketing alimentario digital emplea estrategias visuales y afectivas —como el uso de influencers, la estética de los empaques o las promociones integradas en contenido audiovisual— para estimular la intención de compra (Añaña & Barbosa, 2023); (Coates, Hardman, Halford, Christiansen, & Boyland, 2019). La lógica de estas estrategias se alinea con el enfoque conductual del marketing, donde la repetición, la familiaridad y la identificación social refuerzan la probabilidad de consumo (Lopacinska, 2024). En particular, la población joven universitaria constituye un segmento de mercado altamente sensible a estas prácticas, debido a su conectividad permanente, búsqueda de gratificación inmediata y patrones de consumo influenciados por normas sociales y aspiracionales (Lesinskiené et al., 2024)

Desde una perspectiva teórica, este estudio se fundamenta en el Modelo de Conducta Planeada propuesto por Ajzen (1991), el cual plantea que la intención de realizar una conducta —como elegir determinado alimento— depende de la actitud hacia el comportamiento, la norma subjetiva y el control percibido. Este modelo ha sido aplicado con éxito para estudiar la influencia de variables psicosociales y ambientales en decisiones alimentarias (Vermier & Verbeke, 2018). Asimismo, se retoman los postulados de la teoría del consumidor digital que enfatiza cómo las experiencias digitales, mediadas

por algoritmos, generan entornos persuasivos altamente personalizados (Gulati, McDonagh, Sousa, & Lamas, 2024).

En el caso de la Universidad Técnica de Ambato (UTA), las prácticas de consumo alimentario de los estudiantes han evolucionado en los últimos años, en paralelo con el crecimiento del comercio electrónico, la visibilidad de productos alimenticios en redes sociales y la proliferación de contenidos generados por usuarios o marcas. No obstante, existe una carencia de estudios empíricos que analicen con precisión cómo esta exposición digital se traduce en decisiones concretas de consumo, particularmente entre estudiantes de carreras administrativas y de comunicación, que además están más familiarizados con los entornos digitales y las estrategias de marketing.

Este estudio tiene como objetivo evaluar la relación entre la exposición a estrategias de marketing digital en redes sociales y los hábitos de consumo alimentario de los estudiantes universitarios, considerando el tipo de contenido, la frecuencia de exposición y las percepciones asociadas al consumo de productos promocionados.

Hipótesis: A mayor exposición a contenidos de marketing alimentario en redes sociales, mayor será la frecuencia de consumo de productos ultraprocesados entre los estudiantes universitarios.

Este artículo se estructura de la siguiente manera: primero, se describe el diseño metodológico y las técnicas empleadas para la recolección y análisis de datos; posteriormente, se presentan los principales hallazgos organizados por variables de estudio; finalmente, se discuten los resultados a la luz de la literatura científica reciente y se plantean recomendaciones para el diseño de estrategias de marketing saludables y políticas de regulación en entornos universitarios.

MARCO TEÓRICO

Esta sección examina las principales teorías y enfoques que sustentan el estudio de la influencia del marketing alimentario en redes sociales sobre el comportamiento de consumo alimentario en estudiantes universitarios. El análisis parte del contexto actual de transformación digital, donde las plataformas sociales han alterado los patrones

tradicionales de comunicación y persuasión comercial, generando nuevos desafíos para la promoción de hábitos alimentarios saludables en jóvenes.

Marketing Digital y Redes Sociales

El marketing digital comprende el conjunto de estrategias orientadas a la promoción de bienes o servicios mediante tecnologías digitales, con énfasis en la personalización de contenidos, la interactividad y la analítica de datos (Chaffey & Ellis-Chadwick, 2019). Las redes sociales representan uno de sus pilares fundamentales, al ofrecer canales de comunicación inmediatos y bidireccionales que permiten establecer relaciones dinámicas entre las marcas y los consumidores.

Plataformas como Instagram, TikTok y Facebook se han consolidado como espacios de alta exposición

para la publicidad, particularmente entre jóvenes, permitiendo la segmentación avanzada mediante algoritmos que analizan el comportamiento del usuario (Lamberton & Stephen, 2016). Estas herramientas optimizan el alcance de las campañas publicitarias, adaptándolas en tiempo real al perfil del consumidor, lo que resulta en un impacto más profundo sobre sus decisiones de compra.

Una ventaja distintiva del marketing en redes sociales es su capacidad de generar engagement, es decir, participación activa del consumidor con el contenido, lo cual refuerza la identificación con la marca y propicia la fidelización (Schivinski & Dabrowski, 2016). Esta interactividad ha reformulado el proceso de decisión de compra, donde ya no solo influye el mensaje publicitario, sino también las reacciones de otros usuarios y la validación social que recibe el contenido.

Tabla 1. Comparación de Estrategias de Marketing Digital y Tradicional

Característica	Marketing Digital	Marketing Tradicional
Alcance	Global, segmentación en tiempo real	Regional o nacional, segmentación limitada
Interactividad	Alta, comunicación bidireccional	Baja, comunicación unidireccional
Costo	Relativamente bajo	Relativamente alto
Flexibilidad	Alta, ajustes inmediatos posibles	Baja, requiere planificación previa y mayor inversión
Medición de resultados	Precisa, basada en analítica web y KPIs	Menos precisa, dependiente de encuestas y estudios de mercado
Tiempo de implementación	Inmediato o en tiempo real	Lento, sujeto a medios impresos o televisivos

Fuente: Adaptado de Chaffey & Ellis-Chadwick (2019); Lamberton & Stephen (2016); Schivinski & Dabrowski (2016).

Marketing Alimentario Digital

El marketing alimentario digital se refiere a las estrategias empleadas por las empresas del sector de alimentos para promover sus productos a través de medios digitales, principalmente redes sociales, buscadores y sitios web (Cairns, Angus, Hastings, & Caraher, 2013). Estas prácticas han ganado relevancia por su capacidad de generar campañas visuales impactantes, utilizando imágenes atractivas, mensajes emocionales y contenidos breves pero persuasivos.

Un elemento central en esta estrategia es el branding visual, es decir, el conjunto de elementos gráficos (colores, logos, empaques) que permiten construir una identidad de marca distintiva. Investigaciones recientes señalan que

el diseño del packaging influye significativamente en la percepción de calidad y en la intención de compra, sobre todo entre consumidores jóvenes (Tinonetsana & Penceliah, 2017).

Por otro lado, la publicidad en redes sociales permite a las marcas llegar directamente a los consumidores a través de publicaciones patrocinadas, stories y colaboraciones con influencers. Estas estrategias tienen como objetivo no solo captar la atención, sino generar una asociación emocional entre el producto y experiencias deseadas, como placer, conveniencia o status social (Freger, et al., 2011); (Casaló, et al., 2020).

Asimismo, el marketing de contenidos y el storytelling constituyen recursos clave para

comunicar los valores de marca mediante narrativas coherentes, que resuenen con los intereses del público objetivo. Cuando estas narrativas se

alinean con las tendencias culturales y estéticas del entorno digital, aumentan su capacidad de persuasión y recordación.

Tabla 2. Elementos Clave del Marketing Alimentario Digital

Elemento	Descripción
Branding y Packaging	Diseño visual que comunica la identidad de la marca
Publicidad en Redes Sociales	Promoción directa en Instagram, TikTok, Facebook, entre otras
Marketing de Contenidos	Narrativas visuales, storytelling y contenido audiovisual
Influencers	Colaboraciones estratégicas con líderes de opinión digitales
Promociones y Descuentos	Ofertas económicas que incentivan la compra

Fuente: Adaptado de Kotler & Armstrong (2018); Loureiro & Lotade (2020)

Comportamiento del Consumidor en el Ámbito Digital

El comportamiento del consumidor en entornos digitales ha sido ampliamente investigado debido a los cambios significativos en la forma en que los individuos acceden a la información, interactúan con marcas y toman decisiones de compra (Adunola et al., 2016). En este contexto, la Teoría del Comportamiento Planificado (Ajzen, 1991) ha servido como marco conceptual para comprender cómo los factores actitudinales, las normas sociales percibidas y el control conductual influyen en la intención de compra, particularmente en escenarios digitales altamente dinámicos.

Aplicada al ámbito del marketing alimentario digital, esta teoría explica cómo la exposición repetida a mensajes promocionales en redes sociales, combinada con la influencia de pares y figuras públicas (como los influencers), puede modificar las actitudes hacia ciertos productos, generando una mayor predisposición al consumo. De acuerdo con Patwardhan et al. (2024), la familiaridad y la repetición de contenido publicitario influyen en la formación de preferencias, incluso en ausencia de información nutricional objetiva, lo cual representa un riesgo en el consumo de productos ultraprocesados.

Los estudiantes universitarios, como nativos

digitales, están especialmente expuestos a este fenómeno. Según Çakmakçı et al. (2024), los jóvenes consumidores muestran una elevada sensibilidad a los estímulos visuales y emocionales en plataformas como Instagram y TikTok, los cuales activan mecanismos cognitivos que asocian productos con placer, estatus social o pertenencia grupal.

Para medir el impacto de estas variables, numerosos estudios han utilizado escalas tipo Likert y análisis estadísticos multivariados, como la regresión múltiple y el análisis factorial, lo cual permite evaluar la influencia relativa de cada factor en la intención de compra. Hair et al. (2018) destacan que este tipo de aproximación cuantitativa facilita la validación empírica de modelos teóricos, ofreciendo evidencia sólida sobre los patrones de decisión del consumidor digital.

De lo anterior se desprende que el comportamiento del consumidor en medios digitales no puede entenderse como un proceso lineal, sino como una interacción compleja entre elementos individuales, sociales y tecnológicos. Esto es especialmente relevante en el ámbito universitario, donde el consumo alimentario se ve mediado por la disponibilidad, el tiempo, la accesibilidad económica y la influencia de las redes sociales.

Tabla 3. Factores que Influyen en el Comportamiento del Consumidor Digital

Factor	Descripción	Ejemplo de aplicación
Frecuencia de exposición	Número de veces que el usuario se encuentra con publicidad alimentaria en redes sociales	Anuncios diarios en Instagram o TikTok
Repetición y familiaridad	Asociación progresiva del producto con emociones o calidad por exposición constante	Campañas con mensajes reiterativos
Influencia de pares	Efecto de amigos y contactos en redes sobre decisiones de compra	Likes y comentarios positivos de conocidos
Credibilidad del influencer	Confianza depositada en la figura que promociona el producto	Testimonio de un influencer nutricionista
Interactividad y engagement	Posibilidad de interactuar con la marca en tiempo real	Encuestas, reacciones o menciones

Fuente: Adaptado de Ajzen (1991); Patwardhan et al. (2024); Çakmakçı et al. (2024).

Influencia de los Influencers y el Marketing de Contenidos

En el entorno digital actual, los influencers han emergido como actores clave en la configuración de las decisiones de consumo, especialmente entre las audiencias jóvenes y activas en redes sociales. Estos individuos, que han ganado credibilidad a través de la construcción de comunidades en plataformas como Instagram, TikTok o YouTube, tienen la capacidad de amplificar mensajes publicitarios de manera auténtica, generando un impacto directo en la percepción y comportamiento de sus seguidores (Casaló et al., 2020).

A diferencia de la publicidad tradicional, los mensajes promocionales emitidos por influencers suelen estar integrados en contenidos cotidianos, lo que los hace menos intrusivos y más creíbles. Según Lou & Yuan (2019), la eficacia de estas figuras se basa en tres elementos fundamentales: la credibilidad percibida, el nivel de identificación del público con el influencer, y la autenticidad del contenido. Estos factores actúan como catalizadores que potencian la intención de compra, en tanto que el consumidor percibe la recomendación como genuina y no como una estrategia comercial convencional.

Dentro del ámbito del marketing alimentario, los influencers se convierten en embajadores de marcas, promoviendo productos a través de experiencias personales, recetas, desafíos virales o simples menciones. Este tipo de comunicación posee una alta capacidad de persuasión, dado que combina elementos emocionales, visuales y narrativos que apelan a la identidad del consumidor

y sus aspiraciones sociales (Sokolova & Kefi, 2020). Las publicaciones de alimentos, en especial aquellas con presentaciones atractivas y saludables, son ampliamente compartidas y consumidas por usuarios jóvenes, lo que incrementa el alcance de las campañas.

El marketing de contenidos complementa este fenómeno, al centrarse en la generación de piezas audiovisuales, narrativas y recursos visuales que informan, entretienen o inspiran, en lugar de simplemente vender. Esta estrategia busca construir relaciones duraderas con el consumidor, generando valor a través del contenido mismo. En este sentido, la creación de historias vinculadas al estilo de vida, la salud, la sostenibilidad o la experiencia de consumo, ha demostrado ser más efectiva que los mensajes explícitamente promocionales (Pulizzi, 2014).

La integración de influencers en estrategias de content marketing permite ampliar el impacto de una marca, ya que facilita el posicionamiento de los productos en contextos reales, más cercanos y emocionalmente significativos para el público. De acuerdo con estudios recientes, los consumidores están más dispuestos a adquirir un producto alimentario cuando han sido expuestos a contenido generado por un influencer en quien confían, que cuando ven un anuncio tradicional (De Veirman et al., 2017).

En contextos universitarios, donde los estudiantes son altamente activos en redes sociales y están en constante búsqueda de referentes, el marketing de contenidos impulsado por influencers representa una vía eficaz para influir en los hábitos

alimentarios. Esta forma de comunicación no solo impacta en la decisión de compra inmediata, sino también en la construcción de preferencias de largo plazo y en la percepción de marca, consolidando una relación emocional entre el consumidor y el producto.

Asimismo, se ha evidenciado que los influencers especializados en temas de salud, nutrición o estilo de vida saludable, tienen mayor capacidad para promover productos alimentarios percibidos como beneficiosos para el bienestar físico y emocional, lo que refuerza la tendencia hacia el consumo de alimentos funcionales o con atributos saludables (Añaña & Barbosa, 2023).

No obstante, este tipo de estrategias plantea desafíos éticos. La falta de transparencia en las colaboraciones pagadas, la promoción de productos no saludables y la manipulación de la percepción del consumidor son preocupaciones crecientes en el campo del marketing digital. Por ello, se hace indispensable la regulación del contenido patrocinado, así como la formación crítica de los consumidores, en especial de los más jóvenes, para que puedan identificar y evaluar adecuadamente los mensajes que reciben a través de sus plataformas digitales favoritas.

Integración de Estrategias Digitales y Tradicionales

La evolución del marketing en el entorno alimentario ha dado paso a un enfoque multicanal que busca complementar las estrategias digitales con tácticas tradicionales. En lugar de optar por un modelo excluyente, las empresas más exitosas integran medios digitales (como redes sociales, contenido audiovisual y anuncios en línea) con herramientas tradicionales (como promociones físicas, degustaciones o presencia en puntos de venta) para maximizar el impacto de sus campañas (Belch & Belch, 2022).

Este enfoque integrado es particularmente relevante en el contexto universitario, donde los estudiantes se enfrentan diariamente a estímulos tanto digitales como presenciales. Por ejemplo, una campaña promocional lanzada en Instagram puede verse reforzada con la presencia del producto en tiendas del campus o en máquinas expendedoras. Esta sinergia permite una experiencia de consumo

fluida y coherente, donde el mensaje de marca es reforzado en distintos entornos, generando mayor recordación y motivación de compra (Herhausen et al., 2015).

Además, la combinación de canales permite una personalización más efectiva. Mientras el entorno digital facilita una segmentación detallada basada en datos demográficos o de comportamiento, los canales tradicionales aportan elementos sensoriales y de interacción directa con el producto que influyen en la decisión final de compra (Rangaswamy, et al., 2022). Esta complementariedad resulta crucial en un entorno donde los consumidores, particularmente los jóvenes, valoran tanto la inmediatez digital como la experiencia tangible del consumo.

La literatura respalda que las estrategias omnicanal aumentan la satisfacción del consumidor, fomentan la lealtad a la marca y mejoran la percepción de calidad del producto (Verhoef et al., 2015). En este sentido, una adecuada integración de medios puede no solo mejorar los resultados comerciales, sino también consolidar relaciones sostenibles con los consumidores a largo plazo.

Implicaciones de la Publicidad Digital en la Salud y el Bienestar

El creciente uso del marketing digital en el sector alimentario ha generado preocupaciones sobre su influencia en la salud pública, especialmente entre poblaciones vulnerables como los adolescentes y estudiantes universitarios. La evidencia científica ha demostrado que la exposición frecuente a publicidad de alimentos ultraprocesados en redes sociales está vinculada con una mayor intención de compra y consumo de productos con bajo valor nutricional, lo cual puede derivar en trastornos alimentarios, sobrepeso u obesidad (Cairns et al., 2013); (Harris et al., 2009).

Los algoritmos que determinan la exposición de los usuarios a ciertos contenidos en plataformas como Instagram o TikTok priorizan publicaciones atractivas visualmente y con altos niveles de interacción, características comunes en la publicidad de productos ultraprocesados. Esto genera un entorno que refuerza patrones de consumo poco saludables, especialmente en

jóvenes que aún no desarrollan criterios críticos sólidos respecto a sus decisiones alimentarias (Sadeghirad et al., 2016).

Además, las estrategias de branding aplicadas en entornos digitales pueden distorsionar la percepción del consumidor. Mediante el uso de empaques coloridos, eslóganes emocionales y la presencia de influencers, se asocia la idea de placer, bienestar y aceptación social al consumo de ciertos productos, sin considerar su perfil nutricional. Esta situación genera un conflicto entre la percepción de salud y la realidad nutricional del producto (Boyland, et al., 2016).

Por ello, se ha planteado la necesidad de implementar políticas de regulación más estrictas

en la publicidad digital dirigida a jóvenes. Algunas propuestas incluyen restricciones en horarios de exposición, inclusión obligatoria de etiquetas de advertencia y la prohibición de mensajes que induzcan a error respecto a los beneficios nutricionales de los productos. A su vez, los programas de educación alimentaria deben integrarse en los entornos académicos para fomentar una lectura crítica de los mensajes comerciales (World Health Organization, 2022).

La siguiente tabla sintetiza los principales impactos positivos y negativos que puede tener la publicidad digital sobre la salud del consumidor joven.

Tabla 4. Implicaciones de la Publicidad Digital en la Salud del Consumidor

Aspecto	Impacto positivo	Impacto negativo
Contenido publicitario	Promoción de estilos de vida saludables mediante campañas educativas	Aumento del consumo de alimentos ultraprocesados y poco nutritivos
Estrategia de branding	Revalorización de productos saludables y sostenibles	Asociaciones erróneas de salud en productos nocivos
Influencia de influencers	Conciencia sobre elecciones alimentarias responsables	Fomento de tendencias alimentarias no avaladas científicamente
Integración digital-tradicional	Educación alimentaria más accesible y contextualizada	Incoherencia entre mensajes digitales y oferta real en puntos de venta universitarios
Interactividad y engagement	Posibilidad de interactuar con la marca en tiempo real	Encuestas, reacciones o menciones

Fuente: Adaptado de Harris et al., (2009); Sadeghirad, et al., (2016); (World Health Organization, 2022).

Síntesis y Brechas en la Literatura

La revisión del cuerpo teórico evidencia que el marketing digital ha transformado radicalmente las dinámicas de comunicación entre las marcas y los consumidores, especialmente a través del uso intensivo de redes sociales como Instagram, TikTok y Facebook. Estas plataformas no solo permiten una segmentación precisa del público, sino que también ofrecen una retroalimentación inmediata que ha modificado la forma en que los consumidores, particularmente los jóvenes universitarios, toman decisiones de compra (Lamberton & Stephen, 2016); (Casaló, Flavián, & Ibañez-Sánchez, 2020).

A pesar de los avances en el estudio del marketing digital, se identifican brechas relevantes en la literatura académica. En particular, persiste una limitada comprensión de la influencia combinada

de factores como la exposición prolongada a contenido publicitario digital, la participación de influencers y la disponibilidad física de productos alimentarios en el entorno universitario. Si bien algunos trabajos han abordado estos elementos por separado, pocos han propuesto un enfoque integrador que considere su efecto conjunto sobre los hábitos de consumo (Belch & Belch, 2022); (Patwardhan et al., 2024).

Otro vacío notable radica en el análisis del impacto de la regulación de la publicidad digital, especialmente en contextos vulnerables como el de los jóvenes consumidores. La creciente presencia de productos ultraprocesados en redes sociales plantea desafíos éticos y de salud pública, ya que estos alimentos son comúnmente promocionados mediante estrategias altamente persuasivas, pero carentes de valor nutricional (Sadeghirad et

al., 2016); (Harris et al., 2009). En este sentido, se requieren estudios empíricos que analicen la efectividad de normativas publicitarias, tanto en medios digitales como en puntos de venta físicos.

Desde una perspectiva teórica, es necesario profundizar en modelos que integren enfoques del comportamiento planificado (Ajzen, 1991) con marcos como el marketing de contenidos y la economía conductual, permitiendo una comprensión más holística del fenómeno. Esta integración no solo contribuiría a una mejor interpretación de los mecanismos de influencia digital, sino que también sentaría las bases para el diseño de estrategias comerciales responsables y sostenibles que promuevan el bienestar del consumidor.

Conclusión del Marco Teórico

El análisis teórico realizado establece un fundamento conceptual sólido para examinar la relación entre el marketing digital y los hábitos de consumo alimentario en el contexto universitario. La literatura revisada resalta ejes clave como el poder de las redes sociales para influir en la toma de decisiones, la relevancia de los influencers como mediadores de credibilidad, y la eficacia de las estrategias visuales como el branding y el diseño de packaging en la construcción de percepciones de valor. A su vez, se reconoce la importancia de combinar tácticas digitales con recursos publicitarios tradicionales para maximizar el impacto de las campañas de marketing (Belch & Belch, 2022); (Kotler & Keller, 2018).

Asimismo, se evidencian riesgos asociados con el uso de estas plataformas para la promoción de alimentos no saludables, especialmente entre audiencias jóvenes que están expuestas de forma intensiva a contenido publicitario sin una regulación efectiva. Esta situación subraya la necesidad de formular políticas públicas más estrictas que controlen la calidad del contenido promovido en redes sociales, y que al mismo tiempo fomenten el desarrollo de campañas educativas que sensibilicen sobre hábitos de consumo saludables (Cairns et al., 2013); (Patwardhan et al., 2024).

Finalmente, este marco teórico no solo proporciona herramientas conceptuales para comprender los hallazgos del presente estudio,

sino que también identifica oportunidades de investigación futura. Entre estas se destacan la necesidad de explorar el impacto de campañas integradas, los efectos psicológicos del contenido visual en la alimentación, y la relación entre el marketing experiencial y la fidelización de marca. El uso de fuentes académicas de alto impacto – como *Journal of Consumer Research*, *International Journal of Advertising* y *Appetite*– asegura la pertinencia y la solidez del enfoque adoptado, garantizando que el presente trabajo se enmarque dentro de los estándares internacionales de la investigación en ciencias del consumo.

II. METODOLOGÍA

El presente estudio se enmarca en un paradigma cuantitativo, adoptando un diseño correlacional de corte transversal, orientado a explorar y cuantificar la relación entre la exposición a estrategias de marketing alimentario en redes sociales y los hábitos de consumo alimentario de estudiantes universitarios. Este enfoque permite describir el comportamiento de una población en un momento específico, sin manipulación de variables, lo que resulta apropiado cuando se pretende establecer asociaciones entre fenómenos observables en su entorno natural (Creswell & Creswell, 2018).

El carácter correlacional del estudio se justifica en la necesidad de analizar cómo variables como la frecuencia de exposición a contenido promocional, la influencia de figuras digitales (influencers), el diseño visual del producto (branding y packaging), y la accesibilidad de productos alimentarios se asocian con la intención de compra; asimismo, a través del diseño transversal, se obtuvo una "fotografía" de los comportamientos y percepciones del grupo de estudio en un tiempo determinado, sin intervención longitudinal o experimental, lo que facilita identificar patrones emergentes en contextos dinámicos como las plataformas digitales.

En lo referente a la población estuvo conformada por estudiantes de diferentes carreras de la Universidad Técnica de Ambato, con especial énfasis en aquellos programas académicos vinculados a marketing, comunicación y administración, debido a su alto nivel de interacción con plataformas digitales. Se optó

por un muestreo probabilístico estratificado, lo cual permitió dividir la población según variables como el año de estudio, la facultad y la frecuencia de uso de redes sociales. A partir de estos estratos, se seleccionaron aleatoriamente los participantes, logrando una muestra representativa compuesta por 300 estudiantes, calculada con un nivel de confianza del 95 % y un margen de error del 5 %.

Para esta investigación el instrumento principal fue un cuestionario estructurado, diseñado específicamente para evaluar variables relacionadas con el marketing digital y los hábitos alimentarios. Se incluyeron cinco secciones:

1. Datos sociodemográficos
2. Exposición a publicidad en redes sociales
3. Influencia de influencers
4. Branding y packaging
5. Accesibilidad y frecuencia de consumo alimentario

Cada sección estuvo compuesta por ítems formulados con escalas tipo Likert de 5 puntos, donde 1 = Nunca y 5 = Siempre, permitiendo captar la intensidad de la percepción y frecuencia de comportamiento del encuestado. Un ejemplo de ítem es: “Cuando veo un alimento promocionado por un influencer en redes sociales, me dan ganas de comprarlo”. Esta estructura permitió medir la influencia emocional y cognitiva de la publicidad digital sobre las decisiones de consumo.

En total, el cuestionario contenía 35 preguntas, distribuidas de la siguiente forma:

- ítems sociodemográficos
- ítems sobre publicidad digital
- ítems sobre influencia de influencers
- ítems sobre branding y packaging
- 10 ítems sobre frecuencia de consumo y accesibilidad

El contenido del cuestionario fue evaluado por tres expertos en marketing digital, nutrición pública y metodología de la investigación, quienes realizaron ajustes en términos de claridad, pertinencia y alineación teórica. Posteriormente, se aplicó una prueba piloto a 30 estudiantes con características similares a la muestra principal, lo cual permitió validar la comprensión semántica de los ítems. La confiabilidad del instrumento se

verificó mediante el coeficiente Alpha de Cronbach, obteniéndose valores superiores a 0.90 en todas las dimensiones, lo que evidencia una alta consistencia interna (Hair, Black, Babin, & Anderson, 2019).

La recolección de datos se llevó a cabo durante dos meses. Se utilizó una estrategia mixta: en formato digital, mediante formularios distribuidos por correo institucional y redes sociales oficiales; y en formato presencial, aplicados en aulas y espacios comunes del campus. A cada participante se le presentó un formulario de consentimiento informado, en el que se detallaron los objetivos del estudio, la voluntariedad de la participación, los derechos del encuestado y la confidencialidad en el tratamiento de los datos. La investigación cumplió con los principios éticos establecidos por la Declaración de Helsinki y las normativas institucionales vigentes.

El procesamiento de la información se realizó utilizando el software SPSS v26. En una primera etapa se efectuó un análisis descriptivo, obteniéndose medidas de tendencia central (media, mediana) y dispersión (desviación estándar) para variables cuantitativas, así como frecuencias absolutas y relativas para variables categóricas.

En la segunda etapa, se aplicó el coeficiente Alpha de Cronbach para verificar la confiabilidad de cada dimensión del cuestionario. Luego, se realizó la prueba de correlación de Pearson para determinar la relación entre la frecuencia de exposición a publicidad digital y la intención de compra de productos alimenticios, así como entre las demás variables del estudio.

Se implementó un análisis de regresión lineal múltiple, con el objetivo de identificar el peso relativo de variables predictoras como la influencia de influencers, el diseño visual del producto y la accesibilidad, sobre la variable dependiente: intención de compra. Este análisis permitió cuantificar el porcentaje de varianza explicada por el conjunto de variables independientes.

Además, se realizaron pruebas de análisis de varianza (ANOVA) para explorar diferencias estadísticamente significativas entre grupos según características sociodemográficas como género, nivel académico y uso de redes sociales. Finalmente, se aplicó un análisis factorial exploratorio con rotación Varimax, lo que permitió

validar la estructura interna del cuestionario y confirmar la coherencia de los ítems agrupados por dimensión teórica.

El proyecto metodológico fue ejecutado de acuerdo con un cronograma técnico detallado:

- Diseño y validación del cuestionario: 3 semanas
- Capacitación de encuestadores y ajustes: 2 semanas
- Recolección de datos: 8 semanas
- Análisis estadístico: 3 semanas
- Interpretación y redacción de resultados: 2 semanas

Este seguimiento riguroso permitió garantizar la validez interna, transparencia ética y calidad científica del estudio.

La metodología adoptada combina las fortalezas del enfoque cuantitativo con técnicas de análisis multivariado robustas. El uso de un cuestionario validado, un muestreo probabilístico estratificado y un diseño transversal correlacional permiten generar evidencia empírica confiable sobre la relación entre el marketing digital y los hábitos alimentarios. Este enfoque proporciona una base sólida para la formulación de políticas públicas orientadas a la promoción de hábitos saludables, así como para futuras investigaciones que exploren la evolución de estos comportamientos en distintos contextos sociales.

III. RESULTADOS

Esta sección presenta de manera estructurada los principales hallazgos obtenidos mediante la aplicación del cuestionario estructurado a 300 estudiantes universitarios. Los resultados se organizan desde un enfoque descriptivo hasta un análisis estadístico inferencial que permite evaluar el grado de asociación entre la exposición al marketing digital y los hábitos de consumo alimentario.

Análisis Descriptivo de la Exposición a Publicidad Digital

Los datos muestran que el 82 % de los participantes manifestó estar expuesto diariamente a publicidad de alimentos en redes sociales. La

plataforma más frecuente fue Instagram (70 %), seguida por Facebook (20 %) y TikTok (10 %). Este nivel de exposición constante sugiere una integración profunda de la publicidad alimentaria en el entorno digital cotidiano de los estudiantes.

Estos hallazgos sugieren que la omnipresencia de la publicidad digital en las redes sociales ha generado una familiarización significativa con los mensajes promocionales, lo cual podría influir en la formación de hábitos de consumo. La siguiente tabla sintetiza los datos descriptivos de la exposición a la publicidad.

Tabla 5. Frecuencia de Exposición a Publicidad en Redes Sociales

Frecuencia de Exposición	Porcentaje de Estudiantes
Varias veces al día	45%
Una vez al día	37%
Varias veces a la semana	12%
Rara vez	6%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de estos datos, obtenido mediante escalas tipo Likert, evidencia una tendencia marcada hacia la exposición habitual, lo que respalda la premisa de que la publicidad digital se ha integrado en la rutina diaria de los jóvenes universitarios.

Influencia de Influencers y Marketing de Contenidos

El 65 % de los encuestados afirmó que las recomendaciones de influencers influyen significativamente en su decisión de compra de productos alimenticios. A su vez, el 60 % indicó que el contenido visual atractivo y las narrativas emocionales aumentan su confianza en las marcas y productos promocionados. Estas percepciones refuerzan el rol del marketing de contenidos como estrategia clave en el entorno digital.

Impacto del Branding y Packaging en la Intención de Compra

El 72 % de los estudiantes señaló que el diseño del empaque y la imagen de marca influyen directamente en su percepción de calidad y fidelidad hacia ciertos productos. Elementos como el uso de colores llamativos, tipografías modernas

y empaques innovadores se mencionaron como motivadores principales de compra.

Evaluación de la Accesibilidad y Disponibilidad de Productos

El 68 % de los encuestados indicó que prefiere productos fácilmente accesibles en su entorno académico o digital. La proximidad física, disponibilidad en tiendas cercanas y la facilidad de compra en línea fueron factores determinantes en su decisión de consumo.

Tabla 6. Factores que Influyen en la Accesibilidad y Disponibilidad de Productos

Factor	Porcentaje de Estudiantes
Ubicación dentro del campus	50%
Disponibilidad en tiendas cercanas	30%
Facilidad para compras en línea	20%

Fuente: Elaboración propia

Estos datos subrayan la importancia de una estrategia de distribución bien planificada, que complemente las tácticas de marketing digital y maximice la efectividad de las campañas publicitarias.

Análisis Correlacional y de Regresión

Se aplicó un análisis de correlación de Pearson, encontrando una relación positiva significativa entre la frecuencia de exposición a anuncios en redes sociales y la intención de compra ($r = 0.62$, $p < 0.01$). Además, el análisis de regresión múltiple mostró que las variables exposición a publicidad, influencia de influencers, percepción del diseño y accesibilidad explican el 48 % de la varianza en la intención de compra.

Análisis Comparativo Según Variables Demográficas

Mediante ANOVA, se detectaron diferencias significativas por género y año académico. Las estudiantes de carreras relacionadas con la comunicación y marketing fueron más sensibles a

la publicidad en redes sociales, y los estudiantes de primeros años mostraron una mayor predisposición a ser influenciados por las campañas digitales.

Síntesis de los Resultados

La integración de los distintos análisis permite sintetizar los hallazgos de la siguiente manera:

1. Alta exposición a publicidad digital: Una gran mayoría de los estudiantes muestra una exposición constante a anuncios en redes sociales, siendo Instagram la plataforma predominante. Esta exposición se asocia con un aumento en la intención de compra, especialmente de productos ultraprocesados.
2. Influencia de influencers y contenido visual: Las recomendaciones de influencers y el marketing de contenidos resultan decisivos para aumentar la confianza y la predisposición a la compra, lo que se refleja en una mayor fidelidad hacia marcas que emplean estas estrategias.
3. Importancia del branding y el packaging: El diseño visual de los productos influye significativamente en la percepción de calidad, lo que a su vez afecta la decisión de compra. Los elementos estéticos se muestran como predictores importantes en el comportamiento del consumidor.
4. Accesibilidad y disponibilidad como determinantes del consumo: La facilidad para adquirir productos, tanto en entornos físicos como digitales, contribuye a una mayor frecuencia de consumo, subrayando la importancia de la estrategia de distribución en el marketing alimentario.
5. Relación estadísticamente significativa entre exposición y consumo: El análisis correlacional y de regresión confirman que la exposición a publicidad digital y la influencia de influencers explican una proporción significativa de la varianza en la intención de compra, evidenciando el impacto integral de estas estrategias.

Tabla 7. Resumen de Hallazgos Principales

Variable Clave	Hallazgo Principal
Exposición a Publicidad Digital	82 % se expone diariamente; Instagram es la red más utilizada
Influencia de Influencers	65 % considera determinante la opinión de influencers en su decisión
Branding y Packaging	72 % señala que el diseño impacta su percepción de calidad
Accesibilidad	68 % favorece productos accesibles física o digitalmente
Relación exposición-consumo	Correlación significativa ($r = 0.62$); la regresión explica el 48 % de varianza

Fuente: Elaboración propia

En conjunto, los hallazgos evidencian una fuerte influencia de las estrategias de marketing digital sobre las decisiones de consumo de los estudiantes. La combinación de estímulos visuales, credibilidad de influencers y accesibilidad física o virtual refuerzan la formación de hábitos de consumo alimentario en la población universitaria.

IV. Discusión de Resultados

Esta sección interpreta los hallazgos obtenidos en relación con la influencia del marketing digital en los hábitos de consumo alimentario de estudiantes universitarios. A partir de los resultados descritos, se analiza cómo la exposición a la publicidad digital, el papel de los influencers, el diseño de los productos y la accesibilidad afectan la intención de compra, contrastando con estudios previos y teorías relevantes en el campo.

Interpretación de la Exposición a Publicidad Digital

La alta frecuencia de exposición a publicidad en redes sociales (82 % de los encuestados) indica que este tipo de contenido forma parte de la rutina diaria de los estudiantes. Instagram se posiciona como la red más influyente, lo que concuerda con estudios previos que destacan su capacidad para generar engagement mediante contenido visual (Lamberton & Stephen, 2016). Desde la teoría del comportamiento planificado (Ajzen, 1991), la repetición de mensajes publicitarios puede fortalecer la intención de compra al incrementar la

familiaridad con la marca.

Influencia de los Influencers y el Marketing de Contenidos

La relevancia de los influencers como actores fundamentales en el ecosistema digital es uno de los aspectos más notables de esta investigación. El 65% de los estudiantes indicó que las recomendaciones de influencers influyen significativamente en su intención de compra. Este hallazgo coincide con estudios previos que evidencian el impacto de figuras digitales en la configuración de hábitos de consumo (Freger, Graham, McGaughey, & Freberg, 2011); (Smith & Williams, 2020). Los influencers actúan como mediadores entre las marcas y los consumidores, aportando autenticidad y credibilidad a los mensajes publicitarios.

El marketing de contenidos, que se basa en el uso de storytelling y narrativas visuales, se presenta como una estrategia complementaria que potencia la influencia de los influencers. La capacidad para contar historias que generen empatía y conexión emocional ha demostrado incrementar la fidelidad de los consumidores hacia la marca. En este estudio, el 60% de los estudiantes manifestó que las campañas de marketing que emplean contenido de alta calidad y narrativas emotivas incrementan su confianza en la marca, lo que se traduce en una mayor predisposición a la compra. Estos resultados están en sintonía con la investigación publicada en el Journal of Marketing, donde se destaca que la personalización y la narrativa emocional son claves para captar la atención de los consumidores (Loureiro & Lotade, 2020).

La importancia de estos mecanismos radica en la forma en que facilitan la transformación de la información en experiencia, permitiendo que el mensaje publicitario se interiorice de manera más profunda. La influencia de los influencers y la calidad del contenido digital no solo afectan la percepción de la marca, sino que también moldean la conducta de consumo a través de la creación de una identidad de marca compartida y la generación de comunidades virtuales que promueven comportamientos de compra recurrentes.

Impacto del Branding y Packaging en la Percepción del Producto

El análisis de los datos reveló que el diseño y la presentación visual de los productos, a través del branding y el packaging, son elementos cruciales en la formación de la percepción de calidad. El setenta y dos por ciento de los encuestados valoró positivamente estos elementos, lo que sugiere que la estética juega un papel determinante en la decisión de compra. La importancia del branding se fundamenta en la capacidad del diseño visual para transmitir información sobre la calidad, el valor y la autenticidad del producto (Kotler & Armstrong, 2018).

En este sentido, la coherencia entre el diseño del empaque y la identidad de la marca resulta esencial para generar una conexión emocional con el consumidor. Estudios en el *International Journal of Advertising* han documentado que los elementos visuales, como los colores, tipografías y gráficos, pueden influir en la percepción de confiabilidad y calidad, lo que a su vez se traduce en una mayor intención de compra (Lamberton & Stephen, 2016). En el caso de los estudiantes universitarios, quienes valoran la innovación y la estética en la comunicación, un packaging atractivo puede actuar como un estímulo poderoso para la selección de productos.

Además, la integración del branding con estrategias de marketing digital crea una sinergia que refuerza la imagen de la marca en múltiples puntos de contacto. La combinación de mensajes consistentes en plataformas digitales y en el punto de venta físico contribuye a consolidar la identidad de la marca, incrementando la lealtad del consumidor. Este fenómeno es especialmente relevante en el contexto universitario, donde la experiencia sensorial y la percepción visual son elementos fundamentales en la toma de decisiones.

Evaluación de la Accesibilidad y Distribución de Productos

La accesibilidad y la disponibilidad de productos alimentarios se han identificado como variables que influyen de manera significativa en los hábitos de consumo. Los datos indican que el 68% de los estudiantes prefiere consumir productos que están fácilmente disponibles en su entorno, ya sea en tiendas físicas cercanas al campus o a través de plataformas digitales que facilitan el proceso de

compra. Esta tendencia resalta la importancia de la logística y la distribución en el marketing alimentario.

La accesibilidad no solo afecta la frecuencia de compra, sino también la elección de productos. La proximidad de puntos de venta se asocia con una mayor conveniencia, lo que resulta en una preferencia marcada por aquellos productos que se pueden adquirir sin grandes desplazamientos. Estudios en el *Journal of Retailing* han demostrado que la conveniencia es uno de los factores determinantes en la decisión de compra, especialmente en entornos urbanos y universitarios donde el tiempo y la movilidad son recursos limitados (Belch & Belch, 2022).

En este contexto, la estrategia de distribución debe ser considerada como parte integral de la campaña de marketing. La coordinación entre la presencia digital y la oferta física crea un ambiente de consumo que facilita la transición entre el interés generado por la publicidad digital y la acción de compra en el punto de venta. Esta convergencia es esencial para comprender cómo se configuran los hábitos de consumo en entornos multicanal y resalta la necesidad de implementar soluciones que integren ambas dimensiones de manera coherente.

Análisis de la Relación entre Variables y Consideraciones Estadísticas

El análisis correlacional realizado en este estudio ha revelado una relación positiva significativa entre la exposición a publicidad digital y la intención de compra de productos alimenticios. Con un coeficiente de correlación de $r = 0.62$ ($p < 0.01$), se evidencia que a mayor frecuencia de exposición, mayor es la predisposición a consumir productos promocionados, particularmente aquellos ultraprocesados. Este hallazgo es consistente con la literatura, donde se ha documentado que la publicidad digital tiene un efecto directo en la formación de hábitos de consumo (Schiffman & Kanuk, 2015).

El análisis de regresión múltiple profundizó en esta relación, demostrando que variables como la influencia de los influencers, la percepción del branding y la accesibilidad explican conjuntamente aproximadamente el 48% de la varianza en la

intención de compra. Esta robusta relación estadística indica que la exposición a estrategias de marketing digital no actúa de forma aislada, sino que se combina con otros factores para moldear las decisiones de compra. La capacidad de explicar casi la mitad de la variación en la intención de compra subraya la importancia de estos mecanismos de influencia en el comportamiento del consumidor.

Por otro lado, los análisis de varianza (ANOVA) revelaron diferencias significativas en la intención de compra en función de variables demográficas, tales como el género y el año de estudio. Estas diferencias sugieren que el impacto del marketing digital puede variar según el perfil del consumidor. Por ejemplo, se observó que las estudiantes de carreras relacionadas con la comunicación y el marketing son más receptivas a los mensajes publicitarios en comparación con sus pares de otras disciplinas. Este resultado respalda la necesidad de segmentar las estrategias de marketing digital de acuerdo con las características sociodemográficas y culturales de la audiencia (Lamberton & Stephen, 2016).

Contraste de Resultados con el Marco Teórico

La interpretación de los hallazgos obtenidos en este estudio permite contrastarlos con las teorías y estudios previos que sustentan el marco teórico. En primer lugar, la alta frecuencia de exposición a publicidad digital y su relación con la intención de compra se alinea con los postulados de la teoría del comportamiento planificado, la cual sugiere que la repetición y familiaridad con un estímulo aumentan la predisposición a la acción (Ajzen, 1991). Esta correlación también es consistente con investigaciones previas que han mostrado que la publicidad en redes sociales puede generar un efecto acumulativo en la formación de hábitos de consumo (Chaffey & Ellis-Chadwick, 2019).

La influencia de los influencers y la eficacia del marketing de contenidos, como se observa en los resultados, se confirma con estudios de alto impacto que resaltan el rol de estas estrategias en la generación de confianza y fidelización en el entorno digital (Freger, Graham, McGaughey, & Freberg, 2011); (Smith & Williams, 2020). La capacidad de los influencers para transmitir

autenticidad y establecer una conexión emocional con sus seguidores refuerza la idea de que las recomendaciones personales tienen un peso considerable en la toma de decisiones de compra.

Asimismo, los resultados relativos al branding y el packaging evidencian que el diseño visual es un elemento esencial para la percepción de calidad del producto, tal como lo han demostrado estudios en el ámbito del marketing alimentario (Kotler & Armstrong, 2018); (Loureiro & Lotade, 2020). La presentación estética no solo mejora la imagen de la marca, sino que también actúa como un diferenciador en un mercado altamente competitivo, lo cual es particularmente relevante en el entorno universitario donde la innovación y la estética son valoradas.

La accesibilidad y distribución de productos, otro hallazgo importante, se confirma con estudios que han destacado la importancia de la conveniencia en la decisión de compra (Belch & Belch, 2022). La relación entre la proximidad de los puntos de venta y la frecuencia de consumo sugiere que las estrategias de marketing deben considerar no solo la comunicación digital, sino también la optimización de la cadena de distribución para maximizar el impacto en el consumidor.

En resumen, el contraste entre los resultados obtenidos y el marco teórico demuestra una alta coherencia entre la evidencia empírica y las teorías existentes sobre marketing digital y comportamiento del consumidor. Este estudio contribuye a la literatura al proporcionar datos cuantitativos actualizados que respaldan y amplían el conocimiento sobre la influencia de las redes sociales en los hábitos alimentarios de los estudiantes universitarios.

Implicaciones para la Creación de Conocimiento y Aplicaciones Prácticas

La integración de los hallazgos en este estudio tiene importantes implicaciones teóricas y prácticas. Desde el punto de vista académico, la evidencia recopilada respalda la noción de que la publicidad digital en redes sociales es un motor fundamental en la configuración de los hábitos de consumo, lo cual refuerza y amplía las teorías existentes en el campo del comportamiento del consumidor (Schiffman & Kanuk, 2015). Este

conocimiento permite justificar la necesidad de continuar investigando en esta área, explorando nuevos modelos que integren variables emergentes y contextuales, como la influencia de las nuevas plataformas digitales y la evolución de los patrones de consumo en entornos multicanal.

En términos prácticos, los resultados obtenidos ofrecen una base sólida para el desarrollo de estrategias de marketing más responsables y orientadas hacia la promoción de hábitos alimentarios saludables. La identificación de la alta influencia de la publicidad digital y de los influencers sugiere que las empresas deben considerar la implementación de políticas que regulen la promoción de productos alimenticios, especialmente aquellos con bajo valor nutricional. Asimismo, la importancia del branding y la accesibilidad destaca la necesidad de diseñar campañas que no solo sean persuasivas, sino que también se alineen con los principios de una comunicación ética y transparente.

Por otro lado, las implicaciones para la formulación de políticas públicas son evidentes. Dado que la exposición a publicidad digital se correlaciona de manera significativa con la intención de compra de productos ultraprocesados, es imperativo que los organismos reguladores consideren la implementación de normativas que limiten la promoción de este tipo de productos en redes sociales, especialmente cuando el público objetivo es una población vulnerable como la de los estudiantes universitarios. Las estrategias de educación nutricional también deben ser fortalecidas, integrando programas que fomenten el consumo responsable y la información crítica sobre los mensajes publicitarios.

Además, los hallazgos de este estudio sugieren que el marketing de contenidos y la utilización de influencers pueden ser herramientas poderosas para promover cambios positivos. Al colaborar con figuras públicas comprometidas con la salud y el bienestar, las marcas pueden transmitir mensajes que incentiven la elección de alimentos saludables y la adopción de estilos de vida más equilibrados. Esta estrategia, combinada con la implementación de etiquetas nutricionales claras y campañas de concienciación, puede contribuir significativamente a la transformación de los

hábitos de consumo en el ámbito universitario.

Limitaciones del Estudio y Consideraciones para Investigaciones Futuras

A pesar de los importantes hallazgos obtenidos, es fundamental reconocer algunas limitaciones que podrían influir en la generalización de los resultados. En primer lugar, el diseño transversal del estudio permite capturar una instantánea de los hábitos de consumo, pero no permite analizar la evolución de estos comportamientos a lo largo del tiempo. Esto limita la capacidad de establecer relaciones causales y sugiere la necesidad de realizar estudios longitudinales que permitan examinar cómo se modifican los hábitos de consumo en función de la exposición a estrategias de marketing digital a lo largo del tiempo.

Otra limitación importante radica en el uso de cuestionarios autoadministrados, lo que puede introducir sesgos en las respuestas debido a la subjetividad del auto-reporte. Aunque se han implementado métodos para aumentar la confiabilidad y validez del instrumento, es posible que algunos aspectos del comportamiento real no se reflejen completamente en las respuestas proporcionadas por los participantes.

En futuras investigaciones, se recomienda complementar los métodos cuantitativos con enfoques cualitativos, como entrevistas en profundidad o grupos focales, que permitan explorar de manera más detallada las percepciones y motivaciones subyacentes a las decisiones de compra. Además, sería pertinente ampliar la muestra a otros contextos geográficos y culturales para evaluar si los efectos observados son consistentes en diferentes entornos. La integración de análisis de medios y datos de plataformas digitales en tiempo real también podría enriquecer la comprensión del fenómeno, permitiendo una evaluación más dinámica de la influencia de la publicidad digital.

Reflexiones Finales sobre la Discusión de Resultados

La discusión de los resultados obtenidos en este estudio evidencia la complejidad y multidimensionalidad del impacto que el

marketing digital ejerce sobre los hábitos de consumo alimentario de los estudiantes universitarios. La convergencia entre la exposición a publicidad en redes sociales, la influencia de los influencers, la eficacia del marketing de contenidos y la importancia del branding y la accesibilidad se traduce en un fenómeno de alta significación, respaldado por evidencia empírica robusta y consistente con los marcos teóricos contemporáneos.

Los datos cuantitativos analizados permiten afirmar que la publicidad digital, especialmente en plataformas visuales como Instagram, juega un rol determinante en la predisposición a consumir productos alimenticios, en particular aquellos ultraprocesados. Este hallazgo, en conjunto con la influencia de los influencers y la calidad de la narrativa de marketing, establece una relación clara entre la exposición a estrategias digitales y la intención de compra, lo que constituye una aportación relevante al campo del marketing alimentario y el comportamiento del consumidor.

Asimismo, la integración de estrategias tradicionales y digitales se revela como una oportunidad para potenciar el impacto de las campañas publicitarias, ofreciendo a las marcas la posibilidad de llegar a audiencias específicas de manera más efectiva y ética. Las implicaciones de estos resultados son amplias, abarcando desde recomendaciones para el diseño de políticas públicas y regulaciones de publicidad digital, hasta sugerencias para el desarrollo de estrategias de marketing responsable que promuevan hábitos de consumo saludables.

La discusión aquí presentada no solo refuerza la validez de los hallazgos del estudio, sino que también abre nuevas líneas de investigación que pueden contribuir a una comprensión más profunda de cómo la comunicación digital influye en la salud y el bienestar de la población joven. La evidencia sugiere que el conocimiento generado en este trabajo puede servir de base para la formulación de estrategias integradas que, además de impulsar la venta de productos, busquen transformar positivamente los patrones de consumo en entornos universitarios.

En definitiva, la discusión de resultados destaca la importancia de abordar el fenómeno

del marketing digital desde una perspectiva multidimensional, en la que convergen elementos de comunicación, tecnología, psicología y ética. La creación de conocimiento en este campo es esencial para enfrentar los desafíos que plantea la digitalización y la omnipresencia de la publicidad en la formación de hábitos de consumo, y para desarrollar intervenciones que promuevan un equilibrio entre la innovación comercial y el bienestar del consumidor.

V. CONCLUSIONES

El presente estudio permite concluir que las estrategias de marketing digital, especialmente aquellas implementadas a través de redes sociales, tienen una influencia significativa en los hábitos de consumo alimentario de los estudiantes universitarios. La alta exposición a contenido promocional en plataformas como Instagram, el rol persuasivo de los influencers, la importancia del diseño visual del producto y la accesibilidad en puntos de venta físicos y digitales son elementos que, en conjunto, moldean la intención de compra de esta población.

Desde una perspectiva teórica, los hallazgos confirman la validez de modelos como la teoría del comportamiento planificado, al evidenciar que la repetición, familiaridad y credibilidad son factores clave en la formación de actitudes hacia los productos promocionados. Asimismo, se ratifica la relevancia del marketing de contenidos y el branding como ejes que fortalecen la conexión emocional entre el consumidor y la marca.

A nivel práctico, estos resultados ponen de manifiesto la necesidad de diseñar campañas de marketing más éticas y responsables, especialmente cuando están dirigidas a públicos vulnerables como los jóvenes universitarios. Se recomienda que tanto las instituciones de educación superior como los organismos de salud pública establezcan alianzas con creadores de contenido comprometidos con la promoción de hábitos saludables y una alimentación equilibrada.

Finalmente, se resalta la urgencia de continuar con investigaciones que aborden este fenómeno desde enfoques longitudinales y comparativos, ampliando la comprensión del impacto del entorno digital en los patrones de consumo alimentario.

Este estudio ofrece una base empírica sólida que puede servir de punto de partida para futuras intervenciones académicas, institucionales y normativas orientadas a transformar positivamente el comportamiento del consumidor en el entorno universitario.

Recomendaciones y sugerencias para futuras investigaciones

Recomendaciones prácticas:

Con base en los hallazgos de la investigación y en la revisión del marco teórico, se proponen las siguientes recomendaciones para mejorar la influencia del marketing digital en redes sociales y promover hábitos de consumo alimentario más saludables entre los estudiantes universitarios:

Regulación de la publicidad digital:

Se recomienda que los organismos reguladores y las instituciones académicas colaboren para establecer normativas que limiten la promoción de alimentos ultraprocesados en plataformas digitales. Es fundamental definir directrices claras que impidan la difusión excesiva de contenido publicitario que pueda inducir a comportamientos de consumo poco saludables en poblaciones vulnerables.

Fomento de campañas de marketing responsable:

Las empresas del sector alimentario deberían diseñar campañas de marketing digital que resalten los beneficios nutricionales y la calidad de los productos saludables. Se sugiere aprovechar el potencial de las redes sociales para difundir mensajes positivos sobre una alimentación equilibrada, utilizando estrategias de storytelling que conecten emocionalmente con el público y fomenten la elección de alimentos naturales y nutritivos.

Potenciación del papel de influencers comprometidos:

Es aconsejable promover la colaboración con influencers que tengan un perfil orientado hacia la salud y el bienestar. Estos actores pueden desempeñar un rol crucial al difundir información veraz y basada en evidencia sobre nutrición,

generando un efecto positivo en la percepción y preferencia de productos alimentarios saludables entre los estudiantes.

Educación nutricional y formación crítica:

Se sugiere integrar programas de educación nutricional en el currículo de las instituciones universitarias, orientados a desarrollar la capacidad crítica de los estudiantes frente a la publicidad digital. Esto incluiría talleres, seminarios y actividades interactivas que permitan a los jóvenes comprender el impacto de las estrategias de marketing en sus decisiones de consumo y fomentar hábitos alimentarios informados y responsables.

Optimización de la distribución y accesibilidad de productos saludables:

Las universidades y los comercios ubicados en los campus deberían mejorar la oferta de productos alimenticios saludables, facilitando su acceso mediante puntos de venta estratégicamente ubicados. La combinación de una oferta física atractiva y campañas digitales enfocadas en la promoción de estos productos puede contribuir a modificar los patrones de consumo.

Desarrollo de estudios longitudinales y de seguimiento:

Se recomienda que futuras investigaciones adopten diseños longitudinales para evaluar la evolución de los hábitos de consumo a lo largo del tiempo en respuesta a las estrategias de marketing digital. Este enfoque permitirá identificar cambios sostenidos en el comportamiento del consumidor y ajustar las estrategias de intervención de manera oportuna.

Fomento de la colaboración entre sectores:

Es esencial que exista una coordinación entre entidades gubernamentales, instituciones académicas y empresas del sector alimentario para desarrollar políticas integrales que promuevan la salud y el bienestar. La creación de un marco normativo conjunto que regule la publicidad digital y que incentive prácticas de consumo responsable puede generar un impacto significativo en la

mejora de los hábitos alimentarios en el entorno universitario.

Estas recomendaciones pretenden no solo mitigar los efectos negativos asociados a la exposición a publicidad digital de productos ultraprocesados, sino también aprovechar el potencial del marketing digital para impulsar cambios positivos en los hábitos de consumo. La aplicación de estas estrategias, basada en evidencia empírica y en teorías robustas del comportamiento del consumidor, puede contribuir a la formulación de políticas públicas y a la creación de un entorno universitario más saludable y orientado hacia el bienestar integral.

VI. REFERENCIA

- Adunola, O. O., Parinda, K., Oluwamayowa, Y. P., Mubibau, A. A., & O. J. (2016). Consumer Behavior towards Decision Making and Loyalty to Particular Brands. *International Review of Management and Marketing*, 6(S4) 43-52. doi: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/366901>
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179-211. doi:[https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)
- Añaña, E., & Barbosa, B. (2023). Digital Influencers Promoting Healthy Food: The Role of Source Credibility and Consumer Attitudes and Involvement on Purchase Intention. *Sustainability*, 1-18. doi: <https://doi.org/10.3390/su152015002>
- Belch, G. E., & Belch, M. A. (2022). *Advertising and Promotion: An Integrated Marketing Communications Perspective 12, 12th Edition*. McGraw-Hill Education. Obtenido de <https://www.scrip.org/reference/referencespapers?referenceid=3331313>
- Boyland, E. J., Nolan, S., Bridget, K., Tudur-Smith, C., Jones, A., Halford, J. C., & Robinson, E. (2016). Advertising as a cue to consume: a systematic review and meta-analysis of the effects of acute exposure to unhealthy food and nonalcoholic beverage advertising on intake in children and adults. *The American Journal of Clinical Nutrition Volume 103, Issue 2*, 519-533. doi: <https://doi.org/10.3945/ajcn.115.120022>
- Bozzola, E., Spina, G., Agostiani, R., Barni, S., Russo, R., Scarpato, E., . . . Staiano, A. (2022). The Use of Social Media in Children and Adolescents: Scoping Review on the Potential Risks. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2-33. doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph19169960>
- Cairns, G., Angus, K., Hastings, G., & Caraher, M. (2013). Systematic reviews of the evidence on the nature, extent and effects of food marketing to children. A retrospective summary. *Appetite*, 209-2015. doi: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2012.04.017>
- Çakmakçı, S., Polatoğlu, B., & Çakmakçı, R. (2024). Foods of the Future: Challenges, Opportunities, Trends, and Expectations. *Foods*, 1-23. doi: <https://doi.org/10.3390/foods13172663>
- Casaló, L. V., Flavián, C., & Ibañez-Sánchez, S. (2020). Influencers on Instagram: Antecedents and consequences of opinion leadership. *Journal of Business Research*, 510-519. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.07.005>
- Chaffey, D., & Ellis-Chadwick, F. (2019). *Digital marketing: Strategy, implementation and practice*. Harlow, United Kingdom: Pearson Education Limited.
- Coates, A. E., Hardman, C. A., Halford, J. C., Christiansen, P., & Boyland, E. J. (2019). Social Media Influencer Marketing and Children's Food Intake: A Randomized Trial. *American Academy of Pediatrics*, 143. doi: <https://doi.org/10.1542/peds.2018-2554>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches Fifth Edition*. Los Angeles: SAGE. Obtenido de https://spada.uns.ac.id/pluginfile.php/510378/mod_resource/content/1/creswell.pdf
- De Veirman, M., Cauberghe, V., & Liselot, H. (2017). Marketing through Instagram influencers: the impact of number of followers and product divergence on brand attitude. *International Journal of Advertising. The Review of Marketing Communications*, 798-828. doi: <https://doi.org/10.1080/02650487.2017.1348035>

- Freger, K., Graham, K., McGaughey, K., & Freberg, L. A. (2011). Who are the social media influencers? A study of public perceptions of personality. *Public Relations Review*, 90-92. doi: <https://doi.org/10.1016/j.pubrev.2010.11.001>
- Gulati, S., McDonagh, J., Sousa, S., & Lamas, D. (2024). Trust models and theories in human-computer interaction: A systematic literature review. *Computers in Human Behavior Reports*, 1-17. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2024.100495>
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate Data Analysis Eighth Edition*. Hampshire: Cengage Learning, EMEA. Obtenido de https://eli.johogo.com/Class/CCU/SEM/_Multivariate%20Data%20Analysis_Hair.pdf
- Hair, J. F., Celsi, M. W., Money, A. H., Samouel, P., & Page, M. j. (2018). *Essentials of Business Research Methods*. New York, USA: Routledge. doi: <https://doi.org/10.4324/9780429203374>
- Harris, J. L., Bargh, J. A., & Brownell, K. D. (2009). Priming effects of television food advertising on eating behavior. *Health Psychology*, 28(4), 404-413. doi: <https://doi.org/10.1037/a0014399>
- Herhausen, D., Binder, J., Schoegel, M., & Herrmann, A. (2015). Integrating Bricks with Clicks: Retailer-Level and Channel-Level Outcomes of Online-Offline Channel Integration. *Journal of Retailing*, 309-325. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jretai.2014.12.009>
- Ilieva, R. T., Gottlieb, N., Christian, H., & Freudenberg, N. (2025). Exposure to and Impact of Unhealthy Food Marketing on Adolescents and Young Adults: A Narrative Review and Research Agenda. *Obesity Reviews*. doi: <https://doi.org/10.1111/obr.13957>
- Kathiarayan, V. (2023). The Mediating Role of Risk, Credibility, and Convenience in the Relationship between Initial Trust and Purchase Intention in Online Shopping. *Technology and Investment*, 160-170. doi: <https://doi.org/10.4236/ti.2023.143010>
- Kotler, P., & Armstrong, G. (2018). *Principles of marketing*. Harlow - United Kingdom: Pearson Education.
- Kotler, P., & Keller, K. L. (2018). *Marketing management*. Harlow, England: Pearson Education Limited.
- Kumar, V., & Mirchandani, R. (2012). Increasing the ROI of Social Media Marketing. *MIT Sloan Management Review*, 55-61. Obtenido de <https://www.proquest.com/docview/1115278029?sourcetype=Scholarly%20Journals>
- Lamberton, C., & Stephen, A. T. (2016). A thematic exploration of digital, social media, and mobile marketing: Research evolution from 2000 to 2015 and an agenda for future inquiry. *Journal of Marketing*, 80(6), 146-172. doi: <https://doi.org/10.1509/jm.15.0415>
- Lesinskienė, S., Sambaras, R., Butvilaitė, A., Andruskevicius, J., Kubilevičiūtė, M., Stanelytė, U., . . . Istomina, N. (2024). Lifestyle Habits Related to Internet Use in Adolescents: Relationships between Wellness, Happiness, and Mental Health. *Children*, 1-18. doi: <https://doi.org/10.3390/children11060726>
- Lopacinska, K. (2024). The Role of Social Media in Shaping Chinese Consumers' Attitudes Towards Organic Food. *Marketing of Scientific and Research Organizations*, 1-24. doi: <https://doi.org/10.2478/minib-2024-0019>
- Lou, C., & Yuan, S. (2019). Influencer Marketing: How Message Value and Credibility Affect Consumer Trust of Branded Content on Social Media. *Journal of Interactive Advertising*, 58-73. doi: <https://doi.org/10.1080/15252019.2018.1533501>
- Loureiro, S. M., & Lotade, V. (2020). Packaging and branding: A review of contemporary research. *Journal of Product & Brand Management*, 29(2), 189-204.
- Patwardhan, V., Mallya, J., Kaliappan, S., & Kumar, D. (2024). Influence of social media on young adults' food consumption behavior: scale development. *Co-gent Social Sciences*, 1-15. doi: <https://doi.org/10.1080/23311886.2024.2391016>
- Pulizzi, J. (2014). *Epic content marketing: How to tell a different story, break through the clutter, and win*

- more customers by marketing less. McGraw-Hill Education. Obtenido de <https://contentburger.co/wp-content/uploads/2019/02/Content-Burger-Pulizzi-Joe-Epic-content-marketing.pdf>
- Rangaswamy, A., Moch, N., Felten, C., Van Bruggen, G., Wieringa, J. E., & Wirtz, J. (2022). The Role of Marketing in Digital Business Platforms. *Journal of Interactive Marketing*, 51(1), 72-90. doi: <https://doi.org/10.1016/j.intmar.2020.04.006>
- Sadeghirad, B., Duhaney, T., Motaghipisheh, S., Campbell, N. R., & Johnston, B. C. (2016). Influence of unhealthy food and beverage marketing on children's dietary intake and preference: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Obesity Reviews Volume 17, Issue 10*, 945-959. doi: <https://doi.org/10.1111/obr.12445>
- Schiffman, L. G., & Kanuk, L. L. (2015). *Comportamiento del Consumidor*. Naucalpan de Juárez, Estado de México: Pearson Educación de México, S.A. de C.V.
- Schivinski, B., & Dabrowski, D. (2016). The effect of social media communication on consumer perceptions of brands. *Journal of Marketing Communications*. doi: <https://doi.org/10.1080/13527266.2013.871323>
- Smith, K., & Williams, J. (2020). The role of ethical consumption in food marketing strategies. *Journal of Consumer Ethics*, 8(3), 210-228.
- Sokolova, K., & Kefi, H. (2020). Instagram and YouTube bloggers promote it, why should I buy? How credibility and parasocial interaction influence purchase intentions. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 53. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2019.01.011>
- Solomon, M., Bamossy, G., Askegaard, S., & Hogg, M. K. (2019). *Consumer behaviour: A European perspective (7th ed.)*. Washington DC.: Pearson.
- Tinonetsana, F., & Penceliah, D. (2017). The Influence of Packaging Elements on Buying Behaviour for Convenience Goods amongst Customers. *Journal of Economics and Behavioral Studies*, 200-208. <https://ojs.amhinternational.com/index.php/jebbs/article/view/1923>
- Verhoef, P. C., Kannan, P. K., & Inman, J. J. (2015). From Multi-Channel Retailing to Omni-Channel Retailing: Introduction to the Special Issue on Multi-Channel Retailing. *Journal of Retailing Volume 91, Issue 2*, 174-181. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jretai.2015.02.005>
- Vermeir, I., & Verbeke, W. (2018). Sustainable food consumption among young adults in Belgium: Theory of planned behaviour and the role of confidence and values. *Ecological Economics*, 64(3), 542-553.
- Vermier, I., & Verbeke, W. (2018). Sustainable food consumption among young adults in Belgium: Theory of planned behaviour and the role of confidence and values. *Ecological Economics*, 542-553. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.03.007>
- Wood, B., Williams, O., Nagarajan, V., & Sacks, G. (2021). Market strategies used by processed food manufacturers to increase and consolidate their power: a systematic review and document analysis. *Globalization and Health*, 1-23. doi: <https://doi.org/10.1186/s12992-021-00667-7>
- World Health Organization, (. (2022). *Implementing policies to restrict food marketing: a review of contextual factors*. Obtenido de <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/345128/9789240035041-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Accidentes por riesgo biológico en trabajadores de salud: incidencia y factores asociados en un prestador sanitario (2023)

Elías Alberto Bedoya Marrugo¹; Valeria López Gutiérrez²

Resumen

Los accidentes biológicos en instituciones prestadoras de servicios sanitarios representan un problema relevante de salud ocupacional, debido a su impacto negativo sobre el personal asistencial. Objetivo: Identificar las principales incidencias de accidentes laborales por riesgo biológico en trabajadores de la salud de un prestador sanitario durante el año 2023 y analizar los factores que influyen en su ocurrencia. Metodología: Estudio descriptivo, de enfoque cuantitativo, diseño no experimental y corte transversal. La población estuvo conformada por 214 trabajadores que sufrieron accidentes en el periodo establecido. Se analizaron variables como cargo laboral, sexo, tipo de evento y resultado de la prueba ELISA. Resultados: Los enfermeros(as) concentraron la mayor proporción de accidentes registrados, siendo los objetos punzocortantes —especialmente cortes y pinchazos— las causas más frecuentes. Entre los factores asociados se identificó el uso inadecuado o la baja adherencia al empleo de equipos de protección personal (EPP) en las áreas de trabajo. Conclusiones: Se determinó que existe una relación entre el cargo que ejercen y el tipo de accidente al que están expuestos, y se propusieron medidas de seguridad que pueden ayudar a la reducción de estos.

Palabras clave: agentes, bioseguridad, riesgo biológico, salud.

Biological hazard accidents among healthcare workers: incidence and associated factors in a healthcare provider (2023)

Abstract

Biological accidents in healthcare service institutions represent a significant occupational health concern due to their negative impact on healthcare personnel. Objective: To identify the main incidences of occupational accidents caused by biological hazards among healthcare workers at a healthcare provider in 2023, and to analyze the factors influencing their occurrence. Methodology: A descriptive study with a quantitative approach, non-experimental design, and cross-sectional scope was conducted. The study population consisted of 214 workers who experienced accidents during the established period. Variables analyzed included job position, sex, type of event, and ELISA test results. Results: Nurses accounted for the highest proportion of reported accidents, with sharps—particularly cuts and needle sticks—being the most frequent causes. One of the main contributing factors identified was the inadequate use or low adherence to personal protective equipment (PPE) protocols in the workplace. A relationship was determined between the job position and the type of accident workers are exposed to. Safety measures were proposed that could help reduce these occurrences.

Keywords: agents, biosafety, biological risk, health.

Recibido: 28 de enero de 2025

Aceptado: 19 de agosto de 2025

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

² Universidad Panamericana de Nuevo Laredo, l21100592@nlaredo.tecnm.mx, <https://orcid.org/0009-0007-1423-2688>

I. INTRODUCCIÓN

Seguridad y salud en el trabajo

El trabajo es un ejercicio profesional en el que un individuo se encarga de realizar actividades a cambio de una remuneración económica; este tipo de tareas conllevan un esfuerzo físico y mental que, con el paso del tiempo, puede convertirse en un riesgo dependiendo del área en la que se desempeñe. Uno de estos riesgos es el desgaste físico y psíquico, causado por una elevada cantidad de estrés y carga de trabajo; donde los trabajadores pueden estar expuestos a condiciones de riesgo físico o biológico al trabajar con diferentes agentes tóxicos, los cuales pueden repercutir de manera crítica en la salud del trabajador, ya sea a corto, mediano o largo plazo; Para cualquiera de estas situaciones, solo existen dos maneras de mitigarlas: la prevención o la curación. La primera se basa en seguir un protocolo de seguridad que busca minimizar el daño posible; en cambio, la curación es básicamente enfrentar el problema una vez que ya está presente en la persona. Esta última es una técnica a largo plazo y solo se puede implementar si ya se tiene alguna dolencia. Debido a esto, actualmente se proponen normas de seguridad para el cuidado de cada uno de los trabajadores (Díaz, 2023).

La bioseguridad se conforma por una serie de normas y medidas que buscan evitar y controlar la exposición no intencional a los distintos agentes (biológicos, físicos y químicos) con el propósito de asegurar la salud de los trabajadores, la sociedad y del medio ambiente (Bonfante et al, 2023). Se le conoce como riesgo laboral a cualquier lesión reportada que sufra una persona durante su jornada laboral, en la cual se vea dañada su salud física, social o mental (Blanco, 2019).

Un agente biológico puede entrar al organismo por cuatro distintos medios; aun así, cualquiera de estos puede causar un daño en la salud. La vía respiratoria se considera cuando se inhala algún aerosol, gas o polvo que estuviera contaminado; La penetración por la vía cutánea se relaciona con los agentes que son adquiridos por medio de la piel, ya sea por absorción o a través de una herida (superficial o grave); en la vía digestiva el microorganismo entra por medio de la boca y pasa por todo el sistema que lo compone; Por último, la vía conjuntival está en alerta ante la posibilidad de una salpicadura hacia la

mucosa ocular, siendo esta una vía muy indefensa, pues no tiene alguna capa que pueda cubrirla (Nivelo & Carrión, 2020).

La OIT señaló que en el mundo más de 2.78 millones de personas han fallecido a causa de un accidente o enfermedad producida en el ámbito laboral, y otros 374 millones fueron víctimas de un accidente sin llegar a perder la vida (Organización internacional del trabajo, 2021). Un número significativo de muertes, que superan las 250.000, son el resultado de enfermedades altamente infecciosas que recientemente impactaron como pandemias en el mundo, donde el factor biológico es el principal vector causal (Escudero et al., 2020). Los objetos punzocortantes (cuchillas, agujas, restos de ampollitas, pipetas) han sido la causa de alrededor de 3 millones de accidentes solo en 2019 (Organización Mundial de la Salud, 2020). Estos elementos ponen en peligro la integridad del personal de salud, ya que el contacto con la sangre o fluidos corporales es considerado un riesgo biológico que puede causar enfermedades graves (Hernández et al. 2020). Diferentes autores han explicado que laborar en el turno nocturno altera el ritmo cardíaco y no se revierte, lo que conlleva a mantenerse en un estado de somnolencia que reduce la eficiencia del trabajador y lo hace más propenso a sufrir un accidente. Según las cifras, los accidentes se presentan en un 50% en técnicos de enfermería, 33.4% en auxiliares y el 16.6% en enfermeros, donde más de la mitad se encontraban en el turno de noche (Bastidas et al., 2023).

Bioseguridad en Odontología

Los odontólogos, al igual que cualquier funcionario de la salud, se encuentran en una exposición directa a los microorganismos presentes en el cuerpo humano, en este caso, en la boca. Cientos de estos microorganismos, como hongos, bacterias y virus, pueden permanecer almacenados en la cavidad oral y ser transmitidos por medio de la saliva. El uso de agujas y otros instrumentos necesarios para procedimientos puede provocar daños o heridas; Por ejemplo, las fresas, utilizadas para raspado y pulido de materia dental, trabajan a una alta velocidad que puede provocar la salpicadura de sangre, saliva e incluso de partes microscópicas del cálculo con el que se está trabajando (Ramaswami et al, 2020).

Los odontólogos trabajan expuestos a una cantidad elevada de polvo (material microscópico); Una de las áreas más vulnerables son los ojos, en los que pueden llegar a manifestar dolor, lagrimeo, visión borrosa e incluso la pérdida total de la visión, aunque es poco probable (Deogade, Suresan & Galav, 2019). Las enfermedades infecciosas han sido la causa de altas tasas de mortalidad. Un primer ejemplo es el conocido virus SARS-CoV-2, que causó una pandemia mundial que, en sus primeros dos años, provocó un total de 14.9 millones de defunciones en personas contagiadas (Hernández, H. 2024). Otro acontecimiento que impactó en el mundo fue el brote de Ébola en España, en 2014. Este escenario fue considerado como una de las grandes crisis sanitarias en este siglo, que hoy en día mantiene especial interés entre los conocedores del riesgo biológico (Catalán, Nascimento & Langbecker, 2020).

Riesgo biológico en la atención sanitarios

La competitividad y globalización en el trabajo ha llevado a un constante deterioro laboral en cualquier área. Los extensos horarios y la sobrecarga de trabajo mantienen a los trabajadores en una situación de estrés, predisponiéndolos a cometer actos inseguros que los exponen a accidentes laborales, siendo esta la causa principal (Orozco et al., 2019). La bioseguridad consta de cuatro principios que se deben comprender antes de aplicarlos, empezando con la universalidad, la cual indica que si en una institución existen medidas de seguridad, estas deben ser seguidas por todo el personal; El uso de barreras busca utilizar el equipo de protección requerido para evitar tener un contacto directo con fluidos que puedan llegar a ser contaminantes; Los medios de eliminación de material contaminado invitan a seguir el protocolo y hacer uso de los dispositivos asignados para el depósito de materiales usados; Por último, la evaluación de riesgos analiza la probabilidad de que puedan ocurrir daños, heridas o algún tipo de infecciones dentro del área de trabajo (Quispe, 2021).

“Los niveles de protección en los centros de salud son “improvisados” y en casi todos se carece de los insumos especiales para enfrentar a los agentes biológicos, a las partículas químicas, a los tóxicos ambientales, y ni que decir sobre brotes endémicos, epidémicos y/o pandémicos” (Arévalo, A. 2020). Para las organizaciones de salud, estar expuestos a

estos agentes es un gran riesgo, ya que no solo peligran el personal médico, sino también los estudiantes, el personal administrativo, de limpieza y, sobre todo, los pacientes. En Colombia existe un bajo número de investigaciones sobre la bioseguridad en servicios sanitarios, por lo cual, clínicas y los profesionales no tienen una orientación clara de los riesgos a los que se enfrentan y qué se puede hacer para prevenirlos. Implementar normativas frenará la propagación de enfermedades contagiosas que puedan convertirse en un problema de salud pública en algún futuro (Carrera et al., 2024).

Uso de EPP

Para los procedimientos médicos, es necesario mantener una distancia considerable para llevar a cabo la exploración y seguimiento de los pacientes, sobre todo si estos se encuentran en una situación crítica. El EPP es un factor primordial para su protección. Los protectores respiratorios, al ser bien utilizados, son hasta 50 veces más efectivos para evitar la diseminación de gotas respiratorias, y su efectividad varía según su compuesto (Ramírez, 2021). Para los guantes, se recomienda el uso de dos pares a la hora de realizar un procedimiento quirúrgico o cualquier otro que pueda tener riesgo de rotura; Las caretas tienen como función proteger los ojos, nariz y boca de cualquier tipo de contaminante al que se pueda estar expuesto, cubriendo desde la frente hasta la barbilla con un plástico que se pueda desinfectar constantemente (OMS, 2020).

Riesgo biológico en laboratorios

El área de la salud se encuentra en constante exposición a los riesgos biológicos, pues son susceptibles a algún accidente o herida. Uno de los principales accidentes que se presentaron en escenarios de atención médica fueron los accidentes biológicos, donde alrededor del 74% de estos eventos fueron pinchazos, causados por jeringas, catéteres y agujas; mientras que el 9.2% correspondieron a salpicaduras (Hernández et al., 2023). Se estima que aproximadamente el 80% de las heridas causadas por objetos cortopunzantes son causadas por jeringas (23%), agujas de sutura (19%), agujas de acero (12%), bisturís (7%), catéter (6%) y extracción de sangre con aguja (3%)” (Henríquez, 2021). El virus de inmunodeficiencia humana (VIH) ataca las células

que se encargan de luchar contra las enfermedades; Se caracteriza por establecerse en el sistema inmunológico, dejándolo vulnerable y propenso a ser atacado por distintas infecciones y hasta cáncer; hasta 2018, las cifras arrojaron que, en el mundo existen 37.9 millones de personas infectadas por VIH (Ramírez, 2023). La hepatitis se conforma de un genoma de ADN que ataca al hígado. Es un virus que, si bien tiene distintas formas de invadir, comúnmente se transfiere por contacto con un área afectada (Jia, Gao & He, 2020). Un laboratorio requiere estar en constante limpieza y desinfección. Todo material utilizado debe tener su propio depósito y seguir cada protocolo establecido; Por ejemplo, el lavado de manos correcto al entrar y salir, vestimenta adecuada y cabello recogido (Sánchez & Hurtado, 2020).

En investigaciones recientes, Fonseca y Rivera (2023) identificaron que el personal que interactuaba con materiales biológicos se exponía a patógenos y distintos tipos de virus, bacterias, hongos y parásitos, lo que puede llevar al contagio de alguna enfermedad relacionada como VIH y hepatitis. Destacan entre estos los accidentes con objetos punzocortantes (pinchazos con agujas o jeringas), lo cual es muy riesgoso por la transmisión de enfermedades a través de heridas abiertas o membranas mucosas. También se mencionaron los aerosoles y gotas respiratorias como vías de transmisión, determinándose las medidas adecuadas.

El artículo "El artículo 'Estrategias para el control de los riesgos biológicos y accidentalidad en el personal asistencial y administrativo en una clínica de tercer nivel de Santa Marta, Colombia, reveló que el área de asistencia es donde se obtuvo el mayor número de accidentes, con un 59% en el personal auxiliar de enfermería y un total del 7.7% para el personal médico y profesionales de enfermería. Se determinó que el 76.9% de las lesiones son a causa de un pinchazo o cortadura por un elemento punzocortante y el 23.1% fue por contacto con algún líquido de precaución como sangre, saliva, vómito u orina (Quintero et al., 2021).

Un estudio para verificar la prevalencia de accidentes biológicos causados por objetos punzocortantes pudo determinar que los accidentes que involucraron dicho material se relacionaron con el cansancio físico que presentaban en ese momento (31.6%) y la excesiva carga laboral a la que estaban

sujetos (17.9%). Solo el 49.5% de los encuestados afirmaron seguir el protocolo de lavado de manos y colocación de antisépticos, mientras que el 26.3% comentó no haber realizado ninguna acción (Peralta, 2022). La investigación titulada 'Accidentes cortopunzantes en personal de salud, encontró que el 57.7% de los encuestados fue víctima de un accidente punzocortante solo en el último año, de los cuales el 62.5% fue una herida superficial y el 37.5% una herida con exposición a sangre; De estos accidentes, tan solo el 60% fueron reportados y siguieron un protocolo de desinfección para evitar la transmisión de algún agente patológico. Sin embargo, el resto comentó no darle la importancia necesaria o no tener el conocimiento de a quién debían acercarse (Alcaráz, 2023). Mientras en Medellín, en 2019, se analizaron 90 accidentes relacionados con los riesgos biológicos, de los cuales el 81.1% fueron causados por mujeres y el 18.9% por hombres. Se pudo observar también que el 41.1% del personal afectado laboraba como auxiliares de enfermería, el 31% como jefes de enfermeros y el 17.8% fueron médicos especialistas; el resto eran médicos generales, instrumentadores y auxiliares de laboratorio; El mecanismo más frecuente fue el contacto y manipulación de materiales punzocortantes (83.3%), y la parte más afectada fueron las manos (84.4%), ya que es la extremidad más usada para cualquier tipo de procedimiento dentro de un hospital (Ramírez y Cossío, 2020). Mientras en Perú, una investigación sobre bioseguridad y accidentes laborales en clínicas laboratoristas indagó sobre el conocimiento de los trabajadores acerca de la bioseguridad y si están aplicando los protocolos, hallando que el 36% de los encuestados indicó ya haber tenido un accidente laboral, en el que el 55.6% fue causado por un objeto punzocortante; El 77.8% declaró no haber notificado ningún accidente, concluyendo que el escaso conocimiento sobre las normas de seguridad da como resultado el incumplimiento de los protocolos establecidos (Flores y Silva, 2023).

Otra indagación sobre 'Enfermedades infectocontagiosas por exposición a riesgos biológicos en trabajadores del servicio' indicó que en los últimos cuatro años se presentaron 54 accidentes, todos afectando al género femenino; en los años 2019 y 2020, el 38% de los accidentes ocurrieron en el área de cirugía; En 2021, los accidentes aumentaron

considerablemente, siendo las principales áreas el 31.2% en cirugía, 18.7% en clínica y ginecología, 12.5% en emergencia y 12.5% en terapia intensiva; Para el año 2022, el porcentaje de accidentes se desglosó en 33% en cirugía, 25% en clínica y el resto en las demás áreas registradas. En este estudio, las principales áreas de accidentalidad fueron cirugía y clínica, debido a la constante manipulación de agujas (Chamba, 2023).

II. METODOLOGÍA

Para llevar a cabo este proyecto, se utilizó un enfoque cuantitativo que permitió recopilar datos numéricos detallados sobre variables clave como la edad de los trabajadores, su antigüedad en el puesto y los días de incapacidad durante el año 2023. Este estudio se diseñó como no experimental, lo que significa que no se realizaron manipulaciones deliberadas de las variables. En lugar de eso, se centró en observar y describir los datos obtenidos de manera natural, reflejando así la realidad de los accidentes registrados en el período analizado. La recolección de datos se llevó a cabo en un único momento, utilizando un diseño de corte transversal que capturó una instantánea precisa de la situación en ese período específico. Este enfoque no solo facilita la identificación de correlaciones entre diferentes variables, sino que también proporciona una base sólida para comprender los factores asociados con los accidentes laborales y las condiciones de trabajo. Una vez recopilados e interpretados los resultados, se pudieron proponer métodos de protección y seguridad que ayuden a los trabajadores a disminuir el riesgo de accidentes por agentes biológicos.

Este proyecto se conformó con una población de 214 trabajadores de un prestador sanitario que fueron víctimas de un accidente de trabajo generado por riesgo biológico (corte, pinchazo o salpicadura) en el año 2023. Se tomó el total de la población para los análisis correspondientes. Los instrumentos utilizados partieron de una base de datos obtenida por parte de la empresa en cuestión, en la cual participaron 214 trabajadores que fueron víctimas de un accidente de trabajo por riesgo biológico en el año 2023. Mediante una evaluación médica clínica, se obtuvieron todos los datos personales del trabajador, tales como el departamento al que pertenecen, el cargo que ejercen, su edad, sexo, estrato, estado civil,

la antigüedad en meses, el evento que presentaron, si necesitaron incapacidad y los días que se les otorgó, y si fueron remitidos a un prestador; Finalmente, se registraron los resultados obtenidos de cada uno de ellos ante la prueba ELISA. Esta se realizó cuando una persona había sido expuesta a infecciones contagiosas como el VIH. Por medio de una muestra de sangre que luego se trasladó al laboratorio para ser puesta en contacto con un antígeno, se pudo detectar si se había contagiado o no de esta enfermedad. Según el resultado, la prueba indicó si era positivo o negativo. Esta base de datos se creó en Excel, facilitando el análisis e interpretación de la información recopilada. Los respectivos cálculos estadísticos, tanto descriptivos como inferenciales, se realizaron por medio de Jamovi, un software de interfaz gráfica de usuario que permitió trabajar en el entorno estadístico R; Es un multisistema que amplía sus funciones por distintos módulos, lo que lo hace capaz de realizar tablas de contingencia, análisis descriptivos por medio de las medidas de tendencia central, distribución, dispersión, y crear tablas de correlación y regresión en las que se observó la relación entre dos variables. También se aplicó el software Statgraphics, el cual cuenta con una extensa lista de herramientas que ayudaron en los procedimientos estadísticos y modelos avanzados de regresión, apoyando las conclusiones del estudio.

III. RESULTADOS

Concluidos los análisis realizados a las variables presentadas en la base de datos del prestador sanitario, se exponen los resultados obtenidos.

Análisis de eventos generados por riesgos biológicos y la frecuencia con la que ocurren.

Tabla 1. Análisis Estadístico de Edad vs Sexo

	SEXO	EDAD
N	F	189
	M	25
Media	F	28.0
	M	28.4
Desviación estándar	F	5.73
	M	6.53
Asimetría	F	0.671
	M	0.554
Curtosis	F	0.143
	M	-0.765

Error est. curtosis	F	0.352
	M	0.902
W de Shapiro-Wilk	F	0.959
	M	0.934
Valor p de Shapiro-Wilk	F	<.001
	M	0.106

Fuente: Autores

Nota. El CI de la media supone que las medias muestrales siguen una distribución t con N - 1 grados de libertad.

La Tabla 1 muestra que hay significativamente más participantes femeninos (189) que masculinos (25) en el estudio, lo que podría influir en los resultados debido al desequilibrio de género. La edad promedio de los participantes es muy similar entre mujeres y hombres (28.0, 28.4), con una diferencia mínima de 0.4 años. La desviación estándar de los hombres es mayor que la de las mujeres, lo que sugiere que las edades de los hombres están más dispersas alrededor de la media en comparación con las mujeres. Ambos géneros muestran una asimetría positiva, lo que significa que las colas de la distribución se extienden

hacia la derecha. Sin embargo, la asimetría positiva es más pronunciada en las mujeres (0.671) que en los hombres (0.554). El error estándar de la asimetría es mayor para los hombres, lo que puede estar relacionado con el tamaño de muestra más pequeño y la mayor variabilidad en las edades. La curtosis de las mujeres está cerca de cero (0.143), lo que indica una distribución cercana a la normal. La curtosis de los hombres es negativa (-0.765), indicando una distribución más plana con colas menos pesadas que una distribución normal. El error estándar de la curtosis es mayor para los hombres, lo que puede deberse al menor tamaño de muestra y mayor dispersión de datos. La prueba de Shapiro-Wilk sugiere que la distribución de edades de las mujeres no es normal (valor p < 0.001) detallando una relación fuerte entre las variables estudiadas, mientras que la distribución de edades de los hombres es aproximadamente normal (valor p > 0.05). Los percentiles muestran que la distribución de edades es similar entre géneros en los puntos clave (25, 50 y 75 percentiles), aunque el percentil 75 es ligeramente mayor para los hombres (32.0).

Tabla 2. Frecuencia y Porcentaje de Eventos según Sexo

SEXO	EVENTO	Frecuencias	% del Total	% Acumulado
F	Pinchazo	78	36.4 %	36.4 %
	Salpicadura	6	2.8 %	39.3 %
	corte	105	49.1 %	88.3 %
M	Pinchazo	12	5.6 %	93.9 %
	Salpicadura	0	0.0 %	93.9 %
	corte	13	6.1 %	100.0 %

Fuente: Autores

El análisis de las frecuencias de eventos por sexo, observable en la Tabla 2, revela diferencias notables en la exposición a riesgos entre mujeres y hombres. Las mujeres experimentaron un número significativamente mayor de pinchazos, con 78 casos que representan el 36.4% del total de eventos para este grupo o. En comparación, los hombres reportan solo 12 casos de pinchazos, equivalentes al 5.6% del total. Los cortes fueron el evento más frecuente en ambos sexos, pero nuevamente, las mujeres presentaron una mayor incidencia con 105 casos (49.1%), mientras que los hombres registraron 13 casos (6.1%). Las salpicaduras, aunque raras, se presentaron únicamente en mujeres con 6 casos,

representando el 2.8% de los eventos, y no se observaron en hombres. La distribución acumulada de eventos refuerza estos hallazgos. En mujeres, los eventos de pinchazos y cortes juntos constituyeron el 88.3% del total de eventos, mientras que en hombres estos eventos representaron el 93.9% del total. La falta de salpicaduras entre los hombres sugiere diferencias potenciales en la exposición o en las actividades realizadas por cada sexo. Este análisis indica que las mujeres en la muestra estuvieron más expuestas a riesgos de pinchazos y cortes en comparación con los hombres, lo que podría reflejar diferencias en las tareas desempeñadas o en la adherencia a las prácticas de seguridad, además de

la notable diferencia en la participación de hombres y mujeres en el estudio (189 mujeres, 25 hombres). La notable ausencia de salpicaduras en hombres podría apuntar a variaciones en los procedimientos de trabajo o en las medidas preventivas adoptadas.

Tabla 3. Análisis de Resultados ELISA por Tipo de Incidente

EVENTO	RESULTADO ELISA	Frecuencias	% del Total	% Acumulado
Pinchazo	Negativo	75	35.0 %	35.0 %
	Positivo	4	1.9 %	36.9 %
	negativo	9	4.2 %	41.1 %
	positivo	2	0.9 %	42.1 %
Salpicadura	Negativo	6	2.8 %	44.9 %
	Positivo	0	0.0 %	44.9 %
	negativo	0	0.0 %	44.9 %
	positivo	0	0.0 %	44.9 %
Corte	Negativo	110	51.4 %	96.3 %
	Positivo	0	0.0 %	96.3 %
	negativo	6	2.8 %	99.1 %
	positivo	2	0.9 %	100.0 %

Fuente: Autores

Los datos de la Tabla 3 muestran que los eventos más frecuentes fueron 'Pinchazo' y 'Corte', con una prevalencia notablemente mayor de resultados negativos en comparación con los positivos. En el evento 'Pinchazo', el 35.0% de las pruebas resultaron negativas y el 1.9% positivas, lo que indica una proporción baja de casos positivos. Similarmente, en el evento 'Corte', el 51.4% fueron negativas y solo el 0.9% positivas, reflejando una prevalencia aún menor de resultados positivos. En contraste, el evento 'Salpicadura' mostró un 100% de resultados negativos, sin registrar ningún caso positivo. Estos hallazgos sugieren que, en general, hay una alta proporción de resultados negativos en las pruebas ELISA para estos eventos específicos, indicando posiblemente una baja incidencia o detección de la condición evaluada por las pruebas en la muestra analizada.

Tabla 4. Frecuencias de Eventos según Cargo en el trabajo

CARGO	EVENTO	Frecuencias	% del Total	% Acumulado
Auxiliar	Pinchazo	30	14.5 %	14.5 %
	Salpicadura	6	2.9 %	17.4 %
	corte	33	16 %	33.4 %
Enfermero	Pinchazo	54	26.1 %	59.5 %
	Salpicadura	0	0.0 %	59.5 %
	corte	84	40.5 %	100 %

Fuente: Autores

La Tabla 4 permite analizar una distribución variada de eventos (pinchazo, salpicadura, corte) según el cargo de los participantes. Los 'Enfermeros' destacaron significativamente en los eventos de 'Pinchazo' y 'Corte', representando el 58.9% y 99.5% respectivamente de estos eventos, mientras que no se registraron eventos de 'Salpicadura' para este grupo. Los 'Auxiliares' mostraron una participación menor en comparación con los 'Enfermeros', con un 14.5% en eventos de 'Pinchazo' y un 15.5% en eventos de 'Corte'. No se registraron eventos de 'Pinchazo' ni 'Salpicadura' para los 'Auxiliares', y solo un evento de 'Corte' que representó el 0.5% del total. Estos datos sugieren roles diferenciados en la incidencia

de eventos dependiendo del cargo, destacando una mayor implicación de los 'Enfermeros' en actividades relacionadas con procedimientos como el pinchazo y el corte dentro del contexto analizado.

Medidas de prevención para el trabajo con exposición a riesgos biológicos.

Detección y evaluación de riesgos: Realizar una investigación en cada área laboral para identificar los diversos riesgos biológicos a los que pueden estar expuestos los trabajadores, así como evaluar el nivel de estos y su potencial perjudicial.

Medidas de control: Dentro de lo posible, eliminar los agentes biológicos; de lo contrario, establecer políticas claras y concisas acerca del manejo y trabajo con agentes biológicos.

Equipo de Protección Personal: Proporcionar el equipo de seguridad necesario para el aseguramiento de los trabajadores, así como la constante vigilancia para uso de manera adecuada de guantes, cubrebocas, mascarillas y batas médicas.

Higiene y desinfección: Mantener una correcta y constante higiene, lavado de manos y desinfección del área de trabajo cada que sea posible.

Manejo de residuos: Tener contenedores exclusivos para el desecho de los materiales biológicos, así como instrumentos utilizados en diversos procedimientos como los son bisturís y jeringas.

Plan en caso de emergencia: Todos los trabajadores tengan una persona designada a la cual puedan acudir en caso de haber tenido un accidente por riesgo biológico para que se le pueda dar el seguimiento debido.

IV. DISCUSIÓN

En el análisis realizado se pudo observar que, de una población de 214 personas, 118 de los accidentes fueron a causa de un corte (55.14%) y 90 por un pinchazo (42.05%). El total resultante (97.19%) de accidentes causados por objetos punzocortantes puede relacionarse con el trabajo realizado por Hernández et al., (2023) en la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, donde se resaltó que el 74.07% de los accidentes en un período de cuatro años fueron causados por estos elementos en distintas áreas laborales y durante diferentes procedimientos médicos. De manera similar, la

investigación de Ramírez y Cossío (2020) en Medellín indicó que la manipulación y exposición a materiales punzocortantes es el mecanismo de accidente más frecuente, con un porcentaje del 83.3%. Este proyecto también muestra que el personal que ha sufrido más accidentes por riesgo biológico son los auxiliares de enfermería (41.1%) y los enfermeros (31%). Nuestro análisis determinó que en el prestador sanitario estudiado solo fueron víctimas enfermeros y auxiliares, los médicos no tuvieron ningún percance, por lo que no se tiene registro de ellos. Sin embargo, nuestro análisis observó que los enfermeros tuvieron un mayor porcentaje de accidentes (64.48%), lo que es un resultado contrario a la investigación de Ramírez y Cossío (2020).

Se propusieron medidas indispensables para tener un área de trabajo apta para este tipo de riesgos, que recuerden constantemente a los trabajadores sobre el trabajo al que están expuestos y cómo seguir los protocolos puede salvarles la vida; Esto es similar al trabajo de Fonseca y Rivera (2023), que concluyó que los riesgos biológicos no pueden ser evitados, pero sí se puede tener una protección para evitar ser contagiados, siendo responsabilidad de cada uno de los trabajadores seguir las indicaciones pertinentes. Otro de los puntos que se destacan es el uso correcto de EPP dentro de las áreas laborales, entre los principales se encuentran los guantes, bata médica, cubrebocas y mascarilla facial, evitando el contacto fácil con los agentes biológicos. En el trabajo realizado por Ramírez y Cossío (2020) se menciona que el 7.8% de los trabajadores accidentados incumplían con el uso de su equipo de seguridad.

V. CONCLUSIONES

Este proyecto abordó dos objetivos específicos. El primero fue analizar los eventos generados por riesgos biológicos y la frecuencia con la que ocurren. "Se llevó a cabo un análisis para observar si existía una relación entre el tipo de accidente laboral por riesgo biológico y el puesto que desempeñan, con el fin de determinar la frecuencia en la que ocurren gracias al número de accidentes registrados en un año, y así identificar si son los auxiliares o los enfermeros quienes están más expuestos a estos riesgos. Se llegó a la conclusión de que el riesgo que más predomina en el prestador sanitario analizado es el accidente con objetos punzocortantes, siendo los enfermeros el

personal más afectado y con una tendencia de mayor incidencia en mujeres. Se analizaron y propusieron distintas medidas de prevención que pueden llegar a ser óptimas para los trabajadores en caso de cumplir con todas ellas; Si bien no se pueden evitar completamente estos riesgos, se puede tener un plan de seguridad para aminorar los casos de accidentes.

VI. REFERENCIAS

Alcaráz, A. (2023). Accidentes cortopunzantes en personal de salud. *Revista Científica Ciencias de la Salud*. <https://doi.org/10.53732/rccsalud/2023.e5125>

Arévalo, B., & Arturo, R. (2024). Bioseguridad hospitalaria, una tarea urgente. *Revista Médica a Paz*. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-89582020000200001&lng=es&nrm=iso

Bastidas Martínez, X. K., Martínez Pantoja, A. C., Narváez Benavides, D. R., Villacorte Benavides, L. F., & Vásquez Trespalacios, E. M. (2023). Accidente laboral y estresores de la organización del trabajo en el personal de salud: una mirada desde la seguridad y la salud en el trabajo: revisión narrativa. *Medicina UPB*, 42(1), 57–66. <https://doi.org/10.18566/medupb.v42n1.a08>

Blanco, L. (2019). Actitud en bioseguridad y exposición a riesgo laboral en enfermeras(os) en el Hospital de Apoyo Chapén [Tesis de grado]. Universidad Nacional de Trujillo.

Bonfante, A., Mendoza, L., Tique Salleg, V., Miranda, J., Herrera, Y., Contreras, V., Llorente, I., Arrieta, G., Brango, E., & Mattar, S. (2023). Importancia de la bioseguridad en el contexto de la pandemia por SARS-CoV-2. Universidad de Córdoba. <https://repositorio.cecar.edu.co/handle/cecar/10045>

Callejo, A. (2020). Bioseguridad en la producción avícola. Grupo Asís Biomédica SL. <https://edicionesedra.com/es/libros-veterinaria-avicultura/1559-bioseguridad-en-la-produccion-avicola.html>

Carrera, E., Quintero, A., & Pincay, B. (2024). Riesgos ocupacionales y bioseguridad en odontología. *Gaceta Médica Estudiantil*. <https://revgacetaestudiantil.sld.cu/index.php/gme/article/view/347>

Catalan-Matamoros, D., Nascimento, B. G. d., & Langbecker, A. (2020). El contenido visual publicado en prensa durante una crisis sanitaria: El caso del Ébola, España 2014. *Interface - Comunicação, Saúde, Educação*, 24, e190271. <https://doi.org/10.1590/Interface.190271>

Chamba, K. (2023). Infectious diseases due to exposure to biological risks in health workers of the Hospital IESS Loja. *Religación*. <https://doi.org/10.46652/rgn.v8i38.1122>

Deogade, S. C., Suresan, V., & Galav, A. (2019). Prevalence of ocular injuries, conjunctivitis and musculoskeletal disorders-related issues as occupational hazards among dental practitioners in the city of Salem: A randomized cross-sectional study. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, 11(Suppl 2), S335–S337. https://doi.org/10.4103/JPBS.JPBS_25_19

Díaz-Zazo, M. (2023). Prevención de riesgos laborales. Ediciones Paraninfo.

Escudero, X., Guarner, J., Galindo-Fraga, A., Escudero-Salamanca, M., Alcocer-Gamba, M. A., & Río, C. D. (2020). La pandemia de Coronavirus SARS-CoV-2 (COVID-19): Situación actual e implicaciones para México. *Archivos de Cardiología de México*, 90(Supl. 1), 7-14. <https://doi.org/10.24875/acm.m20000064>

Flores, I., & Silva, H. (2023). Bioseguridad y accidentes laborales en laboratoristas clínicos de Jaén, Perú, 2019. *Revista Experiencia en Medicina*, 9(3), 716. <https://doi.org/10.37065/rem.v9i3.716>

Fonseca García, M. P., & Rivera Gutiérrez, M. S. (2023). Factores de riesgo biológico prevalentes en trabajadores de la salud en Colombia en relación con su rol [Tesis de pregrado]. Universidad Santo Tomás. <http://hdl.handle.net/11634/52445>

Henríquez, R. (2021). Factores laborales como determinantes de accidentes punzocortantes en el personal de salud. *Revista Enfoque*. <https://revistas.up.ac.pa/index.php/enfoque/article/view/2162/2004>

Hernández-Hernández, B., Santana-González, T., Varela-Pedreño, A. L., Domínguez-Santana, F. J., &

Rosas Molina, M. J. (2023). Accidentes biológicos en estudiantes del Grado en Enfermería de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. En Actas de Congreso. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. <http://hdl.handle.net/10553/127081>

Edwin Omar Ochoa-Gelvez, Gilma Norella Hernández-Herrera, Carlos Enrique Trillos-Peña. (2020). Accidentes laborales por riesgo biológico en trabajadores de laboratorio clínico. Yopal, Colombia. Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social, 58(3), 291-297. <https://www.redalyc.org/journal/4577/457769376005/>

Hernández Silverio, A., Gómez, M., González, G., & Salgado, J. (2023). Factores de riesgo del personal de enfermería del área quirúrgica de un hospital de tercer nivel. Revista de Enfermería Neurológica, 20(3). <https://doi.org/10.51422/ren.v20i3.340>

Hernández, H. (2024). Mortalidad por Covid-19 y la vulnerabilidad de América Latina. Papeles de Población, 30(116), e1161. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1405-74252023000200027&lng=es&nrm=iso

Jia, L., Gao, Y., & He, Y. (2020). HBV induced hepatocellular carcinoma and related potential immunotherapy. Pharmacological Research, 159, 104992. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2020.104992>

Nivelo Marco, A., & Carrión Salinas, E. D. C. (2020). Accidentes ocupacionales de riesgo biológico por material cortopunzante y fluidos corporales en médicos, internos rotativos, enfermeras, auxiliares de enfermería y personal de limpieza del hospital José Carrasco Arteaga período enero 2017 a mayo 2019 [Tesis de pregrado]. Universidad del Azuay. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/10512>

Organización Internacional del Trabajo. (2021, 17 de septiembre). OMS/OIT: Casi 2 millones de personas mueren cada año por causas relacionadas con el trabajo. <https://www.ilo.org/es/resource/news/omsoit-casi-2-millones-de-personas-mueren-cada-a%C3%B1o-por-causas-relacionadas>

Organización Mundial de la Salud. (2020).

Protecting health and safety of health workers. Pan American Health Organization/World Health Organization. <https://www.who.int/activities/protecting-health-and-safety-of-health-workers>

Organización Mundial de la Salud. (2020). Uso racional del equipo de protección personal frente al COVID-19 y aspectos a considerar en situaciones de escasez grave (WHO/2019-nCoV/IPC_PPE_use/2020.3). World Health Organization.

Orozco-Vásquez, M.-M., Zuluaga-Ramírez, Y.-C., & Pulido-Bello, G. (2019). Factores de riesgo psicosocial que afectan a los profesionales en enfermería. Revista Colombiana de Enfermería, 18(1), e006. <https://doi.org/10.18270/rce.v18i1.2308>

Peralta, J. (2022). Prevalencia de accidentes biológicos con objetos punzocortantes en el hospital general de Macas [Tesis de grado]. Repositorio Institucional Uniandes. <https://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/14923>

Quintero-Ramírez, N., Campo-Torregrosa, Y., Toncel, Y., Pérez-Anaya, O., Sánchez-García, Y., Puello-Viloria, Y., & Paredes Bermúdez, M. (2021). Estrategias para el control de los riesgos biológicos y accidentabilidad en el personal asistencial y administrativo en una clínica de tercer nivel de Santa Marta (Colombia). Salud Uninorte, 37(2), 285-301. <https://doi.org/10.14482/sun.37.2.616.071>

Quispe, K. (2021). Conocimiento de principios de bioseguridad y riesgos biológicos en trabajadores del servicio de oncología del Hospital Regional del Cusco-2020 [Tesis de grado]. Universidad Cesar Vallejo Repositorio Digital Institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/57043>

Ramaswami, E., Nimma, V., Jakhete, A., Lingam, A. S., Contractor, I., & Kadam, S. (2020). Assessment of occupational hazards among dentists practicing in Mumbai. Journal of Family Medicine and Primary Care, 9(4), 2016–2021. https://doi.org/10.4103/jfmpc.jfmpc_1180_19

Ramírez, G., & Cossío, Y. (2020). Accidentes biológicos en el personal asistencial del Hospital

Universitario San Vicente Fundación. Medellín, 2019 [Tesis de pregrado]. Corporación Universitaria Minuto de Dios. <https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/17086>

Ramírez, J. (2021). La importancia del cubrebocas en la población general durante la pandemia de COVID-19. *Medicina Interna de México*, 37(1), 1-5. <https://doi.org/10.24245/mim.v37i1.4790>

Ramírez-Portilla, D. (2023). Actitudes, creencias y conocimientos sobre el virus de inmunodeficiencia humana en estudiantes universitarios en Colombia. *Revista Médica Electrónica*, 45(1), e006. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242023000100006&lng=es&tlng=es

[sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242023000100006&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242023000100006&lng=es&tlng=es)

Romero, M., & García, P. (2023). Physiological responses of insect pollinators to increasing temperatures. *Journal of Insect Physiology*, 98(2), 123-135.

Sánchez García, Z. T., & Hurtado Moreno, G. (2020). Lavado de manos. Alternativa segura para prevenir infecciones. *MediSur*, 18(3), 492-495. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-897X2020000300492&lng=es&tlng=es



Educación y Sociedad

La educación en derechos humanos como eje transversal en la educación superior de Ecuador: Propuestas y retos para su Implementación

María Mercedes Barreno Salinas¹ Angie Gabriela Sánchez Erazo²

Resumen

En la presente investigación se va analizar el control de convencionalidad, que es un concepto teórico-jurídico desarrollado por la Corte Interamericana de Derechos Humanos (Corte IDH), cuyo objetivo principal es asegurar la conformidad del derecho nacional con el derecho internacional de los derechos humanos. En este análisis, se busca examinar esta institución y su relación con los maltratos, insultos y agresiones de obra a los agentes encargados de precautelar el orden público en el ejercicio de sus funciones. De acuerdo al artículo 394, numeral 2 del Código Orgánico Integral Penal (COIP), las personas que maltratan, insultan o agreden físicamente a los agentes encargados de mantener el orden público durante el ejercicio de sus funciones, serán castigadas con una pena de prisión de cinco a diez días. El objetivo de la investigación es determinar si existe una inconsistencia con el principio de legalidad pues la norma penal establecida en el numeral 2 del Artículo 394 del Código Orgánico Integral Penal de Ecuador, en cuanto a una delimitación clara y precisa de los elementos de la conducta penalmente prohibida acorde a los criterios emitidos por la Corte Interamericana de Derechos Humanos.

Palabras clave: derechos humanos, educación superior, inclusión, Ecuador, formación ética.

Human Rights Education as a Cross-Cutting Axis in Higher Education in Ecuador: Proposals and Challenges for Its Implementation

Abstract

This article analyzes the integration of human rights into higher education in Ecuador, highlighting current challenges and proposing an inclusive and comprehensive educational model. A multidisciplinary methodological framework, including descriptive, bibliographic, and phenomenological methods, is used to assess the academic and social impact of incorporating human rights into university curricula. Through a detailed analysis of Ecuadorian regulations and international case studies, concrete proposals are presented to transform university education into a more inclusive and ethical process.

Keywords: human rights, higher education, inclusion, Ecuador, ethical training.

Recibido: 15 de enero de 2025

Aceptado: 12 de agosto de 2025

¹ Abogada de los Tribunales y Juzgados de la República del Ecuador por la Universidad del Pacífico, Escuela de Negocios (UPAC), Magister en Administración Pública con mención en desarrollo institucional por la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI), Máster en Derechos Humanos: Sistemas Internacionales de Protección por la Universidad Internacional de la Rioja (UNIR). Doctoranda en Derecho por la Universidad Católica Santiago de Guayaquil. email: mbarrenos1@unemi.edu.ec, mercedes.mbs@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5912-4476>.

² Abogada de los Tribunales y Juzgados de la República del Ecuador por la Universidad de Guayaquil (UG), Magister en Derecho de Comercio Internacional por la Universidad Internacional de la Rioja (UNIR), Magister en Banca y Sistema Financiero por la Universidad Tech tecnológica (UTECH) Especialista en Sostenibilidad y Responsabilidad Social Empresarial, Especialista en Cumplimiento y Anticorrupción por la Universidad Internacional SEK (UISEK). Doctoranda en Derecho Económico y de la Empresa por la Universidad Internacional Iberoamericana (UNINI); Investigadora y Docente de la Universidad Ecotec, email: ab.angiesanchezerazo@hotmail.com, asancheze@ecotec.edu.ec, angie.sanchez@doctorado.unini.edu.mx. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4050-7298>

I. INTRODUCCIÓN

La educación superior es un pilar esencial para el desarrollo de sociedades más justas, equitativas y democráticas. En este contexto, la educación en derechos humanos se erige como un componente estratégico para la formación integral de los estudiantes, al fomentar valores éticos, una visión humanitaria y un compromiso con el respeto y la protección de los derechos fundamentales. En Ecuador, aunque la Constitución de 2008 y la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES) reconocen la importancia de la educación como un derecho humano fundamental, su implementación efectiva en los currículos universitarios todavía enfrenta importantes desafíos.

Los derechos humanos son principios universales que garantizan la dignidad de todas las personas, y su integración en la enseñanza superior va más allá de la mera transmisión de conocimientos. Este proceso educativo busca dotar a los estudiantes de habilidades prácticas, actitudes responsables y una comprensión profunda de su responsabilidad social en el contexto profesional. Sin embargo, en Ecuador, estos temas suelen estar relegados a asignaturas complementarias, lo que limita su alcance e impacto en la formación de los futuros profesionales.

A nivel internacional, países como Finlandia y Noruega han demostrado que la inclusión transversal de los derechos humanos en los sistemas educativos puede transformar no solo a los estudiantes, sino también a la sociedad en su conjunto. Estos modelos sirven como referencia para adaptar prácticas que promuevan una educación más inclusiva en el ámbito ecuatoriano. Esta situación evidencia la urgencia de establecer directrices claras en la LOES para garantizar que los derechos humanos se integren como componente obligatorio y transversal en todas las carreras universitarias.

El presente análisis examina las limitaciones actuales del sistema ecuatoriano en este aspecto y propone estrategias concretas para superar estos desafíos. A través de una metodología interdisciplinaria que incluye métodos descriptivos, bibliográficos y fenomenológicos jurídicos, este estudio busca destacar la relevancia de los derechos humanos en la educación superior como una herramienta para formar profesionales éticos y ciudadanos comprometidos con el desarrollo social.

El impacto de una educación basada en derechos humanos no solo se refleja en los estudiantes, quienes adquieren una perspectiva ética en sus profesiones, sino también en la sociedad, que se beneficia de prácticas profesionales más justas y responsables. Este artículo plantea que, aunque los avances normativos en Ecuador son significativos, todavía queda mucho por hacer para garantizar una implementación efectiva de los derechos humanos como eje transversal en la educación superior.

La discusión presentada a continuación aborda ejemplos internacionales y locales, así como las implicaciones éticas de esta formación y las reformas necesarias para consolidar un sistema educativo más comprometido con los principios fundamentales de los derechos humanos.

MARCO TEÓRICO

Definición de derechos humanos y su relación con la educación

Los derechos humanos son principios fundamentales que reconocen y protegen la dignidad inherente a todas las personas. Estos derechos son universales, inalienables e indivisibles, y su reconocimiento no depende de factores como la nacionalidad, etnia, religión o condición social. En el ámbito educativo, se convierten en una herramienta poderosa para transformar sociedades, ya que la educación no solo debe centrarse en la transmisión de conocimientos técnicos o científicos, sino también en la formación integral de los estudiantes como ciudadanos responsables y conscientes de su papel en la promoción de la justicia social (Fontana Hernández & Vargas Dengo, 2017, p. 140).

La relación entre derechos humanos y educación es bidireccional. Por un lado, la educación es un derecho humano fundamental, reconocido en instrumentos internacionales como la Declaración Universal de los Derechos Humanos (1948), que en su artículo 26 establece que "toda persona tiene derecho a la educación". Por otro lado, la educación es también un medio esencial para garantizar el disfrute de otros derechos humanos, como el derecho al trabajo digno, la participación democrática y la igualdad de género.

En el caso ecuatoriano, el acceso a la educación superior se considera una prioridad dentro del marco constitucional y normativo. Sin embargo,

a pesar de los avances logrados en términos de cobertura y acceso, la integración de los derechos humanos como un eje transversal en los planes de estudio sigue siendo un desafío. Esto refleja la necesidad de fortalecer los currículos universitarios para garantizar que los futuros profesionales no solo sean competentes en sus áreas específicas, sino también comprometidos con la defensa y promoción de los derechos fundamentales en sus prácticas profesionales (Briones, 2018, p. 29).

Principios fundamentales de la educación en derechos humanos

La educación en derechos humanos se fundamenta en una serie de principios que deben guiar tanto el diseño de los currículos como las prácticas pedagógicas. Entre estos principios destacan:

1. **Dignidad:** La educación debe centrarse en el respeto y la promoción de la dignidad humana, entendida como el valor intrínseco que posee cada persona. Esto implica fomentar el desarrollo integral del estudiante, no solo en términos académicos, sino también éticos y sociales.
2. **Igualdad:** El sistema educativo debe garantizar igualdad de oportunidades para todos los estudiantes, sin discriminación por razones de género, etnia, religión o condición económica. Este principio es especialmente relevante en sociedades con profundas desigualdades sociales, como la ecuatoriana.
3. **No discriminación:** Las instituciones educativas deben promover políticas inclusivas que eliminen cualquier forma de exclusión o marginación. Esto incluye, por ejemplo, la creación de programas especiales para estudiantes de grupos históricamente desfavorecidos, como comunidades indígenas o personas con discapacidad.
4. **Respeto mutuo:** La convivencia en el ámbito universitario debe estar basada en el respeto por las diferencias y la diversidad. Este principio no solo enriquece el aprendizaje, sino que también contribuye a construir una sociedad más tolerante y pacífica (Nesta, 2018, p. 83).

Estos principios no son abstractos, sino que deben traducirse en acciones concretas dentro de las

universidades. Por ejemplo, pueden implementarse actividades como talleres, debates y simulaciones que permitan a los estudiantes reflexionar sobre problemas sociales desde una perspectiva de derechos humanos.

Análisis de la normativa ecuatoriana relevante, como la LOES

La Ley Orgánica de Educación Superior (LOES) es el principal marco legal que regula la educación superior en Ecuador. Esta normativa, promulgada en 2010, establece principios como el acceso universal, la equidad, la calidad y la pertinencia educativa. Además, reconoce a la educación como un derecho fundamental y un bien público que debe estar al servicio de la sociedad (Briones, 2018, p. 29).

Sin embargo, una revisión crítica de la LOES revela importantes vacíos en cuanto a la integración de los derechos humanos en los currículos universitarios. Aunque la ley menciona la formación ética y la responsabilidad social como objetivos generales de la educación superior, no establece lineamientos claros sobre cómo incorporar los derechos humanos en la enseñanza. Esto genera una implementación desigual, donde algunas universidades avanzan en este tema, mientras que otras lo ignoran completamente.

Por ejemplo, el artículo 7 de la LOES establece que el sistema de educación superior debe promover "valores éticos y de justicia social". Sin embargo, estos valores no están necesariamente relacionados con la enseñanza específica de derechos humanos. Además, no se incluye la obligación de capacitar a los docentes en este ámbito, lo que limita la capacidad de las instituciones para cumplir con este objetivo (Gil, 2004 p. 36).

Por tanto, es urgente reformar la LOES para incluir disposiciones más concretas que garanticen la enseñanza de derechos humanos como un eje transversal en todas las carreras. Esto no solo fortalecería la formación de los estudiantes, sino que también contribuiría al desarrollo de una sociedad más justa y equitativa.

DIAGNÓSTICO ACTUAL

Situación de la educación en derechos humanos en las universidades ecuatorianas

En Ecuador, la integración de los derechos humanos en la educación superior enfrenta múltiples

desafíos. Aunque la Constitución de 2008 y la LOES establecen el acceso a la educación como un derecho fundamental, su implementación práctica ha sido limitada, especialmente en lo que respecta a los contenidos relacionados con derechos humanos.

Según un estudio realizado por Ortiz (2007), solo un pequeño porcentaje de las universidades ecuatorianas incluye asignaturas específicas sobre derechos humanos en sus programas académicos. Estas asignaturas suelen estar restringidas a carreras de ciencias sociales y jurídicas, dejando fuera a estudiantes de otras disciplinas que también deberían recibir formación en este ámbito.

Además, la mayoría de las universidades aborda los derechos humanos de manera superficial, a menudo como parte de asignaturas más amplias como ética profesional o estudios sociales. Esta fragmentación dificulta que los estudiantes comprendan la importancia de los derechos humanos en su formación y su futura práctica profesional.

Debilidades detectadas en los currículos académicos

El análisis de los currículos universitarios en Ecuador identifica varias debilidades estructurales que dificultan la enseñanza de los derechos humanos:

1. **Falta de asignaturas específicas:** La transversalización de los derechos humanos implica incluirlos de manera estructural y coordinada en todos los niveles de formación universitaria.
2. **Carencia de formación docente:** La capacitación docente especializada en derechos humanos sigue siendo limitada, por lo que se propone implementar programas institucionales permanentes de actualización pedagógica.
3. **Escasa priorización institucional:** Las universidades no han adoptado políticas claras para integrar los derechos humanos en sus planes de estudio, lo que refleja una falta de compromiso con este tema.
4. **Desconexión entre teoría y práctica:** Aunque algunos programas incluyen referencias teóricas a los derechos humanos, no se promueven actividades prácticas que permitan a los estudiantes aplicar estos conocimientos en contextos reales.

Estas debilidades tienen un impacto directo en

la calidad de la educación superior, ya que limitan la formación integral de los estudiantes y su capacidad para contribuir a la construcción de una sociedad más equitativa y respetuosa de los derechos humanos.

NORMATIVA ECUATORIANA SOBRE DERECHOS HUMANOS Y EDUCACIÓN SUPERIOR

Ecuador cuenta con un marco normativo sólido que reconoce la educación como un derecho humano fundamental y como una herramienta clave para el desarrollo integral de las personas y la sociedad.

La Constitución de la República del Ecuador (2008) establece en su artículo 26 que "la educación es un derecho de las personas a lo largo de su vida y un deber ineludible e inexcusable del Estado". Este reconocimiento posiciona a la educación como un bien público esencial, orientado hacia la realización de otros derechos fundamentales como la igualdad, la libertad y la dignidad.

Sin embargo, aunque la Constitución señala la importancia de la educación en la construcción de una sociedad democrática y equitativa, no se especifica de manera concreta cómo incorporar la enseñanza de los derechos humanos en los sistemas educativos, particularmente en el nivel superior. Este vacío normativo se refleja en la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES), la cual establece parámetros para garantizar la calidad, inclusión y acceso a la educación, pero carece de directrices explícitas sobre la integración de los derechos humanos como eje transversal en los currículos universitarios (Nesta, 2018, p. 83).

La LOES y sus Limitaciones en la Enseñanza de Derechos Humanos

La LOES, promulgada en 2010, busca regular el sistema de educación superior en Ecuador con base en principios de igualdad, pertinencia, calidad y universalidad. Entre sus objetivos principales se encuentran garantizar el acceso equitativo a la educación, fomentar la investigación científica y promover la responsabilidad social de las instituciones de educación superior. Sin embargo, la ley aborda de manera general temas relacionados con la ética y la formación ciudadana, sin profundizar en la incorporación de los derechos humanos en los programas de estudio.

Por ejemplo, el artículo 7 de la LOES establece que la educación superior debe "formar profesionales éticos y socialmente responsables". Aunque esta disposición es positiva, no ofrece lineamientos concretos sobre cómo integrar contenidos específicos relacionados con los derechos humanos en las mallas curriculares. Esto genera una implementación desigual entre las instituciones, donde algunas universidades han avanzado en la incorporación de estos temas, mientras que otras los han relegado a un segundo plano.

Además, no existe en la LOES una obligación explícita de capacitar a los docentes en derechos humanos, lo que limita significativamente la capacidad de las universidades para promover una enseñanza efectiva en este ámbito. La formación docente es un componente clave para garantizar que los principios de derechos humanos se transmitan de manera adecuada y se apliquen en los diversos contextos profesionales (Ortiz López, 2007, p. 45)

Necesidad de Revisión y Adaptación Normativa

La falta de directrices claras en la LOES representa una oportunidad para revisar y fortalecer el marco normativo, asegurando que los derechos humanos se integren de manera efectiva en la educación superior. Esto implicaría:

1. **Incluir los derechos humanos como eje transversal en los currículos universitarios:** Esto permitiría que todas las carreras, independientemente de su especialidad, aborden estos temas de manera integral. Por ejemplo, las carreras de ingeniería podrían incluir contenidos sobre ética profesional y sostenibilidad, mientras que las ciencias sociales podrían enfocarse en la defensa de los derechos fundamentales.
2. **Establecer la obligatoriedad de asignaturas específicas sobre derechos humanos:** Estas asignaturas deberían ser parte de todas las carreras, con un enfoque teórico y práctico que permita a los estudiantes comprender su relevancia y aplicarlos en sus futuros campos profesionales.
3. **Fortalecer la formación docente:** La normativa debería incluir la obligación

de capacitar a los profesores en derechos humanos, garantizando que cuenten con las herramientas pedagógicas necesarias para enseñar estos contenidos de manera efectiva. Esto podría lograrse a través de programas de formación continua y certificaciones especializadas.

4. **Fomentar la investigación en derechos humanos:** La LOES podría incentivar a las universidades a desarrollar proyectos de investigación que aborden problemáticas relacionadas con los derechos humanos en el contexto ecuatoriano, promoviendo así una mayor comprensión y generación de soluciones innovadoras.

Impacto de una Normativa Reforzada

Actualizar la LOES para incluir disposiciones claras sobre la enseñanza de los derechos humanos tendría un impacto significativo en la educación superior y en la sociedad ecuatoriana. Por un lado, garantizaría que todos los estudiantes universitarios reciban una formación integral que combine competencias técnicas con una sólida base ética. Por otro lado, contribuiría a formar profesionales más conscientes de su responsabilidad social, capaces de liderar iniciativas que promuevan la justicia, la igualdad y el respeto por la diversidad.

Además, una normativa más robusta alinearía al sistema de educación superior ecuatoriano con los estándares internacionales en materia de derechos humanos y educación. Países como Finlandia y Noruega han demostrado que la integración de estos principios en los sistemas educativos fortalece no solo la formación de los estudiantes, sino también el tejido social y las instituciones democráticas (Gil, 2004 p. 36).

Aunque Ecuador cuenta con un marco normativo que reconoce la educación como un derecho fundamental, es necesario avanzar hacia una legislación más específica y exigente en cuanto a la enseñanza de los derechos humanos. Esto garantizará que la educación superior no solo forme profesionales competentes, sino también ciudadanos comprometidos con la construcción de una sociedad más justa e inclusiva.

IMPACTO ESPERADO

Beneficios de una formación integral basada en derechos humanos para los estudiantes y la sociedad

La incorporación de los derechos humanos en la educación superior tiene un impacto significativo tanto en la formación de los estudiantes como en el fortalecimiento de la sociedad en su conjunto. Esta formación integral no solo busca desarrollar profesionales con competencias técnicas, sino también ciudadanos comprometidos con valores éticos y sociales, capaces de contribuir a la construcción de un entorno más justo, inclusivo y equitativo.

Uno de los principales beneficios para los estudiantes es el desarrollo de una perspectiva humanista que les permite abordar problemas complejos con empatía y respeto por la dignidad humana. Los derechos humanos brindan un marco ético sólido que guía la toma de decisiones en contextos profesionales, fomentando prácticas responsables y sostenibles en sectores tan diversos como el derecho, la medicina, la ingeniería o la administración pública (Organización de las Naciones Unidas, 2009, p. 45).

Además, esta formación impulsa el pensamiento crítico y la capacidad para cuestionar estructuras y prácticas sociales que perpetúan la desigualdad y la injusticia. Por ejemplo, un estudiante de derecho que comprende profundamente los principios de derechos humanos estará mejor preparado para defender a grupos vulnerables y promover reformas legales inclusivas. De manera similar, un profesional de la salud formado en estos valores estará más comprometido con la atención equitativa y accesible para todas las personas, independientemente de su condición socioeconómica (Fontana Hernández & Vargas Dengo, 2017, p. 140).

Desde una perspectiva social, la educación en derechos humanos tiene el potencial de transformar las dinámicas de convivencia en la comunidad. Los profesionales egresados de universidades que priorizan esta formación actúan como agentes de cambio, promoviendo prácticas laborales y sociales que respetan la diversidad y fomentan la igualdad de oportunidades. Por ejemplo, en el ámbito empresarial, un administrador formado en derechos humanos tenderá a implementar políticas laborales inclusivas que respeten los derechos de los

trabajadores y promuevan condiciones de trabajo justas (Briones, 2018, p. 29).

Asimismo, la integración de los derechos humanos en la educación superior contribuye al fortalecimiento del tejido social al promover una ciudadanía más activa y consciente. Los estudiantes no solo adquieren conocimientos, sino que también desarrollan un sentido de responsabilidad hacia su entorno, lo que se traduce en un compromiso con la resolución pacífica de conflictos, la participación en procesos democráticos y la defensa de los derechos fundamentales. Esto resulta especialmente relevante en contextos como el ecuatoriano, donde persisten desigualdades estructurales y tensiones sociales que requieren una acción colectiva fundamentada en valores éticos (Ortiz López, 2007, p. 45).

Un beneficio adicional es la generación de impacto positivo en las políticas públicas. Los profesionales formados en derechos humanos tienen la capacidad de influir en la formulación y ejecución de políticas que promuevan la equidad y el respeto por los derechos fundamentales. Por ejemplo, un economista con formación en derechos humanos estará más inclinado a diseñar programas de desarrollo económico que prioricen a las comunidades vulnerables, mientras que un ingeniero podrá liderar proyectos de infraestructura que respeten los derechos de las comunidades afectadas.

La enseñanza de derechos humanos en la educación superior contribuye a la creación de una cultura de paz y tolerancia. Al interiorizar valores como la dignidad, la igualdad y el respeto mutuo, los estudiantes desarrollan una actitud de apertura hacia la diversidad y un compromiso con la resolución de conflictos de manera pacífica. Este aspecto es fundamental en sociedades plurales como la ecuatoriana, donde la convivencia pacífica entre diferentes grupos culturales y étnicos es clave para el desarrollo sostenible (Gil, 2004 p. 36).

En síntesis, una formación integral basada en derechos humanos no solo transforma la experiencia educativa de los estudiantes, sino que también genera profesionales más preparados para enfrentar los retos del mundo moderno desde una perspectiva ética. Al mismo tiempo, impulsa cambios sociales positivos que contribuyen al desarrollo de una sociedad más equitativa, inclusiva y respetuosa de los derechos fundamentales de todas las personas.

PROPUESTAS METODOLÓGICAS

Estrategias para implementar una educación centrada en derechos humanos

Implementar una educación centrada en derechos humanos requiere estrategias claras y concretas que transformen los currículos universitarios y promuevan una cultura académica basada en principios éticos y sociales. A continuación, se detallan tres propuestas clave:

1. Incorporar asignaturas obligatorias sobre derechos humanos en todas las carreras universitarias

La inclusión de asignaturas específicas sobre derechos humanos como parte obligatoria de todas las mallas curriculares universitarias es un paso esencial para garantizar que los estudiantes de todas las disciplinas reciban formación en este ámbito. Estas asignaturas deben abordar temas como la historia de los derechos humanos, su marco normativo internacional y nacional, y su aplicación práctica en diversas áreas profesionales. Este enfoque interdisciplinario permitirá que los estudiantes comprendan cómo los derechos humanos se relacionan con sus respectivas carreras, fomentando así su compromiso ético en el ejercicio profesional.

2. Desarrollar talleres y programas de sensibilización para docentes y autoridades universitarias

La formación de los docentes y autoridades universitarias es fundamental para asegurar la correcta enseñanza de los derechos humanos. Los talleres y programas de sensibilización deben enfocarse en capacitar a los profesores para que integren estos contenidos en sus asignaturas de manera efectiva y dinámica. Asimismo, estos programas deben incluir a las autoridades universitarias para fomentar un liderazgo institucional que priorice la educación en derechos humanos. Por ejemplo, las universidades podrían implementar programas de formación continua, con certificación, que actualicen a los docentes sobre los avances normativos y pedagógicos en este campo (Ortiz López, 2007, p. 45)

3. Crear espacios de diálogo y reflexión sobre los derechos humanos dentro de la comunidad universitaria

Los espacios de diálogo y reflexión, como foros,

debates y jornadas académicas, son herramientas clave para promover una cultura de derechos humanos dentro de las universidades. Estos espacios deben ser inclusivos, permitiendo la participación activa de estudiantes, docentes y personal administrativo. Además, podrían abordar temas contemporáneos de interés social, como los derechos de las mujeres, la diversidad cultural, y el impacto de la tecnología en los derechos fundamentales. Este enfoque participativo no solo enriquece la formación académica, sino que también refuerza el sentido de comunidad y compromiso ético entre los actores universitarios.

Ejemplos de buenas prácticas internacionales que podrían adaptarse al contexto ecuatoriano

Diversos países han implementado con éxito modelos educativos basados en derechos humanos que podrían servir de referencia para Ecuador:

- **Finlandia:** Este país ha integrado los derechos humanos como un eje transversal en todos los niveles educativos. Las universidades finlandesas destacan por su enfoque en la formación ética, que incluye asignaturas interdisciplinarias y actividades prácticas que promueven el respeto por la diversidad y la inclusión.
- **Noruega:** En Noruega, los derechos humanos son un componente central de la educación superior, con programas específicos que combinan la teoría con la práctica. Los estudiantes participan en proyectos comunitarios y actividades que les permiten aplicar los principios de derechos humanos en contextos reales (Gil, 2004 p. 36)..

Estas experiencias internacionales demuestran que la integración efectiva de los derechos humanos en la educación superior no solo es posible, sino también beneficiosa para el desarrollo profesional y social. La adaptación de estos modelos al contexto ecuatoriano requeriría un análisis de las necesidades locales y un compromiso institucional para priorizar la enseñanza de los derechos humanos.

II. METODOLOGÍA

El análisis del impacto de los derechos humanos

en la educación superior ecuatoriana se lleva a cabo mediante un marco metodológico integrado que combina tres enfoques principales: descriptivo, bibliográfico y fenomenológico jurídico.

Método Descriptivo

El método descriptivo permitió observar y detallar la estructura de los currículos académicos de universidades públicas y privadas en Ecuador, analizando cómo integran (o no) contenidos sobre derechos humanos. Se revisaron planes de estudio y sílabos de carreras seleccionadas con base en criterios de diversidad geográfica y disciplinaria. Este análisis identificó vacíos en la formación ética, la escasa presencia de asignaturas específicas, y la falta de enfoque transversal.

Por ejemplo, este método permite señalar que la mayoría de las universidades en Ecuador no cuentan con asignaturas específicas sobre derechos humanos y que estos temas suelen estar diluidos en asignaturas generales como ética profesional. Además, el método descriptivo ayuda a destacar la falta de formación docente y las escasas políticas institucionales que promuevan la enseñanza de los derechos humanos. A través de este análisis, se obtiene una visión clara de la problemática y de los aspectos que deben mejorarse (Fontana Hernández & Vargas Dengo, 2017, p. 140).

Método Bibliográfico

Este método se aplicó mediante la revisión sistemática de 24 fuentes entre artículos científicos, normas jurídicas y tratados internacionales sobre derechos humanos y educación superior. Se usaron bases de datos académicas como Scielo, Redalyc y Google Scholar. Esta revisión permitió contextualizar los avances normativos, comparar buenas prácticas internacionales y sustentar las propuestas del estudio.

El análisis bibliográfico permite identificar las mejores prácticas internacionales y extraer aprendizajes que puedan ser aplicados al contexto ecuatoriano. Por ejemplo, al estudiar los modelos educativos de Finlandia y Noruega, se observó que la integración de los derechos humanos como un eje transversal en los currículos contribuye significativamente a la formación ética de los estudiantes (Gil, 2004 p. 36). Este método también facilita la comprensión de cómo las normativas

ecuatorianas pueden adaptarse y fortalecerse para promover una enseñanza más inclusiva y humanista.

Método Fenomenológico Jurídico

El método fenomenológico jurídico se enfocó en comprender la relación entre el discurso normativo y la aplicación práctica de los derechos humanos en el ámbito universitario. Se analizaron artículos clave de la Constitución del Ecuador y de la LOES, examinando cómo su redacción refleja (o limita) la implementación efectiva de una educación con enfoque en derechos humanos. Este análisis fue complementado con la revisión de prácticas institucionales, discursos académicos y entrevistas documentadas en estudios previos.

Por ejemplo, este método analiza cómo la LOES establece la formación ética como un objetivo general, pero carece de directrices específicas para incluir los derechos humanos en los currículos. También permite evaluar cómo las universidades ecuatorianas han implementado (o no) estos principios en sus programas académicos, identificando las brechas entre la normativa y su aplicación práctica.

En conjunto, estos métodos ofrecen una visión integral del estado actual de la enseñanza de los derechos humanos en Ecuador y proporcionan una base sólida para proponer estrategias efectivas que transformen la educación superior en un proceso más inclusivo y comprometido con la justicia social.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Definición

La educación en derechos humanos se entiende como un proceso educativo continuo y dinámico que busca desarrollar en las personas un conocimiento profundo sobre los derechos fundamentales, junto con las habilidades y actitudes necesarias para promover su respeto, protección y cumplimiento en diferentes contextos sociales y profesionales. Este enfoque va más allá de la mera transmisión de conocimientos, al centrarse también en la sensibilización hacia la dignidad humana y la responsabilidad social (Organización de las Naciones Unidas, 2009, p. 45).

En el ámbito de la educación superior, esta definición adquiere una dimensión estratégica, ya que las universidades no solo son espacios de formación académica, sino también plataformas para el desarrollo de ciudadanos conscientes y

comprometidos con la transformación social. En este sentido, integrar la educación en derechos humanos en los currículos universitarios no solo fortalece la formación ética de los estudiantes, sino que también contribuye al fortalecimiento de una sociedad más equitativa y democrática.

Ejemplos de Implementación y Resultados Implementación Internacional

En países como Finlandia y Noruega, la educación en derechos humanos se ha convertido en un eje central de los sistemas educativos. En Finlandia, por ejemplo, los derechos humanos están integrados de manera transversal en todos los niveles de enseñanza, desde la educación básica hasta la universidad. Esto incluye asignaturas específicas, proyectos interdisciplinarios y actividades extracurriculares diseñadas para desarrollar la conciencia ética y la responsabilidad social de los estudiantes.

En Noruega, las universidades han adoptado un enfoque innovador que combina la teoría con la práctica. Los estudiantes participan en proyectos comunitarios donde aplican principios de derechos humanos en contextos reales, lo que les permite comprender su relevancia en situaciones prácticas y desarrollar habilidades para promover la justicia social en sus futuras carreras (Gil, 2004 p. 36).

Resultados en el Contexto Ecuatoriano

En Ecuador, aunque se han dado algunos avances normativos, la implementación práctica de la educación en derechos humanos sigue siendo limitada y desigual. Las universidades que han adoptado programas relacionados con derechos humanos, generalmente en carreras como derecho y ciencias sociales, han reportado un impacto positivo en la formación ética de sus estudiantes. Sin embargo, estas iniciativas no son generalizadas ni transversales, lo que limita su alcance e impacto.

Por ejemplo, en la Universidad Central del Ecuador, algunos programas han incorporado talleres y actividades prácticas relacionadas con derechos humanos. Sin embargo, estas acciones suelen depender de iniciativas individuales de docentes, en lugar de ser una política institucional coherente. Esto demuestra la necesidad de un marco normativo más robusto que garantice la integración sistemática de los derechos humanos en todas las

carreras y niveles de enseñanza

Cuestiones Éticas

La ausencia de una formación estructurada en derechos humanos tiene importantes implicaciones éticas, tanto para los estudiantes como para la sociedad en general. Sin una base sólida en derechos humanos, los profesionales tienden a priorizar objetivos técnicos o económicos sobre principios éticos, lo que puede llevar a prácticas que perpetúan la desigualdad y la exclusión social.

Por ejemplo, un abogado que no ha sido formado en derechos humanos puede enfocarse únicamente en los aspectos técnicos de un caso, sin considerar las implicaciones éticas de sus acciones o decisiones. De manera similar, un ingeniero que carece de esta formación puede desarrollar proyectos que, aunque técnicamente viables, no respetan los derechos de las comunidades afectadas. Esto subraya la importancia de incorporar los derechos humanos en la formación profesional para garantizar prácticas laborales más responsables y sostenibles (Briones, 2018, p. 29).

Regulación y Normativas Necesarias

El marco normativo ecuatoriano reconoce la importancia de la educación como un derecho fundamental, pero aún presenta vacíos significativos en lo que respecta a la integración de los derechos humanos en los currículos universitarios. Aunque la LOES establece la formación ética como un objetivo general, no incluye disposiciones específicas sobre la enseñanza de los derechos humanos como un eje transversal.

Para superar esta limitación, es necesario actualizar la LOES y otros instrumentos normativos para:

1. Incorporar la educación en derechos humanos como un componente obligatorio en todas las carreras universitarias.
2. Establecer programas de formación docente que garanticen una enseñanza efectiva de estos contenidos.
3. Promover la evaluación continua de las iniciativas relacionadas con derechos humanos para asegurar su impacto positivo en los estudiantes y la sociedad (Ortiz López, 2007, p. 45)

Estudios de Caso y Experiencias Internacionales

El **Programa Mundial de Educación en Derechos Humanos** de la ONU ofrece un modelo ejemplar que podría ser adaptado al contexto ecuatoriano. Este programa incluye tres componentes principales:

1. **Sensibilización:** Campañas educativas para aumentar la conciencia sobre la importancia de los derechos humanos en la educación.
2. **Formación docente:** Desarrollo de materiales y recursos pedagógicos para capacitar a los profesores en la enseñanza de derechos humanos.
3. **Evaluación:** Monitoreo y evaluación continua de los programas educativos para medir su efectividad y ajustar las estrategias según sea necesario.

En países como México y Chile, este programa ha sido implementado con éxito, logrando no solo aumentar el conocimiento sobre derechos humanos entre los estudiantes, sino también fomentar una mayor participación ciudadana y un compromiso ético en sus respectivas comunidades. Estas experiencias internacionales demuestran que una integración efectiva de los derechos humanos en la educación superior es posible y tiene un impacto transformador en la sociedad (Gil, 2004 p. 36).

Los resultados y la discusión muestran que la educación en derechos humanos es una herramienta poderosa para transformar tanto a los individuos como a las sociedades. Mientras que en contextos internacionales ya se han logrado avances significativos, en Ecuador aún queda un largo camino por recorrer. Sin embargo, con las reformas normativas adecuadas y la implementación de estrategias efectivas, es posible alcanzar un sistema educativo más inclusivo y ético que fomente el respeto y la protección de los derechos fundamentales.

El análisis evidencia la necesidad urgente de transformar los programas académicos en Ecuador para incorporar una perspectiva centrada en derechos humanos. Esto no solo fortalecerá la calidad de la educación, sino que también contribuirá al desarrollo de una sociedad más justa y equitativa. La implementación de estas propuestas requiere un compromiso institucional y la actualización de la normativa vigente para responder a las demandas contemporáneas.

IV. CONCLUSIÓN

La educación en derechos humanos en la educación superior ecuatoriana representa una oportunidad estratégica para transformar la formación académica y profesional de los estudiantes, orientándola hacia principios éticos y sociales. Este análisis evidencia que, aunque Ecuador cuenta con un marco normativo sólido, como la Constitución de 2008 y la LOES, persisten vacíos significativos en la integración efectiva de los derechos humanos en los currículos universitarios.

La experiencia internacional en países como Finlandia y Noruega demuestra que una educación basada en derechos humanos puede generar un impacto transformador en los estudiantes y en la sociedad, promoviendo prácticas profesionales más responsables y éticas. Sin embargo, en Ecuador, los avances son limitados y desiguales, lo que subraya la necesidad de implementar reformas normativas y estrategias pedagógicas que fortalezcan este componente educativo.

La falta de formación en derechos humanos genera profesionales que priorizan objetivos técnicos sobre principios éticos, lo que repercute negativamente en el entorno social. Por ello, incorporar los derechos humanos como un eje transversal en todas las carreras universitarias no solo fortalecerá la formación ética de los estudiantes, sino que también contribuirá al desarrollo de una sociedad más justa, inclusiva y democrática.

Es así como este estudio plantea que la educación en derechos humanos debe ser una prioridad en las políticas educativas de Ecuador. Con las reformas adecuadas, es posible construir un sistema de educación superior que no solo forme profesionales competentes, sino también ciudadanos comprometidos con la promoción y protección de los derechos fundamentales.

RECOMENDACIONES

La inclusión de los derechos humanos como un eje transversal en los currículos universitarios es una necesidad urgente para garantizar que todos los estudiantes, sin importar su carrera, reciban formación en este ámbito. Esto implica reformar la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES) para establecer lineamientos claros y obligatorios que permitan una integración sistemática y coherente

de los derechos humanos en las mallas curriculares. De esta manera, se podrá asegurar una formación integral que combine competencias técnicas y éticas, fomentando un enfoque humanista en todas las disciplinas profesionales.

Los docentes juegan un papel crucial en la enseñanza de los derechos humanos, pero para ello necesitan contar con las herramientas pedagógicas necesarias. Se debe consolidar la formación docente como eje institucional prioritario para asegurar una enseñanza eficaz en derechos humanos. Estos programas deben incluir talleres, seminarios y certificaciones que fortalezcan las competencias de los profesores, garantizando una enseñanza dinámica y práctica.

Si bien los derechos humanos deben estar presentes de manera transversal en los programas educativos, también es fundamental contar con asignaturas específicas dedicadas a este tema. Estas asignaturas deben incluir tanto contenido teórico como práctico, permitiendo a los estudiantes analizar casos reales, participar en simulaciones y desarrollar proyectos que les permitan aplicar los principios de derechos humanos en contextos reales. Esto asegurará una comprensión más profunda y contextualizada de la importancia de estos principios en la práctica profesional.

La investigación es una herramienta clave para generar conocimiento y soluciones innovadoras a los desafíos actuales en materia de derechos humanos. Por ello, se debe incentivar a las universidades a crear líneas de investigación específicas sobre este tema, financiando proyectos que aborden problemáticas locales, nacionales e internacionales. Estas investigaciones no solo contribuirán al desarrollo académico, sino que también tendrán un impacto directo en la sociedad al ofrecer propuestas prácticas para la promoción y protección de los derechos fundamentales.

Es necesario diseñar e implementar mecanismos de evaluación y monitoreo que permitan medir el impacto de las estrategias educativas relacionadas con los derechos humanos. Esto incluye la creación de indicadores cualitativos y cuantitativos que evalúen aspectos como el nivel de conocimiento de los estudiantes, la percepción de los docentes y el alcance de las iniciativas pedagógicas. Los resultados de estas evaluaciones servirán como base para

ajustar y mejorar las estrategias implementadas, garantizando su efectividad a largo plazo.

Países como Finlandia y Noruega han logrado integrar los derechos humanos en sus sistemas educativos de manera efectiva, y sus modelos pueden servir como referencia para Ecuador. Sin embargo, es fundamental realizar un análisis exhaustivo de estas experiencias para identificar los elementos que pueden ser adaptados al contexto ecuatoriano, teniendo en cuenta las particularidades culturales, sociales y económicas del país. Este proceso debe involucrar a expertos locales e internacionales, así como a representantes de las universidades, para garantizar una adaptación exitosa.

Los foros, debates y jornadas académicas son herramientas esenciales para fomentar una mayor conciencia y compromiso con los derechos humanos dentro de la comunidad universitaria. Estos espacios deben ser diseñados para incluir la participación activa de estudiantes, docentes y autoridades, promoviendo el intercambio de ideas y la construcción conjunta de soluciones. Además, estas actividades pueden abordar temas contemporáneos de relevancia local e internacional, fortaleciendo así la conexión entre la teoría y la práctica.

V. REFERENCIAS

- Acosta, C., Chávez, J., Chisaguano, D., & Tixi, V. (2024). *Las acciones afirmativas y el derecho a la Educación Superior en el Ecuador. Dominio de las Ciencias*, 10(1).
- Briones, R. (2018). Evaluación de la calidad educativa en Ecuador. *Revista de Educación Superior*, 29(3), 28–30. Doi: <https://doi.org/10.61384/r.c.a..v4i2.360>
- Burneo, A., & Godoy, D. (2020). Acceso de jóvenes a la educación universitaria en el Ecuador: Reformas, políticas y progreso. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7813109>
- Gil Cantero, F. (2004). *La educación en derechos humanos en el sistema educativo. Tarbiyya: Revista de Investigación e Innovación Educativa*, (35), 43-56. <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj59IyKiIuPAxWmVzABHTJnNzQQF->

noECBEQAQ&url=https%3A%2F%2Frevistas.uam.es%2Ftarbiya%2Farticle%2Fdownload%2F7245%-2F7601%2F15104&usg=AOvVaw3oVXIbwfNSkGNRJ-f2mtZ_K&opi=89978449

Fontana Hernández, A., & Vargas Dengo, M. C. (2017). Las formas de apoyo educativo al estudiantado con discapacidad o con necesidades educativas en la Universidad Nacional de Costa Rica y sus implicaciones en su formación profesional. *Revista Latinoamericana de Derechos Humanos*, 27(2), 135–152. <https://doi.org/10.15359/rldh.27-2.6>

Jaramillo Bazurto, N. V., & Tomalá Chavarría, M. D. (2025). Evaluación de la calidad para la acreditación educativa. *Estudios Transdisciplinarios en Comunicación y Sociedad (INVECom)*, 5(3). <https://doi.org/10.5281/zenodo.14501734>

Nesta, F. P. (2018). Los derechos humanos y la educación superior: Expresiones curriculares, desafíos pendientes. Encuentros. Revista de Ciencias Humanas, Teoría Social y Pensamiento Crítico, 6(8), 71–94. Universidad Nacional Experimental Rafael María Baralt. <https://encuentros.unermb.web.ve/index.php/encuentros/article/view/29>

Organización de las Naciones Unidas. (2009). *Educación para la paz, la convivencia democrática y los derechos humanos*. UNESCO; Ministerio de Educación, Política Social y Deporte de España; Instituto Interamericano de Derechos Humanos. <https://libgen.li/file.php?md5=8c14db56d5321aede89ca93afd1efd6>

Organización de las Naciones Unidas. (1948). *Declaración Universal de los Derechos Humanos*. Recuperado de <https://www.un.org/es/documents/udhr/>

Ortiz López, M. E. (2007). *Los derechos humanos en el currículo de la carrera de Profesorado de Enseñanza Media en Pedagogía y Técnico en Administración Educativa de la Facultad de Humanidades de la Universidad de San Carlos de Guatemala* [Tesis de licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala]. http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/07/07_10442.pdf

Terán Suárez, R. J. L. (2020). El acceso a la educación superior como derecho humano. *Revista Jurídica Crítica y Derecho*, 1(1), 1–12. <https://doi.org/10.29166/criticayderecho.vii1.2443>

The role and impact of learning a second language in the growth and development of intellectual and mental creativity

Mahan Attar¹

Abstract

Learning is a cognitive process that engages various mental functions and creativity has the opportunity to emerge in the child's mind and thought; therefore, the development of the child's mental field during the period of learning a second language causes sparks of creativity in his mind that make the child's mentality more active. This study aimed to explore the role of second language learning in fostering intellectual and creative development in children. This study was conducted using an analytical-descriptive approach based on a literature review. According to the results, learning must be based on appropriate educational materials to lead to the development of the child's intellectual creativity. Furthermore, the findings indicated that second language acquisition promotes cognitive flexibility, identity formation, and creativity, depending on the intensity of exposure and practice.

Keywords: Second Language Acquisition, Bilingualism, Cognitive Flexibility, Creative Thinking.

El impacto del aprendizaje de una segunda lengua en el desarrollo de la creatividad intelectual y mental

Resumen

El aprendizaje es un proceso cognitivo que involucra diversas funciones mentales y brinda la oportunidad para que emerja la creatividad en la mente y el pensamiento del niño. En este sentido, el desarrollo del campo mental del niño durante el proceso de aprendizaje de una segunda lengua genera destellos de creatividad que estimulan y potencian su pensamiento. El presente estudio tuvo como objetivo explorar el papel del aprendizaje de una segunda lengua en el fomento del desarrollo intelectual y creativo en la infancia. La investigación se llevó a cabo mediante un enfoque analítico-descriptivo basado en la revisión de literatura científica. Los resultados evidencian que el aprendizaje debe sustentarse en materiales educativos adecuados para favorecer el desarrollo de la creatividad intelectual del niño. Además, se identificó que la adquisición de una segunda lengua promueve la flexibilidad cognitiva, la formación de la identidad y la creatividad, dependiendo de la intensidad de la exposición y la práctica.

Palabras clave: Adquisición de una segunda lengua, Bilingüismo, Flexibilidad cognitiva, Pensamiento creativo

Recibido: 15 de febrero de 2025

Aceptado: 8 de agosto de 2025

¹ Assistant Professor, Department of English Language Teaching, Farhangian University, P.O. Box 889-14665, Tehran, Iran. Email: mahanattar106@yahoo.com, <https://orcid.org/0009-0002-8324-6219>

I. INTRODUCTION

Language development occurs in all children with normal brain function, regardless of race, culture, or general intelligence. In other words, the ability to learn language is uniquely human. The view held by many linguists is that although different groups of people speak different languages, all human languages share a similar level of complexity and detail, and share common abstract features. For example, all human languages can be analyzed as systems consisting of discrete, discrete structural units, with rules for combining these units in various ways. That is, although languages are superficially different, they all reflect the general features of a common linguistic system that is typically human. The emergence of a child's mental and intellectual creativity in learning a second language is due to several factors, some of which are within the control of the language teacher and coach, and others are within the control of the child. Language instructors should employ creative methods to actively stimulate the child's creative thinking and, in a sense, to direct the child's mind and thought. However, learning and teaching a language in itself causes the emergence of indicators of creativity in the child, including autonomy, self-confidence, creating an identity, etc. In this study, we will explain the role of learning a second language in the emergence of a child's intellectual and mental creativity. The following will refer to studies conducted in this area. Yousefi et al. (2017) found that learning a second language can improve children's performance on switching tasks. Using two languages requires children to change their language system according to context, and this constant change can lead to greater flexibility in thinking and, as a result, children's better performance in situations where there are parallel rules. The results also showed that learning a second language affects children's creativity. In fact, a second language introduces children to new cultures and customs, which, together with intensive practice in language classes and the prevailing classroom atmosphere, can increase creativity in language learners. Doustizadeh and Seyedi Fazlollahi (2022) found that Language learning in the form of dramatic games strongly affects the level of creativity and autonomy in learning, and such approaches are effective in promoting independent language

learning. Creating changes and creative initiatives in the direction of changing and adjusting literary-dramatic texts can serve as a foundation for achieving proficiency in independently applying language learning techniques. Through individualistic practices based on constructivist theory, reading in German can be made unique so that the genetic and psychological structures of each language learner provide them with the opportunity to enhance motivation and foster more autonomous learning outcomes in an appropriate environment. Geravand (2024) found that there is a positive and significant correlation between the level of students' creative problem solving and their reading comprehension. Moreover, the linear regression analysis showed that students' avoidant approach style can predict their reading comprehension. Finally, creative problem solving as a psycho-physiological element can be taught to students to achieve a higher ability in "reading comprehension" and effectively deal with a wide range of problems in the reading comprehension process. For this, we aimed to explore the role of second language learning in fostering intellectual and creative development in children.

II. MATERIALS AND METHODS

This study was conducted using an analytical-descriptive method and relying on library resources. The purpose of the present study is to explain the position of learning a second language in the development of the child's intellectual and mental creativity.

III. RESULTS

The role of second language learning in a child's mental flexibility

Today, much research has been conducted on the brain plasticity of bilingual children. For instance, in 2009, French researchers at the University of Paris Descartes found that children begin to develop cognitive processes useful for language learning at 20 months of age and appear to be most prepared to learn a foreign language, even if they do not have a deep understanding of their native language at this age. In order to achieve these results, these researchers prescribed a group of French children to learn English briefly. The results of this research showed that children over 20 months were able to

master English in the same way as they spoke French.

Coggins et al. (2004) stated that the brain structure of the corpus callosum changes due to the repeated use of two languages, and the increase in the number of myelin and synapses of the corpus callosum leads to the mental flexibility of bilinguals. At birth, a child's brain demonstrates high plasticity and adaptability to transform into any form. In addition to the mother tongue, the child's mind has the ability and flexibility to learn second and even third languages. However, what plays a fundamental role in learning a second language and taking advantage of this mental flexibility is the way parents and educators teach the child the language. Time and place and the use of appropriate language learning tools play a pivotal role in the flourishing of this mental flexibility.

The role of second language learning in children's cognitive processes

Others believe that the use of a second language is effective in cognitive processes (Bialystok et al., 2007), because in bilinguals both languages are active simultaneously (Poarch & Bialystok, 2015; Pallant, 2010; Blumenfeld and Marian, 2007; Morales et al., 2012). As a result, being bilingual requires the use of efficient cognitive mechanisms to manage two languages and use language appropriately according to context. Accordingly, bilingualism can be considered a continuous and extensive cognitive exercise (Poarch & Bialystok, 2015) that brings numerous benefits in the performance of different domains (Bialystok, 2005; Kharkhurin, 2009; Bialystok et al., 2008); thus, learning a second language in childhood will have a greater impact on cognitive processes (Colzato et al., 2008).

Cummins (1976) states that bilinguals' greater and broader experiences are the reason for their superior performance, and bilinguals communicate with the world through two different conceptual systems due to their connection to two different cultures. As a result, increasing conceptual representations has a positive effect on their cognitive flexibility and creativity. In line with Cummins' explanation, Ghonsooly and Showqi (2012) believe that in addition to learning the language, language learners also become familiar with new cultures, customs, and beliefs, and ultimately can represent the world

through two conceptual systems. They also stated that in bilinguals, tolerance for ambiguity that is a characteristic of divergent thinking, increases through exposure to subtle cultural differences.

The role of second language learning in child autonomy

Perhaps the background of autonomy and creativity in foreign language teaching is critical thinking during learning. Critical thinking is a responsible and organized type of attitude that leads the learner to correctly judge whether his/her linguistic ability has reached the level of autonomy and creativity. In this type of attitude, evaluation and innovation are strengthened and the reasoning power of the learners increases, ultimately creating areas for autonomy and innovation in the learning method. In the field of autonomy and creativity in foreign language learning, Howard Altma can be considered one of the first people to theorize on this subject. Altma introduces the phrase individual structure as a keyword in terms of autonomy in learning and adds in his explanation that general patterns in learning should be avoided, and there is a unique structure for each person, in other words, the individual needs of each person require it (Altma, 1972: 12).

Another important theory after Altma's is Hulk's theory. According to Hulk's theory, autonomy in learning includes establishing learning goals, the rate of progression in learning, choosing learning methods, and also evaluating learning. In 1979-1980, Henry Hulk defined the term autonomy in the educational field in a distinctive way. According to the proposed model, this term is based on the learner's personal perspective and point of view on learning. This type of personal perspective is a type of educational behavior in the sense that the scholar shows a kind of competence in performance. According to the theory of Hulk (1980), an independent scholar learns to be competent and to manage his own learning processes. He also distinguishes between the terms autonomy in learning and steering in learning, and in this way forms an individual identity in learning (Müller & Hulk, 2001).

Autonomy in educational games can lead to the emergence of intellectual and mental creativity in children. Pfeiffer's research is one of the few studies that have been written about the benefits of

games in foreign language classes. The research was conducted in an educational environment in English classes with two classes of 35 students each for 58 hours of instruction. In the first class, game elements were used, and in the same class, the method was based more on the question-evolutionary method. The extent of the effect of educational games in the first class on students' scores was very decisive, and his research generally emphasizes the effect of educational games on students' scores. The challenge and commonality of play and creativity in learning is that learning is something that is achieved with effort, while the nature of play is leisure and a kind of rest. Seriousness and regularity, except in free-form games that are related to early childhood, are common in play and work (intellectual or practical work). Therefore, due to the entertaining nature of play, mental and physical activity during play cannot be denied.

The role of second language learning on a child's thought processes

According to Piaget, a child goes through four stages of development, of which the concrete operational stage (7 to 11 years old) and the formal operational stage (11 years later) can be considered among the child's intellectual processes in which learning a second language has a direct impact on its growth and development. Also, the second stage, the preoperational stage (2 to 7 years old), can also be influenced by a second language if the child has a very high IQ, not an average IQ. However, the concrete operational stage involves acquiring skills in logical operations. Logical operations enable a person to act mentally on objects. This ability allows elementary school children to think actively about the objects and events they experience every day. In fact, a child in the concrete operational stage overcomes all the limitations of the preoperational stage and acquires the relevant abilities.

In the formal operational stage, thinking becomes much more complex and advanced. Children can think about abstract and theoretical concepts and use logic to come up with creative solutions to problems. Skills such as logical thinking, deductive reasoning, and systematic planning also emerge at this stage. Learning a second language develops and expands a child's abstract thinking and paints new images in

his mind that ultimately lead to creative thinking, whereas before, despite the child's mastery of the mother tongue, this abstract thinking had a very limited scope.

The role of second language learning on a child's sense of identity

Identity in the literal sense means the truth and nature of something; or identity is the answer to the question of who one is and how one is. Identity is a set of beliefs, convictions, and attitudes that are acquired through exploration in the individual and interpersonal environment. (Salahi, 2016) James Marcia has described identity under two concepts: exploration and commitment. Exploration is related to crisis and indicates cognitive and behavioral distinctions. Commitment is actually a decision-making process. By considering the presence or absence of each of these two concepts, the bases of an individual's identity can be determined during the period of identity formation.

By combining the absence or presence of these criteria, four bases were determined: identity acquisition, identity interruption, identity capture, and identity dispersion (Barak, 2017). In defining each of the bases, it can be said that identity dispersion: people who do not have a clear direction and do not adhere to values and goals and do not try to achieve them. Identity capture: people who are unexploredly committed to the values and goals that those in power (parents, teachers, etc.) have chosen for them. Identity interruption: people who do not yet have a definite commitment and are collecting information to achieve their values and goals. Identity acquisition: people who are committed to goals and values and feel psychologically healthy (Salahi et al., 2018).

In addition, learning a second language has a profound impact on a person's sense of identity. Identity context theory suggests that language is not just a means of communication, but also a reflection of a person's cultural and social identity. When people learn a second language, they are exposed to new cultural perspectives and practices. This exposure can lead to a transformation of a person's identity as they move between different linguistic and cultural contexts.

Creativity of bilinguals compared to monolinguals

Bilinguals perform better than monolinguals on switching tasks. Second language learning improves the ability to reshape the association between stimulus and response, just as it does each time a language switch is used to remap language concepts in the minds of bilinguals. Therefore, the unique nature of bilinguals' use of two languages, i.e., the availability of two representational systems, may be responsible for the long-term benefits of bilingualism on nonverbal tasks, including switching tasks (Wiseheart et al., 2014). Research also suggests that language acquisition in language learning institutions can have a significant effect on increasing children's creativity. Leikin et al. (2014) showed that balanced preschool bilinguals outperformed monolinguals in creativity and reported superior performance of bilinguals on fluency and originality.

Coggins et al. (2004) stated that the structure of the corpus callosum changes as a result of repeated use of two languages, and that an increase in the number of myelin and synapses in the corpus callosum leads to mental flexibility in bilinguals. Ghonsooly and Showqi (2012) considered the superior performance of language learners to be due to their motivation to change and adapt to this new experience and consider the tendency to adapt to be a characteristic of creative thinking.

To the extent that the vocabulary of the child who speaks to them develops, the layers of his brain and mind also grow and develop, and this ultimately fosters the emergence of the child's creativity. In contrast, a child who uses a limited vocabulary until the first seven years of life, and those words are mostly related to his mother tongue, his brain and mental development takes place slowly, and in adolescence and youth, he does not find any traces of creativity. Therefore, the emphasis on learning language in childhood is actually aimed at the education of flourishing and creativity in adolescence and youth.

IV. CONCLUSION

According to the findings, second language learning at an early age has a positive relationship with children's creativity and this has a significant impact on academic performance. In other words, children who are exposed to second language

learning from an early age have a higher ability in problem solving and cognitive focus, and have also shown better academic performance. On the other hand, the creativity of bilinguals is the result of their increased brain and mental capacity and talent, while monolinguals are deprived of this creativity. Therefore, the more mental and intellectual activity the brain system has, the more creativity it displays, and this fosters the child's development across all areas, including personal and social life.

Given the significant cognitive and creative benefits associated with early bilingualism, this study recommends integrating structured second language programs into primary education curricula. These programs should incorporate play-based and culturally responsive methods to enhance motivation and identity formation among young learners.

V. REFERENCES

- Altma, H. B. (1972). *Individualizing the Foreign Language Classroom: Perspectives for Teachers*. Rowley, Mass: Newbury House.
- Bialystok, E., Craik, F.I.M., Luk, G. (2008). Lexical access in bilinguals: Effects of vocabulary size and executive control. *Journal of Neurolinguistics*. 21(6):522-538. <https://doi.org/10.1016/j.jneuroling.2007.07.001>
- Bialystok, E. (2005). Consequences of Bilingualism for Cognitive Development. In J. F. Kroll & A. M. B. de Groot (Eds.), *Handbook of bilingualism: Psycholinguistic approaches* (pp. 417-432). Oxford University Press.
- Blumenfeld, H.K., Marian, V. (2007). Constraints on parallel activation in bilingual spoken language processing: Examining proficiency and lexical status using eye-tracking. *Language & Cognitive Processes*. 22(5):633-60. <http://dx.doi.org/10.1080/01690960601000746>
- Barak, L. (2017). *Developmental psychology*, translated by Yahya Seyed Mohammadi, Volume 2, Tehran, Arasbaran Publications.
- Coggins, P. E., Kennedy, T. J., & Armstrong, T. A. (2004). Bilingual corpus callosum variability. *Brain and language*, 89(1): 69-75. [https://doi.org/10.1016/S0093-934X\(03\)00299-2](https://doi.org/10.1016/S0093-934X(03)00299-2)

- Colzato, L. S., Bajo, M. T., van den Wildenberg, W., Paolieri, D., Nieuwenhuis, S., La Heij, W., & Hommel, B. (2008). How does bilingualism improve executive control? A comparison of active and reactive inhibition mechanisms. *Journal of experimental psychology. Learning, memory, and cognition*, 34(2): 302–312. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.34.2.302>
- Doustizadeh, M., Seyedi Fazlollahi, N. (2022). The effect of creativity and autonomy on individual identity in german language teaching - investigating the role of educational games on students' independent learning behavior. *Foreign Language Research Journal*, 12 (2): 19-36. <https://doi.org/10.22059/jflr.2022.328893.908>
- Geravand, K. (2024). Exploring the relationship between creative problem solving and reading comprehension among Iranian EFL students. *School education in the third millennium*, 2(1): 33-44. doi: 10.22034/jsetm.2024.455471.1033
- Ghonsooly, B., Showqi, S. (2012). The effects of foreign language learning on creativity. *English Language Teaching*, 5(4):161-67. <https://doi.org/10.5539/elt.v5n4p161>
- Kharkhurin, A. V. (2009). The role of bilingualism in creative performance on divergent thinking and invented alien creatures tests. *The Journal of Creative Behavior*, 43(1): 59–71. <https://doi.org/10.1002/j.2162-6057.2009.tb01306.x>
- Leikin, M., Tovli, E., Malykh, S. (2014). Bilingualism and creativity in early childhood. *Creativity Research Journal*. 3(2):54-63. <https://doi.org/10.5430/elr.v3n2p54>
- Müller, N., & Hulk, A. (2001). Crosslinguistic influence in bilingual language acquisition: Italian and French as recipient languages. *Bilingualism: Language and Cognition*, 1: 1–21. <https://doi.org/10.1017/S1366728901000116>
- Pallant, J. (2010). SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using the SPSS program [Rezaei A, Persian trans]. 4th ed. Tabriz: Forouzesheh.
- Poarch, G.J., Bialystok, E. (2015). Bilingualism as a model for multitasking. *Developmental Review*. 35:113–24. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2014.12.003>
- Rössler, W., Hoff, P. (2004). Psychiatrie zwischen Autonomie und Zwang. Berlin: Springer Verlag.
- Salahi, A. A. (2016), Identity, Tehran: Protected Scroll.
- Salahi, A.A., Kabiri, M. H., Cheraghi, A., Mohammadi Kalheri, S., Tonkar, N. (2018). Adolescence and identity, Shahid Sattari University of Aeronautical Sciences and Technology.
- Yousefi, R., Soleimani, M., & Ghazanfariyanpoor, S. (2017). Comparison between switching and creativity among bilingual and monolingual children. *Journal of rehabilitation*, 18(1): 1-12. <http://dx.doi.org/10.21859/jrehab-18011>
- Wiseheart, M., Viswanathan, M., Bialystok, E. (2014). Flexibility in task switching by monolinguals and bilinguals. *Bilingualism: Language and Cognition*. 19(1):141-146. <https://doi.org/10.1017/s1366728914000273>

Las habilidades blandas y su efecto en el aprendizaje autónomo de estudiantes universitarios

Danny Delgado Togra¹; Alejandro Lema Cachinell²; Karla Chica Arandi³

Resumen

Este trabajo examinó las habilidades blandas y su efecto en el autoaprendizaje de estudiantes universitarios, utilizando Soft Skills Inventory (SKI) y el Learning and Study Strategies Inventory adaptados al contexto digital ecuatoriano. Utilizó una muestra estratificada de 306 estudiantes, la fiabilidad de sus instrumentos fue consistente ($\alpha > 0.88$; $\omega > 0.90$). El análisis factorial confirmatorio validó las dimensiones originales de los instrumentos, mientras que las pruebas de Chi-cuadrado de Pearson (X^2) y V de Cramer denotaron que las habilidades como trabajo en equipo, liderazgo y negociación influyen significativamente ($V=0.225$). Se hallaron diferencias significativas por sexo en ambas variables ($p < 0.001$), y una fuerte correlación entre habilidades blandas y autoaprendizaje ($r=0.920$, $p=0.001$). Estos hallazgos respaldan la hipótesis afirmativa H1 de que el fortalecer las habilidades blandas potencia el desarrollo del aprendizaje autónomo, resaltando la necesidad de estrategias integradoras que fomenten el aprendizaje autorregulado en la educación superior.

Palabras clave: Habilidades blandas, Autoaprendizaje, Autoinstrucción, Metacognición.

Soft skills and their effect on autonomous learning in university students

Abstract

This work examined soft skills and their effect on the self-learning of university students, using the Soft Skills Inventory (SKI) and the Learning and Study Strategies Inventory adapted to the Ecuadorian digital context. Using a stratified sample of 306 students, the reliability of their instruments was consistent ($\alpha > 0.88$; $\omega > 0.90$). The confirmatory factor analysis validated the original dimensions of the instruments, while Pearson's Chi-square (X^2) and Cramer's V tests denoted that skills such as teamwork, leadership, and negotiation have a significant influence ($V=0.225$). Significant differences were found by sex in both variables ($p < 0.001$), and a strong correlation between soft skills and self-learning ($r=0.920$, $p=0.001$). These findings support the alternative H1 hypothesis that strengthening soft skills enhances the development of autonomous learning, highlighting the need for integrative strategies that promote self-regulated learning in higher education.

Keywords: Soft skills, Self-learning, Self-instruction, Metacognition.

Recibido: 12 de marzo de 2025

Aceptado: 19 de agosto de 2025

¹ ITS de Formación Profesional, Administrativa y Comercial, Ecuador, danny.delgado@formacion.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0002-1067-3589>

² ITS de Formación Profesional, Administrativa y Comercial, Ecuador, alejandrol@formacion.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0002-6402-9342>

³ ITS de Formación Profesional, Administrativa y Comercial, Ecuador, kdchica@formacion.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0002-8407-3834>

I. INTRODUCCIÓN

La sociedad actual ha experimentado cambios acelerados en múltiples ámbitos, en gran medida por el desarrollo tecnológico, las ciencias y el comercio (Abdelmoneim et al., 2021). Estos cambios han impactado en la educación, transformándola en gran medida como un efecto postcovid-19, pasando de la dinámica clásica a la incorporación de plataformas y sistemas para lograr dar continuidad al servicio en los diversos sistemas educativos.

Las transformaciones recientes dentro del panorama educativo, producto de los efectos postcovid-19 y en gran parte por la injerencia directa del uso de tecnologías de la información y comunicación (TIC), han cambiado la educación. Si bien las nuevas TIC por sí solas no generan cambios significativos en aprendizajes o destrezas específicas, es claro, que potencian el proceso formativo, así como también generan nuevos espacios para su desarrollo.

Esta renovación de esquemas educativos genera grandes oportunidades para la innovación casual dentro del aula, al igual que presenta nuevas problemáticas con características únicas, como también demanda la adquisición de nuevas destrezas transversales en los estudiantes como estrategias para ajustar sus itinerarios, obligaciones y asignaciones en los nuevos entornos de aprendizaje que pueden o no ser completamente virtuales. Por tal situación, es primordial comprender como los estudiantes universitarios enfrentan estos nuevos retos.

Un destacado ejemplo de esta necesidad es la investigación de Obermeier (2023), quién estudió la percepción de estudiantes universitarios acerca de temas de acceso y metodologías aplicadas dentro del periodo pandémico. Los participantes refirieron que la falta de dispositivos y el acceso a internet fue una barrera para su continuidad educativa. En cuanto al uso de metodologías pedagógicas aplicadas en su proceso educativo manifestaron que; el problema de gran impacto fue la falta de autorregulación que, para el contexto digital, donde notaron que no disponían de esta habilidad. Otros datos referidos fueron: inconvenientes con docentes acerca del uso de recursos digitales, pero desde la autonomía para su desarrollo, en cambio, las diferentes facetas emocionales que vivieron dentro del aislamiento y reclusión social que experimentaron (sección resultados, párr. 3-4).

Para Xu et al. (2024), en momentos recientes el aprendizaje en línea se ha posicionado como una modalidad de alta elección por los estudiantes universitarios. Pero las tendencias investigativas demuestran que existe una correlación significativa con la abundancia de investigaciones relacionadas con la autorregulación. Según los autores, la modulación de procesos cognitivos y conductuales a lo largo de la educación formal aumenta significativamente las posibilidades de conseguir el nivel de logro deseado (p. 175). Esta habilidad potencia la gestión personal del aprendizaje y sistematiza sus procesos para alcanzar las metas que los estudiantes se propongan.

El autoaprendizaje, se puede definir como la relación entre la atención y el grado de autoconocimiento del estudiante, así como la capacidad de este para ejercer un control consciente y voluntario sobre sus actividades de aprendizaje (Bernardo et al., 2023,p.1003). Esta habilidad es un logro del desarrollo del pensamiento y de la gestión autorregulada consciente del estudiante. Según Cabal et al. (2021) es posible dimensionar el autoaprendizaje en: planificación y organización del aprendizaje, autogestión del aprendizaje y motivación intrínseca (p. 1004). Es fundamental desarrollar habilidades que fomenten el autoaprendizaje, para esta necesidad, la comunicación asertiva es vital para lograr aprendizajes significativos en momentos actuales.

Fuentes et al. (2021) propone a las soft skills (habilidades blandas) como alternativa para mejorar las interacciones sociales, relacionándolas también con los comportamientos y buenas prácticas en valores que permiten contribuir a la integración adecuada del individuo en distintos ámbitos de acción. El mismo autor señala que estas habilidades blandas o no cognitivas son prácticas o actitudes que una persona tiene para relacionarse con su entorno (p. 50). En concordancia, estas habilidades personales se dimensionan en comunicación efectiva, trabajo en equipo, gestión del tiempo.

Teniendo de base los anteriores referentes, este trabajo buscó analizar la influencia de las habilidades blandas en el desarrollo del aprendizaje autónomo en estudiantes universitarios. Teniendo el siguiente planteamiento hipotético H1: Las habilidades blandas impactan en desarrollo y dominio general, así como en las dimensiones de las habilidades de

aprendizaje autónomo; Ho: Las habilidades blandas no impactan el desarrollo y dominio general, así como en las dimensiones de las habilidades de aprendizaje autónomo.

II. METODOLOGÍA

Diseño de la investigación

El estudio fue de tipo cuantitativo, con un diseño descriptivo-correlacional de corte no transaccional de tipo causal. Los instrumentos de recolección de datos fueron; cuestionarios para estimar la autopercepción en; habilidades blandas y autoaprendizaje.

Participantes

Los participantes del estudio fueron estudiantes de la modalidad en línea de un Instituto Tecnológico

de la ciudad de Guayaquil, Ecuador, del segundo semestre, con énfasis en 11 carreras, con un total de matriculados de 1507 en la modalidad de estudio. Mediante un procedimiento estadístico para muestra finita (figura 1), se obtuvo el tamaño de la muestra (García et al., 2013; Robles, 2019).

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

Figura 1. Fórmula para muestra finita

Fuente: Elaborado a partir de García et al. (2013)

Aplicando el procedimiento (figura 1) para el cálculo muestral, se desprende el siguiente proceso, donde N=1507 (tamaño de la población), Z=1.96 (nivel de confianza del 95%), e=0.05 (error muestral), p=0.5, q = 1 - p = 0.5. Aplicando el procedimiento se desprende el siguiente proceso.

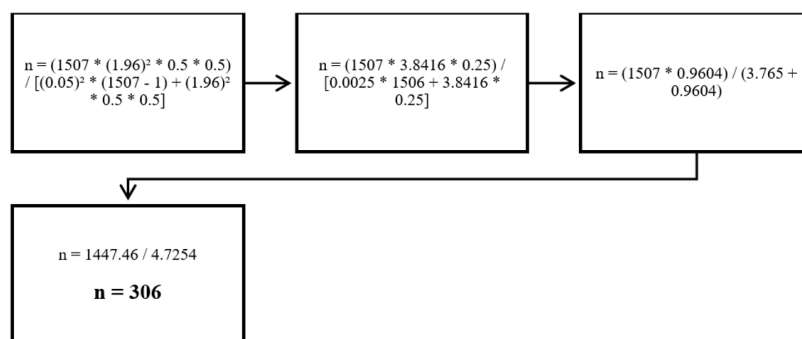


Figura 2. Proceso del cálculo muestral

Fuente: Elaboración propia

Luego de aplicar la formula, se tuvo como resultado, un tamaño muestral de 306 estudiantes (figura 2). Valor que permitió calcular el coeficiente

de estratos para segmentar la muestra por carrera, lo que derivó en la siguiente distribución (Hernández y Mendoza, 2020; Robles, 2019).

Tabla 1. Estratos de evaluación por carrera

Carrera	Muestra Estratificada
Asistencia en educación inclusiva con nivel equivalente a tecnología superior.	46
Tecnología superior en administración.	95
Tecnología superior en comercio exterior.	34
Tecnología superior en marketing.	42
Técnico en Administración.	4
Asistencia en educación inclusiva con nivel equivalente a tecnología superior.	12
Seguridad y prevención de riesgos laborales.	6
Tecnología superior en administración.	42
Tecnología superior en comercio exterior.	14
Tecnología superior en contabilidad.	4
Tecnología superior en marketing.	7

Fuente: Elaboración propia

Se reportaron, los siguientes datos demográficos de la población; la distribución por sexo mostró que los hombres representan el 33.3% y el 66.7% son mujeres. Sus edades varían y presentan ciertas particularidades, como que 45.8% de estudiantes tienen más de 30 años, cifra que contrasta con el 8.3% que representan los estudiantes de 18-21 años, el segundo grupo más grande son los estudiantes de 26-30 años, con una representación de 27.54%, seguidos de los estudiantes de 22-25 años con una representación de 18.36%.

Instrumentos y procedimiento

Para la medición de las habilidades blandas y de autoaprendizaje, se utilizaron instrumentos validados y fiables, obtenidos mediante una búsqueda y cribado en repositorios de acceso abierto y de

autor. Con base en esta estrategia se obtuvieron los siguientes instrumentos; Soft Skills Inventory de los autores Jardim et al., (2020), adaptado y traducido (Hain y Ritz, 2021; Palma, 2021) con 32 ítems, y Learning and Study Strategies Inventory (LASSI) de los autores Weinstein et al. (1987) con adaptación al contexto latinoamericano y traducido al español por los autores (Freiberg et al., 2022; López-Martín et al., 2012) con 45 ítems.

Ante la necesidad de su correspondiente adaptación al medio digital y contexto ecuatoriano, se aplicó a 90 estudiantes la prueba piloto. Estos representan una sección de la muestra, elegidos de forma aleatoria, con el fin de realizar un análisis de consistencia interna y fiabilidad mediante pruebas de estadística inferencial.

Tabla 2. Estadísticas de Fiabilidad de Escala

Carrera	Habilidades blandas Soft Skills Inventory	Habilidades de auto aprendizaje Learning and Study Strategies Inventory (LASSI)
α Alfa de Cronbach	0.944	0.886
ω de McDonald	0.936	0.903

Fuente: Resultados obtenidos en *Jamovi* (2025).

Para las pruebas de consistencia interna se aplicó el estadístico α Alfa de Cronbach cuyo resultado estima la validez de un instrumento de medición mediante un análisis de la variabilidad numérica del conjunto de datos, se evidenció que Soft Skills Inventory (SKI) y Learning and Study Strategies Inventory (LASSI) se obtuvo un **.944 y .866**, ambos valores superiores al 0.70 que de acuerdo con Rodríguez y Reguant (2020) permiten establecer una fiabilidad buena. Otra prueba de consistencia fue el coeficiente ω de McDonald, con el cual se obtuvo para Soft Skills Inventory **0.936** y Learning and Study Strategies Inventory (LASSI) **0.903**, datos que permiten afirmar que los instrumentos a ser aplicados en los estratos correspondientes de la muestra identificada son fiables.

Por otra parte, se analizó el agrupamiento interno de las dimensiones declaradas por los autores y su correspondiente consistencia. Para esto se aplicó un análisis factorial exploratorio que permitió identificar las siguientes dimensiones por cada cuestionario:

- Habilidades de autoaprendizaje (LASSI) tuvo seis dimensiones siendo estas; estrategias motivacionales y actitudinales, técnicas de selección y organización de la

información, dificultades en la selección, organización y elaboración de información, aprendizaje significativo, estrategias de autoevaluación del aprendizaje (Freiberg et al., 2022; López et al., 2012; Weinstein et al., 1987).

- Habilidades blandas (SKI) tuvo cuatro dimensiones; trabajo en equipo, liderazgo, negociación, empatía (Hain y Ritz, 2021; Jardim et al., 2020; Palma Pala, 2021).

El análisis de datos se realizó con ayuda del paquete informático *Jamovi* (2025) en su versión 2.5, donde se aplicó la prueba de análisis factorial exploratorio, teniendo como resultado para LASSI un valor de χ^2 2519, con aglutinamiento de **gl. 990**, y valor de ajuste menor **$p < .001$** valores que estiman que la consistencia interna es adecuada. En cuanto a los factores encontrados en el instrumento SKI con valores χ^2 1926 y un aglutinamiento de **gl. 465** y valor de ajuste menor **$p < .001$** . También se aplicó una Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo, para lograr una mejor identificación y certeza de los constructos internos de los cuestionarios (Tabla 3.).

Tabla 3. Prueba KMO y Bartlett de LASSI y SKI

		LASSI	SKI
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,623	,802
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	204,555	2016,231
	gl	21	6
	Sig.	,001	,001

Fuente: Elaboración propia.

Conforme a los datos obtenidos en los diferentes análisis, se pudo establecer que los constructos declarados por los autores son válidos y se mantienen sin mayores cambios en la adaptación realizada. Por tanto, es posible afirmar que las escalas de medición (LASSI y SKI) son válidas y fiables. Posteriormente se aplicaron una serie de pruebas de análisis bivariados como el chi-cuadrado de Pearson con el fin de determinar significancias en la influencia de las habilidades blandas en el autoaprendizaje, así como la estimación del efecto de estas mediante la V de Cramer como medida del tamaño del efecto.

III. RESULTADOS

El análisis de resultados se inició con la estimación del tipo de distribución de las escalas obtenidas tras la aplicación del instrumento. Se aplicó el estadístico inferencial Kolmogórov-Smirnov para establecer si la

distribución interna de valores era paramétrica o no paramétrica. Habiendo obtenido como resultado una sig. bilateral para **Learning and Study Strategies Inventory (LASSI) de 0.014 y Soft Skills Inventory (SKI) con 0.174**, estos datos indicaron que no era aplicable el uso de pruebas estadísticas de tipo paramétrico. También, al analizar la curtosis (CR) y asimetría (AS) manteniendo el mismo orden anterior, se obtuvo lo siguiente; para **LASSI** tuvo un valor de CR de 3,778 y para **SKI** fue 1,317, en cuanto a **AS**, **LASSI** obtuvo -1.512 y **SKI 0.893**, estas medidas confirman que no existe una distribución interna normal de las escalas (Olivares y López, 2017). Se aplicó un análisis bivariado mediante la prueba de chi-cuadrado de Pearson y frecuencias por niveles, para estimar la representación estadística de las dimensiones internas y su correlación no paramétrica con el sexo (Tabla 4).

Tabla 4. Prevalencias del Cuestionario SKI.

Dimensiones	Niveles			χ^2	p
	Alto (%)	Medio (%)	Bajo (%)		
Trabajo en equipo	83.3 %	15.6 %	1.0 %	0.581	0.046
Liderazgo	78.1 %	20.8 %	1.0 %	0.922	0.037
Negociación	77.1 %	22.9 %		1.639	0.001
Empatía	88.5 %	11.5 %		3.743	0.053

Fuente: Prueba ajustada de datos de las encuestas.

Según se refiere antes (tabla 4), la dimensión **trabajo en equipo** tuvo un mayor nivel de dominio (**83.3 %**), según la percepción de los participantes, su importancia dentro de las habilidades blandas es de medio (**15.6 %**) y mayor impacto para la adquisición del aprendizaje, en cuanto al valor de χ^2 **0.581**, **p 0.046** demuestran una leve significancia sobre la distribución por sexo. Con una relación similar, el **liderazgo** mantuvo una frecuencia alta (**78.1 %**), remarcando su impacto dentro de las habilidades blandas , pero con una perspectiva de

mediano valor de estas (**20.8 %**) su valore de χ^2 **0.922**, **p 0.037** mantienen similar variabilidad al anterior reporte. En cuanto, a la Negociación está tuvo un alto impacto (**77.1 %**) como habilidad para el logro de aprendizajes, sus resultados de χ^2 **1.639**, **p< 0.001** demuestran una mayor significancia en relación con la distribución por sexo. La **empatía**, tuvo una mayor representación, teniendo la mayor frecuencia y demostrando que es considerada de alto valor (**88.5 %**) dentro de las habilidades blandas en cuanto a su variabilidad por sexo se obtuvo un valor de

χ^2 3.743, p 0.053 cifras que permiten afirmar que la variabilidad no paramétrica en relación con el sexo es congruente con los constructos descritos y validados en anteriores apartados. Para revisar el efecto de las

habilidades blandas sobre el auto aprendizaje de los participantes, se aplicó el estadístico χ^2 de Cramer para medir el tamaño del efecto (**Tabla 5**).

Tabla 5. Prevalencias del cuestionario LASSI.

Dimensiones	Niveles			χ^2	p	V
	Alto (%)	Medio (%)	Bajo (%)			
Estrategias motivacionales y actitudinales	91.7%	8.3%		0.7812	0.028	0.044
Técnicas de selección y organización de la información	66.7%	32.3%	1.0%	0.9256	0.046	0.103
Dificultades en la selección	6.3%	57.3%	36.5%	1.6059	0.041	0.026
Organización y elaboración de información	83.3%	16.7%		1.6416	0.023	0.065
Aprendizaje significativo		97.9%	2.1%	1.7523	0.018	0.225
Estrategias de autoevaluación del aprendizaje	9.4%	55.2%	35.4%	0.4241	0.022	0.046

Nota: datos obtenidos del cuestionario

Se evidencia en la tabla 5, que las **estrategias motivacionales y actitudinales** tuvieron una alta (**91.7%**) representación de acuerdo con los consultados, χ^2 **0.7812**, **p 0.028** y un efecto **V .044** que demuestra que el nivel de habilidades blandas afecta moderadamente a esta dimensión de autoaprendizaje. No obstante, con las **técnicas de selección y organización de la información** se obtuvo que su nivel de autorreconocimiento fue de alto (**66.7%**), se evidencio un nivel medio (**32.3%**) , con χ^2 **0.9256**, **p .046** y **V .103** lo que evidencia un mayor efecto del nivel de habilidades blandas sobre la dimensión consultada. En cuanto a las dificultades en la selección, presentaron un cambio en la autopercepción con un bajo (**36.5%**) reconocimiento de su dominio reportado por los consultados, solo el **6.3%** de estos reconoció un alto dominio de esta habilidad para el desarrollo del autoaprendizaje, teniendo como nivel de mayor impacto el nivel medio (**57.3%**) χ^2 **1.6059**, **p .041** y un efecto leve **V .026** de las habilidades blandas.

Continuando, en la dimensión de **organización y elaboración de información**, el nivel predominante fue el alto (**83.3%**), seguido del nivel medio (**16.7%**) demostrando que el reconocimiento de los participantes acerca de esta dimensión es de alta importancia para su autoaprendizaje, sus χ^2 **1.6416**, **p. 0.023** y **V .065**, el efecto de las habilidades blandas sobre esta dimensión es moderado. De igual forma, el análisis de la dimensión del aprendizaje

significativo evidenció que tiene un alto (**97.9%**) reconocimiento, χ^2 **1.7523**, **p 0.018** y **Vo.225**, este valor indica un mayor efecto de las habilidades blandas sobre la dimensión estudiada. Por último, las **estrategias de autoevaluación del aprendizaje** mostraron una prevalencia del nivel medio (**55.2%**), con el nivel bajo (**35.4%**) y solo un **9.4%** en el nivel auto, marcando un bajo dominio o autopercepción en los encuestados, χ^2 **0.4241**, **po.022**, **Vo.046**, estos valores guardan relación con el efecto moderado obtenido.

En cuanto a la influencia del sexo sobre el nivel de **habilidades de autoaprendizaje** en base prueba de chi-cuadrado de Pearson, se obtuvo χ^2 **109**, **p. .001** y un efecto de **V .087** demostrando que existe una relación bivariado y un efecto moderado de la variable sexo sobre las habilidades de autoaprendizaje. Sin embargo, para las habilidades blandas se obtuvo χ^2 **35.4**, **p .001** y **V .053**, lo cual indica una influencia moderada del sexo en las habilidades blandas.

Para terminar el análisis de datos, se midió la correlación de las habilidades blandas y de autoaprendizaje mediante prueba de correlación de Pearson reportando los siguientes valores; Soft Skills Inventory tuvo un valor de **Correlación de Pearson de .920** en relación con Learning and Study Strategies Inventory (LASSI) y una **Sig. (p) de .001**. Para afirma la correlación estimada entre las escalas, se aplicó como prueba de contraste de

hipótesis, la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas, teniendo como resultado **Sig. (p) .001**. Estos datos permitieron establecer la correlación fuerte de las habilidades blandas en beneficio del desarrollo del autoaprendizaje de acuerdo con los consultados. Estableciendo así la elección de H1 como hipótesis afirmativa y rechazando H0 la hipótesis alternativa.

IV. DISCUSIÓN

El desarrollo del autoaprendizaje y de sus habilidades es un criterio decisivo para logro del perfeccionamiento de competencias profesionales, así como para el aprendizaje durante toda la vida. El estimular estos ámbitos para el desarrollo cognitivo en estudiantes universitarios es de gran importancia por la trascendencia que estas habilidades pueden representar en el desarrollo de sus futuras profesiones.

Los autores Arancibia y Peres (2007) estimaron que las sociedades de ahora se encuentran sometidas a cambios acelerados debido a la polución de sus individuos y de la tecnología, así como la creciente interdependencia global. Según los autores, estos escenarios retadores demandan de nuevas habilidades inter e intrapersonales que puedan dar soporte a la presión ocasionada por estos (p.133).

Carneiro et al. (2020), establecen que la actuación profesional requiere competencias personales y sociales. Por lo cual buscaron comparar repertorios de habilidades sociales en estudiantes universitarios al inicio y final de un ciclo (p.1688). Este estudio demostró correlaciones positivas entre las actividades académicas autónomas y habilidades sociales específicas, datos de similar significancia con los valores obtenidos en las escalas aplicadas, como fueron Soft Skills Inventory, la cual tuvo un valor de **Correlación de Pearson de .920** en relación con Learning and Study Strategies Inventory (LASSI) y una **Sig. (p) de .001**.

Para Fuentes et al. (2021), es de suma importancia visibilizar la importancia de contribuir a la sociedad con profesionales con altas capacidades de regular su autoaprendizaje mediante el desarrollo de habilidades que le permitan interrelacionarse y gestionar tareas inherentes a su perfil profesional, teniendo producto del análisis de sus instrumentos un DP=18.64 para la medición inicial y DP=17.61

para la final, mediante test rho de Spearman $p=.05$; $\rho=.16$ (p.29), se estimó una correlación parcial. Datos similares a los obtenidos durante los análisis como fue una Correlación de Pearson de .920 en relación Learning and Study Strategies Inventory (LASSI) y una Sig. (p) de .001.

Para finalizar, Caldera et al. (2018) buscaron la relación entre las habilidades sociales y el autoconcepto como elementos de asociación directa en beneficio del logro de competencias profesionales, reportando resultados la existencia de correlaciones fuertes entre el sexo y las habilidades sociales. Valores que concuerdan con los obtenidos χ^2 109, **p. .001, V.087** de habilidades de autoaprendizaje y χ^2 35-4, **p. .001 y V.053** de habilidades blandas.

V. CONCLUSIONES

El estudio permitió confirmar que las habilidades blandas ejercen un impacto positivo y significativo en el desarrollo del autoaprendizaje en estudiantes universitarios. Se evidenció que las categorías como; estrategias motivaciones y actitudinales, al igual que a organización y elaboración de la información, mantienen una alta percepción por parte de los estudiantes, lo que demuestra una asociación significativa para el desarrollo de la autonomía o de sus competencias. Se destaca el alto efecto en la categoría aprendizaje significativo (**V=.225**), lo cual sugiere que integrar las habilidades blandas impulsa el rendimiento académico, dando profundidad al proceso de aprendizaje.

También se observaron efectos moderados en dimensiones del autoaprendizaje, como en técnicas de selección y organización de información (**V=.103**) y estrategias de autoevaluación (**V=.046**), estos resultados refuerzan la relación que tienen el conjunto de habilidades blandas como potenciadores de elementos del autoaprendizaje. La injerencia sexo mostró marcadas diferencias en las habilidades blandas (**V=.053**) como en el autoaprendizaje (**V=.087**), lo que establece una marca diferencia que puede ser considerada dentro de diseños formativos con pedagogías inclusivas con el fin de responder a esta necesidad de diferenciación.

Para cerrar, se demostró la correlación fuerte Soft Skills Inventory (SKI) y el Learning and Study Strategies Inventory (LASSI) (**r =.920**), lo cual permite allanarse la hipótesis afirmativa del estudio:

a mayor desarrollo de habilidades blandas, mayor capacidad de autoaprendizaje. Este resultado demuestra que, a mayor dominio de habilidades blandas, mejores resultados en el autoaprendizaje. En síntesis, se concluye que fortalecer las habilidades como la comunicación, el liderazgo, la empatía y el trabajo representa un factor clave para potenciar el aprendizaje autónomo, a la vez, también contribuye al desarrollo integral del estudiante.

Limitaciones del estudio

Las limitaciones del estudio se declaran en cuanto al tamaño muestral y a los instrumentos utilizados. La muestra representa solo a una parte de la población y su muestreo no fue probabilístico. Por otra parte, la intervención se centró en solo dos niveles de los cuatro existentes de las carreras declaradas. En cuanto a los instrumentos, existen ciertos elementos del contexto local que no son representados en su totalidad y puede que no se adapten al estilo de lenguaje de los participantes, al ser estos estudiantes de diversas regiones y zonas de distintos estratos socioeconómicos.

VI. REFERENCIAS

- Abdelmoneim, A., Daccache, A., Khadra, R., Bhanot, M., & Dragonetti, G. (2021). Internet of Things (IoT) for double ring infiltrometer automation. *COMPUTERS AND ELECTRONICS IN AGRICULTURE*, 188. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106324>
- Arancibia Asturizaga, G., & Peres Arenas, X. (2007). PROGRAMA DE AUTOEFICACIA EN HABILIDADES SOCIALES PARA ADOLESCENTES. *Ajayu Órgano de Difusión Científica del Departamento de Psicología UC BSP*, 5(2), 1-23. <https://acortar.link/so6qbV>
- Bernardo Zárate, C. E., Rivera Rojas, C. N., Eche Querevalú, P., Mendoza, V. E. L., & Rivera Rojas, C. N. (2023). Estrategias metacognitivas y aprendizaje autónomo en estudiantes de educación de la Universidad Nacional Federico Villarreal. *Horizontes Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 7(28), 1002-1012. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v7i28.570>
- Cabal, C., Cedeño, M., & Macias, N. (2021). Habilidades de autoaprendizaje en los docentes y los estudiantes de la “Unidad Educativa Leonie Aviat” para el fortalecimiento de la personalidad. *Polo del Conocimiento, Revista Interdisciplinaria*, 59, 1002-1017. <https://www.polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/2800/5975>
- Caldera Montes, J. F., Reynoso González, O. U., Angulo-Legaspi, M., Cadena García, A., & Ortiz Patiño, D. E. (2018). Habilidades sociales y autoconcepto en estudiantes universitarios de la región Altos Sur de Jalisco, México. *Escritos de Psicología / Psychological Writings*, 11(3), 144-153. <https://doi.org/10.5231/psy.writ.2018.3112>
- Carneiro Machado, F., Braga Matias Santos, L., & Moreira, J. M. (2020). Habilidades sociais de estudantes de Enfermagem e Psicologia. *Ciencias Psicológicas*, 14(1). <https://doi.org/10.22235/cp.v14i1.2131>
- Freiberg-Hoffmann, A., Romero-Medina, A., Curione, K., & Marôco, J. (2022). Cross-cultural Adaptation and Validation of the University Student Engagement Inventory into Spanish. *REVISTA LATINOAMERICANA DE PSICOLOGIA*, 54, 187-195. <https://doi.org/10.14349/rlp.2022.v54.21>
- Fuentes, G. Y., Moreno-Murcia, L. M., Rincón-Tellez, D. C., Silva-García, M. B., Moreno-Murcia, L. M., Rincón-Tellez, D. C., & Silva-García, M. B. (2021). Evaluación de las habilidades blandas en la educación superior. *Formación universitaria*, 14(4), 49-60. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062021000400049>
- García-García, J. A., Reding-Bernal, A., & López-Alvarenga, J. C. (2013). Cálculo del tamaño de la muestra en investigación en educación médica. *Investigación en Educación Médica*, 2(8), 217-224. [https://doi.org/10.1016/S2007-5057\(13\)72715-7](https://doi.org/10.1016/S2007-5057(13)72715-7)
- Hain, J. S., & Ritz, W. (2021). Skills development through experiential learning: A case for the application of the enterprise marketing variation model. *Marketing Education Review*, 31(2), 131-137. <https://doi.org/10.1080/10528008.2020.1830704>

- Hernández - Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. MCGRAW-HILL.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2020). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (6ta ed.). Mcgraw-hill México. <https://www.academia.edu/download/64591365/Metodolog%C3%ADvestigaci%C3%B3n.%20Rutas%20cuantitativa,%20cualitativa%20y%20mixta.pdf>
- Jamovi Project (Versión 2.6). (2025). [R]. <https://www.jamovi.org/about.html>
- Jardim, J., Pereira, A., Vagos, P., Direito, I., & Galinha, S. (2020). The Soft Skills Inventory: Developmental procedures and psychometric analysis. *Psychological Reports*, 125(1), 620-648. <https://doi.org/10.1177/0033294120979933>
- López-Martín, E., Expósito-Casas, E., González, C., & Jiménez-García, E. (2012). Análisis psicométrico de una escala de habilidades y estrategias para el estudio: Evaluación y mejora de una adaptación del Inventario LASSI. *Electronic Journal of Research in Education Psychology*, 10(28), Article 28. <https://doi.org/10.25115/ejrep.v10i28.1538>
- Obermeier Pérez, M. L. (2023). Atribuciones a la educación mediada por tecnología en universidades públicas mexicanas durante la pandemia. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 14(27). <https://doi.org/10.23913/ride.v14i27.1578>
- Olivares Olivares, S. L., & López Cabrera, M. V. (2017). Validación de un instrumento para evaluar la autopercepción del pensamiento crítico en estudiantes de Medicina. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 19(2), 67. <https://doi.org/10.24320/redie.2017.19.2.848>
- Palma Pala, G. B. (2021). *Habilidades blandas y satisfacción laboral de los docentes de la Institución Educativa N° 1267—Lurigancho, 2020* [Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/55354>
- Robles, B. (2019). Población y muestra. *PUEBLO CONTINENTE*, 30(1), Article 1. <https://doi.org/10.22497/PuebloCont.301.30121>
- Rodríguez-Rodríguez, J., & Reguant-Álvarez, M. (2020). Calcular la fiabilidad de un cuestionario o escala mediante el SPSS: El coeficiente alfa de Cronbach. *REIRE Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 13(2), Article 2. <https://doi.org/10.1344/reire2020.13.230048>
- Weinstein, C. E., Palmer, D., & Schulte, A. C. (1987). Learning and Study Strategies Inventory (LASSI). *Clearwater, FL: H & H Publishing*.
- Xu, X., Su, Y., Hong, W., Zhang, Y., & Zhuang, T. (2024). The impact of a personal learning environment on Chinese postgraduates' online self-regulated learning skills. *JOURNAL FOR THE STUDY OF EDUCATION AND DEVELOPMENT*, 47(1), 173-205. <https://doi.org/10.1177/02103702231225382>



Tecnología, Economía y Derecho

Desafíos regulatorios de la inteligencia artificial en la comunidad andina y oportunidades para el emprendimiento digital

Oskary Zambrano^{1,4*}; Marianela Talavera-Ruz^{2,4}; Juan Andrés Nino Peñalosa³

Resumen

La inteligencia artificial (IA) tiene el potencial de transformar la administración pública y promover el desarrollo sostenible, pero también plantea complejos desafíos éticos y regulatorios. Este artículo examina las estrategias regulatorias emergentes en la Comunidad Andina de Naciones (CAN), evaluando su impacto en el emprendimiento digital y la necesidad de una mayor cooperación regional. Mediante un enfoque cualitativo y comparativo, se realizó un análisis documental de las políticas nacionales de regulación de IA en Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, identificando similitudes, diferencias y limitaciones. Se analizaron tanto instrumentos *hard-law* como *soft-law*, evidenciando una marcada influencia del modelo europeo en la regulación de la IA. Los hallazgos muestran que Colombia y Perú lideran con iniciativas regulatorias avanzadas, mientras que Ecuador y Bolivia presentan avances más modestos. Se destaca la ausencia de marcos normativos vinculantes a nivel regional y la fragmentación regulatoria, lo que dificulta la creación de un mercado digital unificado y limita la competitividad del emprendimiento transnacional. El estudio concluye que la CAN debe potenciar un marco normativo regional coherente, capaz de equilibrar la innovación con la protección de derechos fundamentales y la mitigación de riesgos éticos. Además, se subraya la importancia de adoptar un enfoque supranacional basado en la cooperación regional y en el aprendizaje de modelos regulatorios exitosos para impulsar la innovación y el crecimiento sostenible en el ámbito de la IA.

Palabras clave: IA, comunidad andina, regulación, gobernanza.

Regulatory Challenges of Artificial Intelligence in the Andean Community and Opportunities for Digital Entrepreneurship

Abstract

Artificial intelligence (AI) has the potential to transform public administration and promote sustainable development, but it also poses complex ethical and regulatory challenges. This article examines emerging regulatory strategies in the Andean Community of Nations (CAN), assessing their impact on digital entrepreneurship and the need for greater regional cooperation. Through a qualitative and comparative approach, a documentary analysis of national AI regulation policies in Bolivia, Colombia, Ecuador, and Peru was conducted, identifying similarities, differences, and limitations. Both *hard-law* and *soft-law* instruments were analyzed, revealing a strong influence of the European regulatory model on AI governance. The findings show that Colombia and Peru lead with advanced regulatory initiatives, while Ecuador and Bolivia demonstrate more modest progress. The study highlights the absence of binding regulatory frameworks at the regional level and regulatory fragmentation, which hinder the creation of a unified digital market and limit the competitiveness of transnational entrepreneurship. The study concludes that the CAN must strengthen a coherent regional regulatory framework that balances innovation with the protection of fundamental rights and the mitigation of ethical risks. Additionally, it emphasizes the importance of adopting a supranational approach based on regional cooperation and learning from successful regulatory models to drive innovation and sustainable growth in the AI sector.

Keywords: AI, Andean Community, regulation, governance, digital entrepreneurship.

Recibido: 25 de febrero de 2025

Aceptado: 12 de agosto de 2025

¹ Universidad Estatal de Milagro (UNEMI), Carrera de Derecho. Milagro, Guayas, Ecuador. Código Postal: 091050. ORCID: 0000-0002-8645-100X

² Universidad Tecnológica de Querétaro (UTEQ), Méjico. ORCID: 0000-0002-9185-4743

³ Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Bogotá, Colombia. ORCID: 0000-0002-5064-6083

⁴ Plataforma International Entrepreneurship Smart Money (IELSM): BSP Business & Law School, Alemania; UTEQ, Méjico; Universidad de Guanajuato, Méjico.

*Autora para la correspondencia: oskary.zambrano@gmail.com

I. INTRODUCCIÓN

La industria tecnológica que incluye al sector dedicado a la Inteligencia Artificial (IA) ha crecido rápidamente en América Latina y el Caribe (ALC), un 5,6 % desde 2022. Muestra de ello es la creciente tasa de empresas tecnológicas «unicornios», valoradas en más de 1.000 millones de dólares (Muschett & Opp, 2024). Independientemente del emprendimiento privado, los gobiernos de la región están abiertos a experimentar de manera innovadora y a adoptar tecnologías digitales para los registros nacionales, la recopilación de datos y la participación ciudadana.

En términos generales, y no exclusivamente, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, UNESCO (UNESCO, 2022) define que los sistemas de IA son tecnologías de procesamiento de la información que integran modelos y algoritmos que producen una capacidad para aprender y realizar tareas cognitivas, dando lugar a resultados como la predicción y la adopción de decisiones en entornos materiales y virtuales. Esta definición es coyuntural, ya que debe cambiar en función de los avances tecnológicos.

Los Gobiernos tienen una posición privilegiada en relación con la IA, ya que determinan las prioridades estratégicas nacionales, las inversiones públicas y la normativa aplicable, según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y la Corporación Andina de Fomento (CAF) (OCDE/CAF, 2022). Los Gobiernos, cada vez más, utilizan la IA para la innovación y transformación del sector público, y redefinen la forma en la que diseñan y entregan políticas y servicios. El primer marco normativo universal sobre ética de la IA – la "Recomendación sobre la ética de la IA" – fue adoptado por los 193 Estados miembros de la UNESCO en noviembre de 2021 (UNESCO, 2022). En este documento se hacen dos recomendaciones generales a los Estados Miembros, que apliquen, de manera voluntaria, las disposiciones medidas legislativas o de otra índole que puedan ser necesarias. Al mismo tiempo, recomienda hacer partícipes a todos los actores interesados y que participen de las IA de los sectores públicos, privados y sociedad civil, para que el desarrollo y la utilización de esas tecnologías se guíen tanto por una investigación científica sólida como por un análisis y una evaluación éticos.

Desde la perspectiva empresarial, *Tata*

Consultancy Services (TCS) informa mediante encuestas que en algunos países (México, Brasil, Colombia, and Chile), el 67% de los empresarios tiene una visión positiva de la IA, que el 95% de las empresas latinoamericanas han planificado, están en curso o han completado implementaciones de IA en sus funciones corporativas (TCS, 2024). Otro reporte, esta vez de NTT Data (NTT DATA, 2023), destaca que de las empresas líderes en tecnología encuestadas, el 15% planea destinar más del 15% de sus ingresos anuales en proyectos de IA. Según la misma fuente, ALC está en pleno auge de la revolución de la IA, que se ha convertido en un motor estratégico para mejorar la eficiencia operativa, automatizar tareas repetitivas y proporcionar análisis avanzados. Estas actividades son de interés no sólo de empresas tecnológicas, sino de empresas tradicionales que buscan p. ej., mejorar la experiencia con el cliente. De hecho, el 71% de las empresas encuestadas reconocen el potencial de la IA en 2023, marcando un aumento significativo ante el 58% detectado en 2020 (NTT DATA, 2023). Desde la perspectiva de empresarios encuestados, el aumento de las aplicaciones sofisticadas de la IA ha intensificado la atención a la seguridad, las preocupaciones sobre la privacidad y las dimensiones éticas del uso de la IA (TCS, 2024), lo que explicaría que el 40% de los altos ejecutivos de ALC prefieren regulaciones globales y regionales en este panorama de rápida evolución, mientras que el 30% está a favor de estándares globales de IA para casos de uso y resultados específicos.

Se admite que los temas relativos a la IA trascienden las fronteras (OCDE/CAF, 2022), los países están adoptando cada vez más abordajes regionales, lo que comprende acciones coordinadas en la Unión Europea y la Unión Africana, entre los estados nórdicos y bálticos y las naciones árabes, y dentro del G7 y del G20. La CAN, integrada actualmente por Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, tiene en su conjunto más de 111 millones de habitantes. Uno de los principios fundantes de la CAN es alcanzar la integración física del territorio e impulsar el fortalecimiento de su infraestructura dentro de un ecosistema digital andino (Cardona & Stornelli, 2022), incluyendo la tecnológica, que se vería materializada en una Agenda Digital Andina (ADA). Los gobiernos ofrecen un escenario ideal para analizar la gobernanza y marcos regulatorios

en torno a la IA y su impacto en el emprendimiento digital transnacional.

A pesar de los esfuerzos individuales de cada país por desarrollar estrategias de gobernanza nacionales de IA, persisten desafíos en la armonización de marcos regulatorios y en la implementación de políticas coordinadas que fomenten la integración digital y la competitividad en el mercado transnacional. Es por ello que esta investigación tiene como objetivo comparar los marcos regulatorios emergentes en la CAN en materia de IA, analizando su impacto en el emprendimiento digital transnacional e identificando oportunidades para fortalecer la cooperación regional en la creación de un marco regulatorio supranacional.

II. METODOLOGÍA

Se adoptó un enfoque cualitativo y comparativo basado en un diseño documental. Para la recolección y clasificación de información, se recopiló un corpus documental entre agosto 2024 y enero 2025 que incluyó artículos científicos, informes técnicos emitidos por organismos internacionales como la CAN, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), así como no gubernamentales o privados con diagnósticos sobre IA en ALC. Adicionalmente, se incorporaron notas de prensa que reflejaban debates públicos y posturas gubernamentales sobre regulación de IA en los países estudiados.

El análisis de datos se llevó a cabo mediante un enfoque comparativo de normativas y políticas nacionales, utilizando una matriz de evaluación que categorizó los instrumentos regulatorios (*hard-law* y *soft-law*) y ámbitos de aplicación (Nohlen, 2020). Asimismo, se realizó un análisis de contenido que permitió identificar tendencias y desafíos comunes en los informes técnicos y discursos de actores clave. Este proceso facilitó la comprensión de las similitudes y diferencias en los enfoques regulatorios de la IA entre los países miembros de la CAN, así como la identificación de oportunidades y limitaciones para la armonización normativa a nivel supranacional.

III. RESULTADOS

Análisis comparativo de instrumentos *hard- y soft-law* por país

La comparación de las iniciativas *hard-law*

y *soft-law* para la regulación de la IA en Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, se describe mayormente según el informe 2024 del Índice Latinoamericano de IA de 2024 (ILIA)¹. El ILIA agrupa a los 19 países y cuantifica la madurez de sus ecosistemas de IA en tres categorías: Pioneros, Adoptantes y Exploradores. Incluye en su análisis cinco dimensiones, una de las cuales es la Gobernanza, la que más nos interesa en este estudio. Dentro de la Gobernanza se verifica información según las subdimensiones Visión e Institucionalidad (indicadores: Estrategia de IA, Involucramiento de la sociedad e Institucionalidad), Internacional (Participación en definición de estándares y Participación en organismos internacionales) y Regulación (Regulación sobre IA, Ciberseguridad, Ética y Sustentabilidad). Adicionalmente al contenido de la ficha país del ILIA, se analizaron otras fuentes que se señalan oportunamente.

Bolivia

El ILIA posiciona a Bolivia con un desarrollo por debajo del promedio con 26 puntos y una madurez de Explorador, la más baja de la CAN (ILIA, 2024a).

Instrumentos hard-law. la gobernanza mediante este tipo de instrumentos no se verifican hasta 2024 (ILIA, 2024a) ya que no se ha implementado una legislación específica, regulaciones finales u otra orientación regulatoria formal que aborde el uso de IA, es su lugar depende de la legislación existente sobre propiedad intelectual, ciberseguridad, privacidad de datos, etc. (Gonzáles, 2024).

Instrumentos soft-law. Actualmente, ningún organismo regula exclusivamente el uso de IA en Bolivia. La regulación de la IA puede ser abordada por varias entidades gubernamentales dependiendo de los aspectos específicos que se estén regulando, como se mencionó antes (Gonzáles, 2024). Sin embargo, el informe del ILIA (2024) registra algunos indicadores para la Gobernanza mediante la Vinculación Internacional (Participación en organismos internacionales) y la Regulación (Ciberseguridad Ética y Sustentabilidad).

¹ <https://indicelatam.cl/>

Colombia

En Regulación, se posiciona por sobre el promedio con 52,64 puntos y un grado de madurez de Adoptante (ILIA, 2024b). Según esta fuente, no tiene una legislación general de la IA, pero sí cuenta con una Ley de Protección de Datos aplicable en el contexto de su uso y desarrollo.

Instrumentos hard-law. Hay varios proyectos de ley actualmente en el Congreso que denotan el ímpetu de la IA, entre ellos (Rendón, 2025):

1. Proyecto de LEY DE IA ÉTICA Y SOSTENIBLE PARA EL BIENESTAR SOCIAL: su objeto es establecer un marco regulatorio basado en principios generales que rijan la creación y utilización de la IA (Proyecto De Ley De Inteligencia Artificial Ética Y Sostenible Para El Bienestar Social, 2024).
2. Proyecto de Ley 091 de 2023: propone el uso responsable de la IA bajo principios éticos y legales que aseguren transparencia y equidad.
3. Proyecto de Ley 130 de 2023: centrado en la armonización de la IA con el derecho al trabajo frente a la automatización y uso de algoritmos en procesos laborales, fortaleciendo la evaluación de desempeño.
4. Proyecto de Ley 059 de 2023: esta iniciativa busca desarrollar una política pública de protección de datos y propiedad intelectual de los individuos, estableciendo un código ético para el uso de la IA.
5. Proyecto de Ley 154 de 2024: define y regula la IA ajustándose a estándares de derechos humanos y establece límites frente a su desarrollo, uso e implementación.

Mencionamos la Sentencia T 323 de 2024 de la Corte Constitucional, que aunque no es una ley, este fallo es vinculante ya que reconoce el uso de herramientas de IA generativa en los procesos judiciales, estableciendo un precedente innovador para nuestro sistema judicial, así como la necesidad de garantizar supervisión humana en el uso de IA (Herrera, 2024).

Instrumentos soft-law. Colombia ha desarrollado varios instrumentos *soft-law* significativos en

materia de IA, demostrando su compromiso con la regulación responsable y el desarrollo ético de esta tecnología:

1. Comisión Accidental sobre Proyectos de Ley de IA: establecida en agosto de 2024, articula los diversos proyectos de ley relacionados con IA en el Congreso colombiano (Rendón, 2025).
2. Se aprobó recientemente la Política Nacional de Inteligencia Artificial (Política Nacional De Inteligencia Artificial, 2025) con un enfoque integral, multisectorial e interinstitucional, a partir de seis ejes estratégicos que abordan los elementos habilitadores de la IA, así como los riesgos y oportunidades del uso y adopción de esta tecnología. Se prevé la implementación entre 2025-2030.
3. Se suscribió a la Recomendación de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) sobre IA de 2019 “Principios de la OCDE sobre IA” que se basa en cinco principios basados en valores y cinco recomendaciones sobre políticas (OCDE/CAF, 2022, p. 15).

Ecuador

Según el ILIA 2024 el país tiene la categoría de Adoptante con 34,69 puntos (ILIA, 2024c). Las propuestas de Regulación carecen de mecanismos de Mitigación de riesgos, lo cual es anómalo en la región, mientras que en Ciberseguridad, protección de datos y estándares técnicos se encuentra por debajo de la región. La ficha de país también destaca que aún no registra Estrategia de IA.

Instrumentos hard-law. Se pueden identificar tres instrumentos:

1. El “Proyecto de Ley Orgánica de Regulación y Promoción de la IA en Ecuador” de junio de 2024. Es la propuesta más ambiciosa de las que se están trabajando al presente (Guzmán et al., 2025). Tiene como alcance regular todas aquellas actividades de investigación, desarrollo, despliegue y comercialización y uso de sistemas de IA por parte de entidades públicas o privadas, nacionales o extranjeras, cuyo tratamiento se efectúe en territorio ecuatoriano o que generen

efectos jurídicos sobre personas naturales o jurídicas domiciliadas en el país (Proyecto de Ley Orgánica de Regulación y Promoción de la Inteligencia Artificial en Ecuador, 2024).

2. El "Proyecto de Ley de Fomento y desarrollo de la IA" de julio de 2024 se enfoca en identificar áreas de alto riesgo para el uso de la IA. También pretende incentivar la inversión en investigación para facilitar la creación de empresas vinculadas a esta tecnología (Proyecto de Ley para el Fomento y Desarrollo de la Inteligencia Artificial, 2024). Esta iniciativa tiene algunas similitudes con el proyecto de ley orgánica (Guzmán et al., 2025). Esta ley es más específica que la anterior, y podría llegar pecar de superficial (Vivero, 2024).
3. El "Proyecto de Ley Orgánica de Aprovechamiento Digital e Inteligencia para niñas, niños y adolescentes" de septiembre de 2024 pretende garantizar el uso seguro de internet, redes sociales y plataformas digitales para niñas, niños y adolescentes, así como regular el desarrollo, introducción y uso de sistemas de IA en relación con la niñez y adolescencia (Guzmán et al., 2025; Proyecto de Ley Orgánica de Aprovechamiento Digital e Inteligencia Artificial para Niñas, Niños y Adolescentes, 2024). Esta propuesta, al igual que las anteriores, fue considerada por Vivero (2024) como una sobrecarga normativa.

Instrumentos soft-law, se pueden mencionar:

1. El "Proyecto de Política para el desarrollo y fomento del uso ético y responsable de la IA en el Ecuador" propuesto en noviembre de 2023 (Proyecto de Política para el desarrollo y fomento del uso ético y responsable de la Inteligencia Artificial en el Ecuador, 2023) asigna responsabilidades para emitir políticas, promover investigaciones y fomentar la modernización de procesos tecnológicos; el desarrollo económico y social para incentivar la creación de empresas de IA, fomentar startups, alianzas con el sector privado, y habilitar recursos de computación en la nube para el desarrollo de IA (Godoy, 2024).

2. La iniciativa IAméricas, es una alianza para contribuir a la competitividad de las empresas, especialmente startups y pymes, apoyándose en la adopción de herramientas y estándares de IA responsable. Esta iniciativa de la cual forman parte Colombia y Ecuador se visualiza como un puente entre ALC, España y Europa (Adigital, 2025).
3. La incorporación y verificación de suscripción a acuerdos internacionales permite al país un buen desempeño en la subdimensión de Vinculación Internacional, según el informe ILIA (ILIA, 2024c). Ecuador está alineado a los principales instrumentos vigentes en el mundo sobre desarrollo de principios aplicables a la IA. Entre ellos, los señalados por la UNESCO, al adoptar la recomendación sobre la ética de la IA de 23 de noviembre de 2021; el estándar ISO/IEC TR 24028:2020, elaborado por la Organización Internacional de Normalización (ISO) y la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC). Los principios éticos sobre IA propuestos por la OCDE y los principios éticos del G20 sobre la IA, adoptados en 2019.

Perú

Perú cuenta con una estrategia nacional vigente e instituciones competentes a cargo de la materia. Si bien carece de una regulación general, su marco regulatorio contempla normativas en protección de datos personales y ciberseguridad. Es uno de los pocos países de la región con regulación específica para IA. Tiene una puntuación de 45,52 y la categoría de Adoptante en el informe 2024 del ILIA.

Instrumentos hard-law. La legislación relativa a la protección de datos incluye:

1. Ley N° 31814 "Ley que promueve el uso de la IA en favor del desarrollo económico y social del país" de julio de 2023, misma que cuenta con el proyecto de Reglamento R.M. N.° 132-2024-PCM que establece las disposiciones para la implementación de la ley (Presidencia, 2025). Esta ley se considera insuficiente al regular el rol de las empresas en el desarrollo de la IA, en especial para favorecer a las pequeñas y medianas empresas en relación

al control grandes empresas tecnológicas sobre la creación y manejo de las nuevas tecnologías (Reyes et al., 2024).

2. Ley N° 29733 “Ley de Protección de Datos Personales” de 2011 es la encargada de brindar protecciones en el tratamiento de datos utilizados en la implementación de sistemas de IA mediante la Autoridad Nacional de Protección de Datos Personales, aunque no es específica para IA, es aplicable en el contexto de su uso y desarrollo.

Instrumentos soft-law. La dimensión de Gobernanza en IA del informe ILIA (ILIA, 2024d) exhibe un puntaje más alto que la media. La misma fuente indica que existen áreas sin desarrollar, específicamente, en materia de Estrategia de IA ya que este indicador no exhibe una institución abocada de forma específica de ejecutarla ni mecanismos de evaluación y coordinación interinstitucional a esta materia. En cuanto a Vinculación internacional, el Perú se encuentra sobre el promedio, destacando por su participación en instancias de definición de estándares en IA tales como ISO, además de la suscripción y ratificación de al menos dos comités internacionales de gobernanza global de IA.

A nivel gubernamental se participa en Índices internacionales como el ILIA y el Índice de Preparación del Gobierno para la IA 2024. Este último Perú ocupó el puesto 58 global y sexto en ALC (Presidencia, 2025). Perú es signatario en calidad de observador del primer tratado internacional jurídicamente vinculante destinado a garantizar el respeto de los derechos humanos, del Estado de derecho y las normas jurídicas democráticas en el uso de los sistemas de IA del Consejo de Europa (Consejo de Europa, 2024).

Normatividad del bloque Regional CAN

La normatividad en materia de IA en ALC muestra una clara influencia del modelo regulatorio adoptado por la comunidad de países de la Unión Europea. Este modelo o enfoque clasifica los sistemas de IA según niveles de riesgo, estableciendo una carga regulatoria proporcional o, en casos extremos, su prohibición (Guzmán et al., 2025). Sin embargo, a diferencia del contexto europeo, en ALC no existen aún intentos similares de tratados vinculantes (*hard-law*) a nivel regional, ni siquiera en áreas más

establecidas como la protección de datos personales o la ciberseguridad (Contreras, 2024), y, según el mismo autor, no es posible advertir un esfuerzo por redactar o confeccionar un tratado general o marco en materia de IA.

Aunque no se mencionan tratados específicos sobre IA, los Estados miembros de la CAN han ratificado tratados internacionales de derechos humanos de las Naciones Unidas, que tendrían implicaciones en la regulación de la IA en términos de derechos humanos y no discriminación. A nivel regional, los instrumentos de *soft law* relativos a la IA son escasos, pero significativos (Contreras, 2024). La Organización de Estados Americanos (OEA) ha adoptado dos documentos clave: los “Principios Actualizados sobre la Privacidad y la Protección de Datos Personales” y la “Declaración de Principios Interamericanos en materia de Neurociencias, Neurotecnologías y Derechos Humanos”. Por su parte, la Red Iberoamericana de Protección de Datos (RIPD), aunque no es un organismo internacional, facilita la convergencia entre estándares europeos y latinoamericanos de protección de datos personales. La RIPD aprobó en 2019 las “Recomendaciones Generales para el Tratamiento de Datos en la IA” y las “Orientaciones Específicas para el Cumplimiento de los Principios y Derechos que Rigen la Protección de Datos Personales en los Proyectos de IA”, el segundo contiene unas directrices complementarias y más detalladas de las que se recogen en el primero. La RIPD también aprobó en 2023 la “Declaración sobre Neurodatos” que se refiere a un nuevo marco jurídico internacional destinado a proteger los derechos humanos en el tratamiento de los neurodatos, a partir del diseño de las neurotecnologías (Declaración Sobre Neurotecnologías Y Neurodatos En El Marco De La Normativa De Protección De Datos Personales, 2023). Adicionalmente, bajo el auspicio de la UNESCO, la Segunda Cumbre Ministerial sobre Ética de la IA en América Latina y el Caribe aprobó la Declaración de Montevideo (Agesic, 2024). Este documento establece una Hoja de Ruta y crea un Grupo de Trabajo sobre la Ética de la IA, que servirá como foro de diálogo permanente y coordinará la implementación de la Hoja de Ruta. Estos instrumentos de *soft law* en su conjunto buscan alinear objetivos para una acción estatal conjunta en materia de ética e IA en la región.

La ausencia de una regulación armonizada en ALC ha sido identificada como un impedimento significativo para la creación de un mercado digital unificado y la colaboración transfronteriza en proyectos de innovación. Esta fragmentación normativa genera desafíos en áreas como el comercio electrónico, la protección de datos y los métodos de pago, limitando el potencial de crecimiento económico y la integración regional. Un estudio de la CEPAL destaca que las diferencias en los marcos legales y la falta de confianza en los métodos de pago son barreras clave para el comercio electrónico en la región (CEPAL, 2018). Estas disparidades dificultan la interoperabilidad y la eficiencia en las transacciones digitales entre países vecinos. El informe de la CEPAL concluía que, en un escenario de economía digital, la

formulación y puesta en marcha de una estrategia común que integre progresivamente los marcos legales y regulatorios impulsarían las inversiones en la economía digital, con sus consiguientes efectos positivos en el crecimiento, la productividad y el empleo para el conjunto de la economía regional.

Perspectiva de la regulación de la IA desde el sector emprendedor.

Ejemplos de emprendimiento basados en IA en la CAN

Las *startups* emergentes en los países de la CAN, como las mostradas en la Tabla 1, destacan por su capacidad para operar transnacionalmente y por su contribución a sectores clave como logística, fintech, edtech y legaltech.

Tabla 1. Ejemplos seleccionados de startups latinoamericanas que operan de manera transnacional en diferentes sectores de actuación ¹.

Nº	País Sector Startup	Descripción	Alcance Transnacional
1	Bolivia Edtech Minkedu	La plataforma ha sido reconocida por su impacto educativo y ha logrado expandir su modelo de negocio a diferentes países de la región, beneficiando a padres y educadores en áreas rurales y periurbanas	Colombia, El Salvador y Guatemala.
2	Colombia Seguridad Digital Truora	Facilita la transformación digital y mejora la confianza y seguridad en las interacciones digitales (validación de identidad y firma electrónica), y la simplificación de las interacciones digitales (WhatsApp), para eliminar las fricciones tecnológicas y hacer los procesos simples, cercanos y eficientes. Respaldo de Meta y AWS.	ALC
3	Ecuador Fintech Kushki	Plataforma de pagos que facilita transacciones en línea para empresas en ALC.	Colombia, México, Chile y Perú
4	Perú Logística Chazki	Soluciones logística y última milla que conecta a empresas con clientes finales para entregas rápidas y eficientes.	Perú, Argentina, México y Chile
5	Perú LegalTech Niubox	Consultorías legal a empresas y regulatoria en tecnología y negocios digitales, especializada en innovación legal.	Ecuador y Colombia

¹ Información extraída de los sitios web de las *startup* descritas en la tabla

Las *startups* han encontrado formas innovadoras de superar barreras regulatorias y tecnológicas. Empresas como Rappi y Kushki han logrado consolidarse en múltiples mercados gracias a sus modelos de negocio escalables y a su capacidad para adaptarse a contextos regulatorios diversos. Sin embargo, otras *startups* más pequeñas, como Minkedu o Niubox, enfrentan mayores dificultades debido a la falta de estándares comunes que faciliten el intercambio transfronterizo de datos o

servicios habilitados por IA. Este panorama subraya la necesidad urgente de un marco regulatorio regional más coherente y coordinado que permita a los emprendedores aprovechar plenamente las oportunidades que ofrece la IA, mientras se mitigan los riesgos asociados a su implementación. El ecosistema emprendedor en ALC ha visto un crecimiento significativo en el número de *startups* que alcanzan el estatus de “unicornios”, es decir, empresas privadas valoradas en más de 1.000 millones

de dólares. En la región, Colombia se destaca con dos unicornios consolidados: Rappi, una plataforma de entregas a domicilio, y Habi, una proptech enfocada en el mercado inmobiliario (Infobae, 2022), mientras que LifeMiles, un programa de lealtad, fue el primer unicornio del país (Sectorial, 2022). Sin embargo, Brasil y México lideran la región con 20 y 8 unicornios respectivamente hasta 2022 (López-Calva, 2022). La disparidad en el desarrollo de políticas de IA entre los países de la CAN puede generar brechas tecnológicas y de competitividad dentro de la región, limitando el potencial de crecimiento conjunto en el sector (Veronese & Lemos, 2021).

El impacto de una ley de IA en las empresas de ALC abarcaría aspectos fiscales, laborales y legales, según se infiere del análisis de la Ley de IA de la Unión Europea (Millán, 2025). En el ámbito fiscal, se prevé el establecimiento de nuevas obligaciones y la necesidad de estrategias de optimización, incluyendo la búsqueda de incentivos para la investigación y desarrollo en IA. Las empresas deberán implementar sistemas de cumplimiento fiscal proactivo para alinearse con las nuevas normativas. En el aspecto laboral, se espera una inversión significativa en formación y reciclaje profesional, especialmente para sistemas de IA de alto riesgo, aunque también se recomienda para usos más generales.

Limitaciones tecnológicas.

Aunque la inteligencia artificial (IA) está transformando los negocios en América Latina, su implementación enfrenta múltiples desafíos. Según una encuesta a ejecutivos de empresas en la región (NTT DATA, 2023), los principales obstáculos incluyen la escasez de talento especializado ($\approx 20\%$), los altos costos ($\approx 11\%$), la resistencia al cambio ($\approx 10\%$) y la limitada cantidad y calidad de datos disponibles ($\approx 9\%$). Estas barreras revelan las condiciones estructurales que dificultan una adopción efectiva de la IA. En el contexto de los países de la CAN, la situación se agrava debido a una infraestructura digital heterogénea, altos costos tecnológicos y un entorno regulatorio fragmentado. Estas limitaciones afectan especialmente a las pequeñas y medianas empresas (PYMEs), que presentan bajos niveles de madurez digital y dificultades significativas para acceder a tecnologías avanzadas (AP/BID, 2020). Por ejemplo, mientras países como Colombia muestran

avances en gobierno electrónico, otros miembros de la CAN aún enfrentan rezagos que restringen el desarrollo de ecosistemas digitales sólidos.

La asimetría tecnológica global y la falta de armonización normativa dentro de la CAN representan desafíos críticos para el emprendimiento con IA (Blanco-González-Tejero et al., 2023). La capacidad de innovar y competir de los emprendedores se ve limitada por la carencia de infraestructura adecuada, la baja conectividad — particularmente en zonas rurales— y la ausencia de políticas públicas que fomenten entornos digitales favorables (Espinosa, 2023; Gómez, 2023). Un caso ilustrativo es el del sector Agtech, que ha encontrado obstáculos relevantes como la falta de incentivos gubernamentales, restricciones de financiamiento y un ecosistema emprendedor aún incipiente (Espinosa et al., 2023; Larrahondo & Bert, 2023). Estos factores impiden el desarrollo de soluciones basadas en IA y refuerzan la necesidad de construir capacidades tecnológicas y normativas alineadas para promover una adopción más equitativa y sostenible en la región.

Limitaciones normativas

La falta de armonización normativa entre los países de la CAN, junto con disparidades en la infraestructura digital, obstaculiza la innovación y la expansión de empresas, especialmente aquellas que operan en múltiples jurisdicciones (Cardona & Stornelli, 2022; WF Marketing, 2024). Esta fragmentación genera incertidumbre jurídica y costos adicionales al tener que cumplir con marcos regulatorios diversos (AP/BID, 2020). De acuerdo con la OCDE y CAF, las diferencias regulatorias entre países de América Latina dificultan la adopción de tecnologías emergentes como la IA, particularmente en sectores transfronterizos como la logística o el comercio digital (OCDE/CAF, 2022). Un estudio de la Alianza del Pacífico también resalta que la falta de estándares comunes eleva los costos operativos de las empresas que buscan expandirse regionalmente (AP/BID, 2020). Sin embargo, esta ausencia de regulación específica no siempre es vista negativamente: el 39% de las empresas encuestadas por Microsoft en Sudamérica Hispana perciben la falta de regulación en IA como una oportunidad para mejorar sus prácticas (Microsoft-LATAM, 2024).

Un marco normativo adecuado debe ser flexible y adaptarse a los rápidos avances tecnológicos. Esto implica apoyarse en la legislación existente — como las leyes vinculantes sectoriales— así como en principios orientadores no vinculantes, como los Principios de la IA de la OCDE (CIPL, 2023). Muchos sectores en los que se implementa IA, como salud y finanzas, ya cuentan con normativas robustas que podrían ampliarse para incluir esta tecnología. Aun así, uno de los principales retos normativos es precisamente la velocidad con la que evoluciona la tecnología, lo que obliga a los legisladores a actuar con agilidad para evitar normativas obsoletas o contraproducentes (ISDI, 2024). Por ejemplo, en Ecuador, el proyecto de “Ley Orgánica de Regulación y Promoción de la IA” ha sido criticado por su rigidez, al imponer restricciones que podrían frenar el desarrollo de una tecnología aún en fase temprana (Vivero, 2024). En este escenario, las empresas emergentes enfrentan múltiples desafíos derivados de la fragmentación regulatoria: mayor complejidad normativa, barreras de entrada, riesgos en la gestión de datos personales y la asignación de recursos (Levy & Guiler, 2025).

Para superar estos obstáculos y fomentar un ecosistema innovador en América Latina, es clave avanzar hacia la armonización normativa. En este sentido, muchas jurisdicciones de la región están adoptando un enfoque basado en el riesgo, el cual prohíbe usos de IA con riesgos inaceptables, establece requisitos específicos para aplicaciones de alto riesgo y permite el uso libre —aunque monitoreado— de tecnologías de bajo riesgo (Mosqueira & Rubio,

2024). Un ejemplo de ello es Argentina, que apuesta por un entorno regulatorio liviano para atraer inversión extranjera y estimular la innovación.

IV. DISCUSIÓN

Las formas de regulación

La IA ha transformado de manera significativa diversas esferas de la actividad humana a nivel global. Sin embargo, la creciente preocupación radica en garantizar un uso ético de estas tecnologías (Rios-Campos et al., 2024), lo que ha llevado a gobiernos y organismos internacionales a establecer recomendaciones y limitaciones dirigidas a las corporaciones involucradas en estas investigaciones. Los desafíos regulatorios se entienden en este estudio a través de tres dimensiones (a la vez que condicionantes, limitantes y en definitiva, formas de regulación) fundamentales: Tecnológicas, referidas a las limitaciones inherentes a la capacidad y funcionamiento de los sistemas de IA; Jurídico-políticas, relacionadas con los marcos normativos vigentes y las políticas de gobernanza; y Ética, centradas en valores, normas y percepciones sobre el impacto social y moral de la IA. La regulación se ha concebido como el conjunto de normas, principios y mecanismos—jurídicos y no jurídicos—que orientan las acciones de los distintos actores (FAO, 2004), por ejemplo, los involucrados en el desarrollo, implementación y uso de la IA. Estos actores incluyen individuos, asociaciones y organismos tanto públicos como privados, quienes operan dentro de un ecosistema normativo complejo, que en este estudio tratan de explicarse según el modelo de la Figura 1.

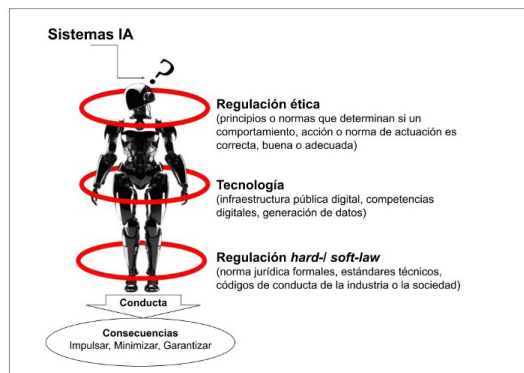


Figura 1. Elementos de la acción humana y sus limitaciones, juntos forman el conjunto de oportunidades, o sea, la clase de acciones o comportamientos que están efectivamente disponibles para todo posible actor. Modelo inspirado y adaptado de (FAO, 2004). La "Conducta" representa la respuesta activa del actor frente a sus oportunidades, mientras que las "Consecuencias" aluden a los cambios en la salud, riqueza y bienestar de las partes afectadas por la acción inicial.

Desde una perspectiva ética, la IA plantea importantes retos en la protección de los derechos fundamentales y en la autonomía de las decisiones tomadas por sistemas algorítmicos. La ética aplicada a la IA se enfoca en asegurar un desarrollo y uso responsable, fundamentado en principios de transparencia, equidad y no discriminación (UNESCO, 2022). Bajo este enfoque, la regulación de la IA no solo debe mitigar riesgos potenciales, sino también promover la innovación de manera segura y responsable. En el ámbito normativo, la regulación de la IA se desarrolla a través de dos enfoques complementarios (Llamas et al., 2022): el *hard law*, que abarca leyes y regulaciones vinculantes para ofrecer seguridad jurídica y protección de los derechos fundamentales, y el *soft law*, compuesto por directrices, estándares técnicos y códigos de conducta no vinculantes, los cuales permiten una mayor flexibilidad para adaptarse a los avances tecnológicos y facilitar la cooperación entre actores públicos y privados. No obstante, la coexistencia de normas éticas, jurídicas y políticas públicas podría generar tensiones inevitables con la dinámica de la innovación científica y tecnológica, particularmente en el ámbito de la IA (Vásquez, 2023). Dichas tensiones se reflejan en las conductas y consecuencias señaladas en la Figura 1. Abordarlas de manera adecuada representa un desafío constante para las sociedades y países a nivel mundial, especialmente considerando que la ética no es un concepto estático, sino una base dinámica y adaptable (UNESCO, 2022). Esta perspectiva amplia toma como referencia la dignidad humana, el bienestar social y la prevención de daños, apoyándose en la ética de la ciencia y la tecnología.

La tecnología como condicionante regional

Las Telecomunicaciones y las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) representan la base fundamental para el desarrollo de la IA en la CAN. Esta interrelación se refleja en la definición del Ecosistema Digital de los países miembros de la CAN, donde la IA se integra junto a tecnologías emergentes como *Blockchain*, *Computing Power*, *Internet of Things* (IoT), redes 5G, *Cloud Computing* y *Big Data* (Cardona & Stornelli, 2022, p. 112). Además, la tecnología no solo opera como un facilitador, sino

que también actúa como un regulador implícito (Fig. 1), influyendo de manera significativa en el desarrollo y la adopción de la IA en ALC.

Las brechas tecnológicas y digitales en la región son evidentes al observar indicadores clave. De acuerdo con el Índice de Desarrollo del Gobierno Electrónico (2020), países de la CAN como Colombia (0,69), Perú (0,65) y Ecuador (0,61) muestran un desarrollo digital moderado, pero su Índice de Resiliencia del Estado —que evalúa la capacidad para mantener la continuidad de los servicios públicos ante disrupciones— es considerablemente más bajo: Colombia (41,53), Perú (37,36) y Ecuador (39,13). Estos datos reflejan limitaciones estructurales que no solo obstaculizan la implementación de tecnologías emergentes como la IA, sino que también restringen el alcance y la efectividad de las regulaciones tecnológicas (CAF, 2021). A estas limitaciones se suma la baja inversión pública en ciencia y tecnología, la insuficiencia de habilidades digitales en la población y la prevalencia de economías altamente informales dominadas por pequeñas empresas (Muschett & Opp, 2024).

La infraestructura tecnológica de la región es heterogénea y periférica en el contexto global, caracterizada por una baja capacidad de inversión y una posición dependiente que limita su competitividad en el flujo internacional de datos (Filgueira, 2023). Mientras que en los países miembros de la CAN existen menos de 15 centros de datos, en el Norte Global se superan los 100; de igual forma, América Latina en su conjunto cuenta con solo 41 proveedores de servicios en la nube, frente a más de 300 en Europa (Filgueira, 2023). Estas asimetrías en el acceso y control de las infraestructuras no sólo implica un déficit en el almacenamiento de datos, sino que también restringe la posibilidad de compartirlos de manera interoperable, afectando directamente la capacidad de los gobiernos para formular procesos regulatorios efectivos e innovadores (Muschett & Opp, 2024).

Las políticas públicas en ALC sobre IA tienden a centrarse en principios éticos generales sin desarrollar códigos específicos o perspectivas regulatorias adaptadas a los mercados emergentes. Esto refleja una tendencia a replicar modelos regulatorios externos sin contar con las capacidades tecnológicas necesarias para su implementación efectiva. Es

crucial que América Latina invierta en sus propias capacidades tecnológicas y desarrolle ecosistemas de IA locales que reduzcan la dependencia de gigantes tecnológicos extranjeros (Levy & Guiler, 2025; Muschett & Opp, 2024). Sin una mejora sustancial en capacidades tecnológicas e inversión digital, tanto los instrumentos *hard-law* como *soft-law* seguirán siendo fragmentados e insuficientes para abordar los desafíos éticos, económicos y sociales que plantea esta tecnología emergente. La experiencia internacional sugiere que un enfoque regional coordinado podría ser clave para superar estas limitaciones e impulsar un ecosistema normativo más inclusivo y efectivo (CEPAL, 2018).

V. CONCLUSIONES

El análisis comparativo de los instrumentos *hard-law* y *soft-law* en los países de la CAN revela un panorama diverso en el desarrollo de la regulación de la IA. Colombia y Perú se posicionan como los países más avanzados, con iniciativas legislativas y estrategias que buscan abordar los desafíos y oportunidades de la IA. Ecuador, aunque muestra un avance significativo con proyectos de ley ambiciosos, aún carece de mecanismos de mitigación de riesgos y presenta desafíos en áreas como ciberseguridad y protección de datos. Bolivia, por su parte, se encuentra en una etapa exploratoria, con limitadas iniciativas regulatorias específicas para la IA. A pesar de los esfuerzos individuales de cada país, la región de la CAN en su conjunto adolece de un marco regulatorio armonizado en materia de IA. La ausencia de instrumentos *hard-law* a nivel regional y la escasez de iniciativas de *soft-law* que aborden integralmente los desafíos éticos, sociales y económicos de la IA generan un vacío legal que puede obstaculizar el desarrollo del ecosistema digital y el emprendimiento transnacional.

La falta de armonización regulatoria entre los países miembros crea barreras de entrada al mercado, complejidades de cumplimiento y preocupaciones sobre la privacidad de los datos para las empresas que operan en múltiples jurisdicciones. Esta fragmentación normativa dificulta la creación de un mercado digital único y limita el potencial de crecimiento económico y la integración regional. Ante este escenario, se torna imperativo fortalecer la cooperación regional en materia de regulación

de la IA. La creación de un marco supranacional que establezca estándares comunes, principios éticos y mecanismos de coordinación entre los países miembros de la CAN se presenta como una vía promisorio para impulsar el desarrollo de la IA de manera responsable y sostenible, fomentando la innovación y el emprendimiento transnacional.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adigital. (2025, enero 29). Adigital y BID Lab unen fuerzas para promover la Inteligencia Artificial responsable en América Latina y el Caribe · Adigital. *Adigital*. <https://www.adigital.org/destacado-inferior/adigital-y-bid-lab-unen-fuerzas-para-promover-la-inteligencia-artificial-responsable-en-america-latina-y-el-caribe/>
- Agesic. (2024, octubre). *Aprobación de la Declaración de Montevideo*. <https://www.gub.uy/agencia-gobierno-electronico-sociedad-informacion-conocimiento/comunicacion/noticias/aprobacion-declaracion-montevideo>
- AP/BID. (2020). *Estudio de Limitaciones Regulatorias para emprendimientos de alto impacto en los países de la Alianza del Pacífico – Alianza del Pacífico*. Alianza del Pacífico/ BID. https://alianzapacifico.net/assets/gallery/Estudio_limitaciones_regulatorias_emprendimientos_alto_impacto_en_paises_AP.pdf
- Blanco-González-Tejero, C., Ribeiro-Navarrete, B., Cano-Marin, E., & McDowell, W. C. (2023). A Systematic Literature Review on the Role of Artificial Intelligence in Entrepreneurial Activity. *International Journal on Semantic Web and Information Systems (IJSWIS)*, 19(1), 1-16. <https://doi.org/10.4018/IJSWIS.318448>
- CAF. (2021). *Experiencia: Datos e Inteligencia Artificial en el sector público*. CAF. <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1793>
- Cardona, J., & Stornelli, N. (2022). *Análisis Y Diagnóstico Del Ecosistema Digital De La Comunidad Andina Para El Sector De Telecomunicaciones Y Tic. Estado De La Situación Normativa, Conclusiones Y Recomendaciones*. Secretaría General de la Comu-

- nidad Andina. <https://www.comunidadandina.org/wp-content/uploads/2022/04/Ecosistemadigitallandino.pdf>
- CEPAL. (2018). *Mercado digital regional. Aspectos estratégicos* (No. Publicación de las Naciones Unidas LC/TS.2018/30; p. 58). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/86f45783-0be1-45e2-9bb3-49a6acaa1b07/content>
- CIPL. (2023). *Diez recomendaciones para la regulación global de la IA*. Centre for Information Policy Leadership (CIPL) - Hunton Andrews Kurth. https://www.informationpolicycentre.com/uploads/5/7/1/0/57104281/cipl_ten_recommendations_global_ai_regulation_oct2023_spanish.pdf
- Consejo de Europa. (2024, mayo 17). *El Consejo de Europa adopta el primer tratado internacional sobre inteligencia artificial—Portal—Www.coe.int*. Consejo de Europa. <https://www.coe.int/es/web/portal/-/council-of-europe-adopts-first-international-treaty-on-artificial-intelligence>
- Contreras, P. (2024). Convergencia Internacional Y Caminos Propios: Regulación De La Inteligencia Artificial En América Latina. *Actualidad Jurídica Iberoamericana*, 21, 468-493. https://revista-aji.com/wp-content/uploads/2024/07/AJI21_Art17.pdf
- Declaración Sobre Neurotecnologías Y Neurodatos En El Marco De La Normativa De Protección De Datos Personales, RED IBEROAMERICANA DE PROTECCIÓN DE DATOS 6 (2023). <https://www.redipd.org/documento/declaracion-ripd-neurotecnologias-neurodato-2024.pdf>
- Espinasa, F., Manzano, O., & Saboin, J. L. (2023, noviembre 27). La digitalización: Una oportunidad para la región andina. *Puntos sobre la Innovación en América Latina y el Caribe*. <https://blogs.iadb.org/innovacion/es/la-digitalizacion-una-oportunidad-que-la-region-andina-no-puede-perder/>
- Espinosa, E. (2023). *Ecuador: Agricultural Biotechnology Annual | USDA Foreign Agricultural Service* (Nos. EC2023-0009). <https://fas.usda.gov/data/ecuador-agricultural-biotechnology-annual-7>
- FAO. (2004). *La ética de la intensificación sostenible de la agricultura* (Legal and Ethics Office). <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/jo902s>
- Filgueira, F. (2023). Desafíos de gobernanza de inteligencia artificial en América Latina. Infraestructura, descolonización y nueva dependencia. *Revista del CLAD Reforma y Democracia*, 87, Article 87. <https://doi.org/10.69733/clad.ryd.n87.a3>
- Godoy, L. N. (2024, diciembre 23). *Proyecto de Política para el desarrollo y fomento del uso ético y responsable de la Inteligencia Artificial en el Ecuador – 2024*. El Comercio. <https://www.elcomercio.com/opinion/proyecto-politica-inteligencia-artificial-lorena-naranjo-columnista.html>
- Gómez, A. M. (2023, diciembre 26). Los tres temas esenciales de Inteligencia Artificial para las empresas en 2024. *Forbes Colombia*. <https://forbes.co/2023/12/26/red-forbes/tendencias-en-inteligencia-artificial/>
- González, C. (2024, abril 10). *Bolivia. LexMundi*. <https://www.lexmundi.com/guides/ai-legislative-guide/jurisdictions/latin-america-caribbean/bolivia/>
- Guzmán, D., Guachilema, A., & Cataña, E. (2025, enero 22). *Ecuador: Tres iniciativas de regulación de la IA*. CentroCompetencia (CeCo), de la Universidad Adolfo Ibáñez. <https://centrocompetencia.com/ecuador-tres-iniciativas-diferentes-de-regulacion-de-la-ia/>
- Herrera, L. F. (2024, octubre 7). *Resumen de la Sentencia T-323 de 2024 de la Corte Constitucional de Colombia sobre el uso de IA por jueces de la República*. Departamento de Propiedad Intelectual - Universidad Externado de Colombia. <https://propintel.uexternado.edu.co/resumen-de-la-sentencia-t-323-de-2024-de-la-corte-constitucional-de-colombia-sobre-el-uso-de-ia-por-jueces-de-la-republica/>

- ILIA. (2024a). *Ficha Bolivia, ILIA 2024*. Índice Latinoamericano de Inteligencia Artificial (ILIA). <https://indicelatam.cl/wp-content/uploads/2024/11/Ficha-Bolivia.pdf>
- ILIA. (2024b). *Ficha Colombia, ILIA 2024*. Índice Latinoamericano de Inteligencia Artificial (ILIA). <https://indicelatam.cl/wp-content/uploads/2024/11/Ficha-Colombia.pdf>
- ILIA. (2024c). *Ficha Ecuador, ILIA 2024*. Índice Latinoamericano de Inteligencia Artificial (ILIA). <https://indicelatam.cl/wp-content/uploads/2024/11/Ficha-Ecuador.pdf>
- ILIA. (2024d). *Ficha Perú, ILIA 2024*. Índice Latinoamericano de Inteligencia Artificial (ILIA). <https://indicelatam.cl/wp-content/uploads/2024/11/Ficha-Peru.pdf>
- Infobae. (2022, mayo 24). *Qué son las empresas unicornio: Habi y Rappi, dos modelos colombianos*. infobae. <https://www.infobae.com/america/tecnologia/2022/05/24/que-son-las-empresas-unicornio-habi-y-rappi-dos-modelos-colombianos/>
- ISDI. (2024, octubre 17). Marco legal de la regulación de la IA. ISDI España. <https://www.isdi.education/es/blog/regulacion-de-la-ia-2>
- Larrahondo, C., & Bert, F. (2023, septiembre 24). La revolución de las agtech en la región Andina: ¿cómo la tecnología está transformando el futuro agrícola? *Puntos sobre la Innovación en América Latina*. <https://blogs.iadb.org/innovacion/es/la-revolucion-de-las-agtech-en-la-region-andina-como-la-tecnologia-esta-transformando-el-futuro-agricola-2/>
- Levy, E., & Guiler, S. (2025, febrero 19). DeepSeek Reveals Latin America's AI Crossroads. *Americas Quarterly*. <https://www.americasquarterly.org/article/deepseek-reveals-latin-americas-ai-crossroads/>
- Llamas, J. Z., Mendoza Enríquez, O. A., & Graff Guerrero, M. (2022). Enfoques Regulatorios Para La Inteligencia Artificial (IA). *Revista chilena de derecho*, 49(3), 31-62. <https://doi.org/10.7764/r.493.2>
- López-Calva, L. F. (2022, junio 30). *Finding Unicorns: Investing in innovation-led growth in LAC*. UNDP. <https://www.undp.org/latin-america/blog/graph-for-thought/finding-unicorns-investing-innovation-led-growth-lac>
- Microsoft-LATAM. (2024, junio 18). *El 82% de las grandes empresas colombianas incrementará su presupuesto de IA en los próximos dos años, según un estudio de Microsoft*. News Center Latinoamérica. <https://news.microsoft.com/es-xl/el-82-de-las-grandes-empresas-colombianas-incrementara-su-presupuesto-de-ia-en-los-proximos-dos-anos-segun-un-estudio-de-microsoft/>
- Millán, V. (2025, febrero 3). *Ley de Inteligencia Artificial y su impacto en las empresas*. CE Consulting. <https://ceconsulting.es/blog-ceconsulting/ley-de-inteligencia-artificial/>
- Mosqueira, A., & Rubio, S. E. (2024, noviembre 18). *Foster innovation or mitigate risk? AI regulation in Latin America | White & Case LLP [.]*. White & Case. <https://www.whitecase.com/insight-our-thinking/latin-america-focus-2024-ai-regulation>
- Muschett, M., & Opp, R. (2024, marzo 1). *The AI Revolution is Here: How Will Latin America and the Caribbean Respond?* UNDP United Nations Development Programme. <https://www.undp.org/latin-america/blog/ai-revolution-here-how-will-latin-america-and-caribbean-respond>
- Nohlen, D. (2020). EL MÉTODO COMPARATIVO. En *Antologías para el estudio y la enseñanza de la ciencia política*. Volumen III: La metodología de la ciencia política (Herminio Sánchez de la Barquera y Arroyo, pp. 41-57). Instituto de Investigaciones Jurídicas UNAM. <https://biblio.juridicas.unam.mx/bjv/id/6180>
- NTT DATA. (2023). *La Inteligencia Artificial en América Latina 2023* (NTT DATA Inteligencia Artificial 2023). <https://mexico.nttdata.com/insights/estudios/la-inteligencia-artificial-en-america-latina-2023>
- OCDE/CAF. (2022). *Uso estratégico y responsable de la*

inteligencia artificial en el sector público de América Latina y el Caribe. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/5b189cb4-es>

Política Nacional De Inteligencia Artificial, 4144 Documento Conpes—CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL REPÚBLICA DE COLOMBIA DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN (2025). <https://sisconpes.dnp.gov.co/SisCONPESWeb//AccesoPublico/Documento/?id=NDEoNCQxNC8wMi8yMDI1JFB-vbMOTdGljYSBOYWNPb25hbCBkZSBjbnRlb-GlnZW5jaWEgQXJoaWZpY2lhbCRodHRwc-zovL2NvbGFib3JhY2lubi5kbnaUz292LmNvL-oNEVC9Db25wZXMvRWNVbsOzbWlj3MvN-DEoNC5wZGYkJGhodHBzOi8vY29sYWJvc-mFjaW9uLmRucC5nb3YuY28vQoRULoNvbn-Blcy9FY29uw7NtaWNvcy9BbmV4byBBLiBQ-QVMgNDEoNC54bHN4>

Presidencia. (2025, febrero 21). *Inteligencia Artificial (IA) en Perú*. Presidencia del Consejo de Ministros (Perú). <https://www.gob.pe/institucion/pcm/campa%C3%B1as/68749-inteligencia-artificial-ia-en-peru>

Proyecto De Ley De Inteligencia Artificial Ética Y Sostenible Para El Bienestar Social, No. de proyecto: Cámara: 005/2024C Congreso de la República de Colombia—Cámara de Representantes § Gaceta N 1045 de 2024 (2024). <https://www.camara.gov.co/ley-de-inteligencia-artificial-etica>

Proyecto de Ley Orgánica de Aprovechamiento Digital e Inteligencia Artificial para Niñas, Niños y Adolescentes, Asamblea Nacional (Ecuador) 43 (2024). <https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/private/asambleanacional/filesasambleanacionalnameuid-19130/2192.%20Proyecto%20de%20Ley%20Org%C3%A1nica%20de%20Regulaci%C3%B3n%20y%20Promoci%C3%B3n%20de%20la%20Inteligencia%20Artificial%20en%20Ecuador%20-pnu%C3%B1ez/pp%20-%20proyecto%20de%20ley%20450889-nu%C3%B1ez.pdf>

Proyecto de Ley Orgánica de Regulación y Promoción de la Inteligencia Artificial en Ecuador, Asamblea Nacional (Ecuador) 84 (2024). <https://www.asam->

[bleanacional.gob.ec/sites/default/files/private/asambleanacional/filesasambleanacionalnameuid-19130/2192.%20Proyecto%20de%20Ley%20Org%C3%A1nica%20de%20Regulaci%C3%B3n%20y%20Promoci%C3%B3n%20de%20la%20Inteligencia%20Artificial%20en%20Ecuador%20-pnu%C3%B1ez/pp%20-%20proyecto%20de%20ley%20450889-nu%C3%B1ez.pdf](https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/private/asambleanacional/filesasambleanacionalnameuid-19130/2192.%20Proyecto%20de%20Ley%20Org%C3%A1nica%20de%20Regulaci%C3%B3n%20y%20Promoci%C3%B3n%20de%20la%20Inteligencia%20Artificial%20en%20Ecuador%20-pnu%C3%B1ez/pp%20-%20proyecto%20de%20ley%20450889-nu%C3%B1ez.pdf)

Proyecto de Ley para el Fomento y Desarrollo de la Inteligencia Artificial, Asamblea Nacional (Ecuador) (2024). <https://ppless.asambleanacional.gob.ec/al-fresco/d/d/workspace/SpacesStore/74a9516b-38f6-4c7a-9319-34e63604d3ba/453516-subia.pdf>

Proyecto de Política para el desarrollo y fomento del uso ético y responsable de la Inteligencia Artificial en el Ecuador, Acuerdo Ministerial No. MINTEL-MINTEL-2023-0019 MINISTRO DE TELECOMUNICACIONES Y DE LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN (2023). <https://observatorioecuadordigital.mintel.gob.ec/wp-content/uploads/2024/12/Proyecto-Acuerdo-Ministerial-Inteligencia-Artificial-Mintel-1.pdf>

Rendón, J. M. (2025, febrero 19). Congreso estudia más de 9 proyectos de ley para regular la inteligencia artificial. *La Gran Noticia*. <https://lagrannoticia.com/congreso-estudia-mas-de-9-proyectos-de-ley-para-regular-la-inteligencia-artificial/>

Reyes, V., Miranda, P. G., & Pulido Ramírez, D. (2024). *Comentarios generales al Proyecto de Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Ley No. 31814, Ley que promueve el uso de la Inteligencia Artificial en favor del desarrollo económico y social del país*. Instituto de Democracia y Derechos Humanos de la Pontificia Universidad Católica del Perú (IDEHPUCP). <https://idehpucp.pucp.edu.pe/publicaciones/comentarios-generales-al-proyecto-de-decreto-supremo-que-aprueba-el-reglamento-de-la-ley-no-31814-ley-que-promueve-el-uso-de-la-inteligencia-artificial-en-favor-del-desarrollo-economico-y-social-del/>

Sectorial. (2022, mayo 19). La Historia Detrás de LifeMiles, el Primer Unicornio Colombiano. *Sectorial*. <https://sectorial.co/articulos-especiales/la-histo->

- ria-detrás-de-lifemiles-el-primer-unicornio-colombiano/
- TCS. (2024, mayo 24). *TCS: 80% of Latin American Executives Implement AI for Business Improvement—Telecom Review Americas*. Telecom Review. <https://www.telecomreviewamericas.com/articles/reports-and-coverage/tcs-80-of-latin-american-executives-implement-ai-for-business-improvement>
- UNESCO. (2022). *Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial*. UNESCO Digital Library. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137_spa
- Vásquez, P. A. R. (2023). Ética de la Inteligencia Artificial. Recomendación de la UNESCO, noviembre 2021. *Compendium*, 26(50), 1-6. <https://www.re-dalyc.org/journal/880/88076016001/html/>
- Veronese, A., & Lemos, A. N. L. E. (2021). Trayectoria normativa de la inteligencia artificial en los países de Latinoamérica con un marco jurídico para la protección de datos: Límites y posibilidades de las políticas integradoras. *Revista Latinoamericana de Economía y Sociedad Digital*, 2. <https://doi.org/10.53857/MZBU2371>
- Vivero, M. B. (2024, octubre 14). No todo aporta: Regulación de la Inteligencia Artificial en Ecuador. *Lexis S.A.* <https://www.lexis.com.ec/blog/legaltech/no-todo-aporta-regulacion-de-la-inteligencia-artificial-en-ecuador>
- WF Marketing. (2024, julio 1). Los obstáculos para la transformación digital de la administración pública: Una inmersión profunda en los principales retos. *Fundación Wadhwani*. <https://wadhwanifoundation.org/es/los-obstaculos-a-la-transformacion-digital-de-la-administracion-publica-una-inmersion-en-profundidad-en-los-principales-retos/>

Sostenibilidad financiera en empresas manufactureras: Revisión teórico-estratégica

Jorge Jordán-Vaca¹; Jorge Abril-Flores²; Edison Valencia-Núñez³;
Helder Barrera-Erreyes⁴

Resumen

La sostenibilidad en las empresas manufactureras se ha convertido en un elemento fundamental para su desarrollo económico y la supervivencia de las sociedades en las que operan. Con base en lo anterior, el objeto de estudio realiza una revisión sistemática de la literatura que determina los elementos teórico-metodológicos y estratégicos que toda empresa manufacturera debe tener en cuenta para lograr la sostenibilidad financiera. Con este fin, todas las referencias bibliográficas fueron valoradas para establecer la pertinencia para el objeto de estudio, a partir del análisis de variables y respuesta a la pregunta de investigación planteada en el contexto de la temática. En consecuencia, evidencia que la sostenibilidad, desde dimensiones relacionadas con el impacto ambiental hasta la educación para su promoción, conllevan a prácticas financieras sostenibles. Finalmente, destaca la importancia del estudio que busca asegurar el bienestar y la subsistencia empresarial, lo que preserve el equilibrio entre comunidad, economía y naturaleza.

Palabras clave: Sostenibilidad, Sostenibilidad financiera; Empresa manufacturera; Medioambiente; Economía.

Financial sustainability in manufacturing companies: a theoretical-strategic review

Abstract

Sustainability in manufacturing companies has become a fundamental element for their economic development and the survival of the societies in which they operate. Based on this, the object of study carries out a systematic review of the literature that determines the theoretical-methodological and strategic elements that every manufacturing company must take into account in order to achieve financial sustainability. To this end, all the bibliographical references were evaluated to establish the relevance for the object of study, based on the analysis of variables and the answer to the research question posed in the context of the subject matter. Consequently, it shows that sustainability from dimensions related to environmental impact to education in the promotion of sustainability lead to sustainable financial practices. Finally, it highlights the importance of the study that seeks to ensure the well-being and subsistence of businesses, which preserves the balance between community, economy and nature.

Keywords: Sustainability, Financial sustainability; Manufacturing company; Environment; Economy.

Recibido: 7 de mayo de 2025

Aceptado: 12 de agosto de 2025

¹ jorgeejordan@uta.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0002-3509-8728>, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.

² jf.abril@uta.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0002-9491-5169>, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.

³ edisonrvalencia@uta.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0003-2280-9129>, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.

⁴ hm.barrera@uta.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0001-8196-3797>, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.

I. INTRODUCCIÓN

Las empresas manufactureras son organizaciones que se dedican al proceso de bienes finales, fabricando o procesando materiales o componentes. Por lo que, toda actividad manufacturera implica transformar esas materias primas en productos terminados, transportables y, en muchos casos, de gran demanda en el mercado. Es por ello, que las organizaciones que realizan las actividades de manufactura se suelen vincular con el sector secundario del sistema productivo.

De manera que, la forma de clasificarlas también es muy variada, dependiendo del material que transformen, estos tipos de empresas pueden clasificarse en dos grupos bien diferenciados: las empresas de proceso y las de ensamblado (Cárdenas et al., 2020). En Ecuador, el Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEM) reconoce a las Mipymes (micro, pequeñas y medianas empresas), donde en datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), en el año 2016 destacan 843.745 empresas, de las cuales las Mipymes representaron aproximadamente el 99,5 % del total de las empresas registradas (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2022); estos datos permiten valorar la extraordinaria contribución de aquellas para economía del país.

Por consiguiente, un área que cada día cobra más importancia es la sostenibilidad de las empresas manufactureras, que se ha convertido en un elemento clave no sólo para el desarrollo económico de ellas, sino para la supervivencia y cohesión de aquellas sociedades en las que operan. Los autores (Bruna & Martínez, 2021) plantean que ser sostenible, da a entender la actitud o componente de un sistema que puede mantenerse por sí mismo sin caer en la extinción, agotamiento o desaparición. Dicha definición implica, de facto, y el mantenimiento de ciertos parámetros que permitan su cohesión y crecimiento.

De acuerdo con ello, existen muchas definiciones generales de las prácticas sostenibles y lineamientos técnicos específicos que recomiendan cómo identificar y aplicar mejores prácticas para la industria manufacturera. Sin embargo, en muchos países (o provincias dentro de un país) la sostenibilidad o comportamiento sostenible es escaso, especialmente al tener dificultades para incorporar criterios sostenibles en la toma de decisiones. Entre los

factores que influyen están la falta de recursos e información, plazos reducidos, y creencia de que la sostenibilidad puede llegar a ser más costosa (Santos & Ramírez, 2023).

En consecuencia, es necesario asegurar que los compromisos sostenibles sean coherentes con el desempeño financiero y revisar la toma de decisiones en áreas como la adquisición, logística y desarrollo de nuevos productos. Además, es importante reducir la incertidumbre de información sostenible a través de la coordinación entre los equipos de finanzas y operaciones, capacitar en las habilidades de priorización y tener en cuenta la función de compromisos e identificar sutilezas a través de asociaciones.

De hecho, los retos de sostenibilidad para las empresas manufactureras tienden a ser mayores que en otros sectores productivos o de servicios, por la dependencia y consumo de recursos naturales propios de la producción de bienes, por lo que este sector ha tenido que ir buscando formas de cómo minimizar el impacto ambiental (Piña, 2023). Por otro lado, potencialmente, son fuentes para crear nuevas formas de organizar la producción, lo que puede tener un impacto significativo en el entorno y sostenibilidad, considerándose las dimensiones económica, social y medioambiental (López, García, & Hernández, 2020).

En base aquello, hay una brecha relevante entre el potencial de digitalización y la sostenibilidad de las empresas manufactureras a escala global. Es a partir de ahí, que se han desarrollado una serie de recomendaciones, en términos de desarrollos tecnológicos, estrategias de negocio y mejores prácticas organizativas que puedan garantizar dicha brecha (Ziegler & Arias, 2022).

Por lo que, es un hecho que las empresas manufactureras se constituyen en un factor importante en la economía de un país, al impulsar en un nivel significativo el desarrollo del proceso productivo y de generación de oportunidades de mejora de competencia local o internacional (Valero, Hidalgo, & Guevara, 2021). En efecto, el crecimiento de las manufacturas se debe a la transferencia de los descubrimientos técnicos para la fabricación de productos. Si se excluye al sector primario, prácticamente todas las empresas que aparecen en los primeros listados de mayores empresas

II. METODOLOGÍA

De esta forma, la metodología investigativa se estructuró a partir de la participación de todos los miembros del equipo, permitiéndose que al menos dos investigadores participaran en cada tarea del proceso de forma independiente, lo que minimizó el sesgo; por lo que, todos los investigadores son especialistas en el objeto de estudio, lo cual redujo el sesgo del análisis. En efecto, el paso previo fue planificar la revisión teniendo en cuenta el alcance deseado y la viabilidad de la realización. Eso conllevó a la creación de un protocolo, cuyas partes incluyeron una búsqueda preliminar y optándose por la revisión sistemática de acuerdo con el objetivo de investigación, diseñado como: determinar los elementos teórico-metodológicos y estratégicos que toda empresa manufacturera debe tener en cuenta para lograr su sostenibilidad financiera en esta etapa del siglo XXI.

Por tanto, todas las referencias bibliográficas fueron valoradas para determinar la pertenencia para el estudio, a partir del análisis que se presenta de las variables sostenibilidad financiera y empresas manufactureras donde las palabras clave para la búsqueda fueron sostenibilidad financiera, empresas manufactureras y capital de trabajo, y que estuvieron dentro de los Códigos JEL E20 y P42. De hecho, se analizó el volumen de evidencia existente sobre la pregunta de investigación, escogiéndose un total de 7 libros, 41 artículos científicos, 10 tesis y 10 documentos de fuentes oficiales o eventos científicos. Es por ello que, a continuación, se destaca la revisión sistemática de la literatura (Véase Figura 1 a 6) que da continuidad al objeto de estudio:

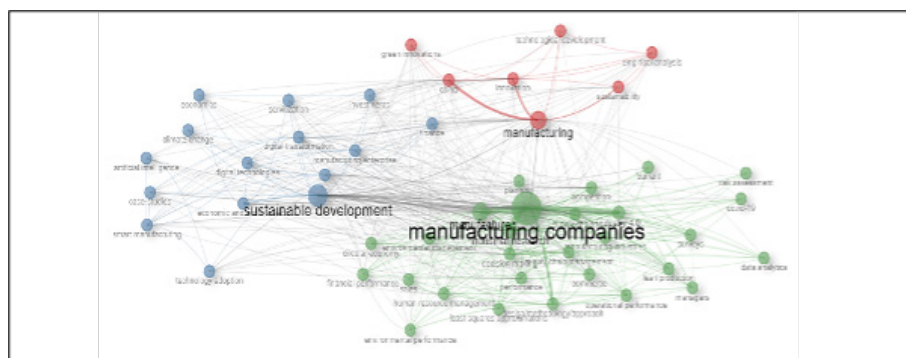


Figura 1. Red y densidad de co-ocurrencia de las palabras clave

La figura 1 muestra, la alta frecuencia de términos como sostenibilidad financiera, empresas manufactureras y gestión estratégica; revelando

un enfoque investigativo orientado a comprender la viabilidad económica de largo plazo mediante marcos teóricos y metodológicos integrados.

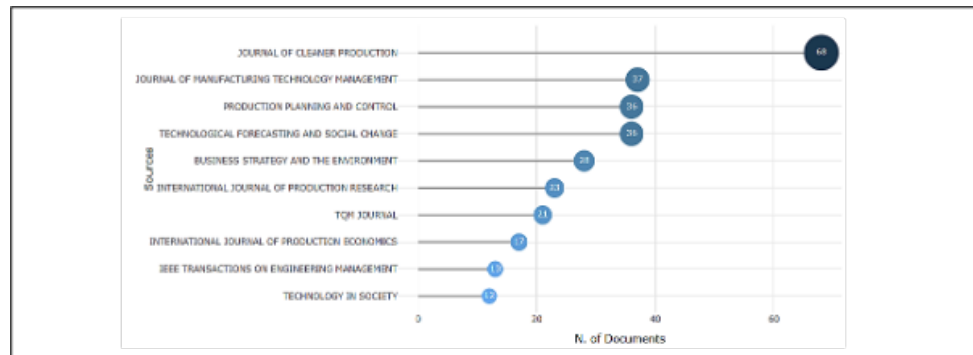


Figura 2. Fuentes más relevantes

En base a figura 2, la revista Journal of Cleaner Production se posiciona como una fuente clave en la difusión de investigaciones acerca de sostenibilidad

financiera en contextos industriales, debido al enfoque multidisciplinario que vincula eficiencia productiva, innovación y responsabilidad ambiental.

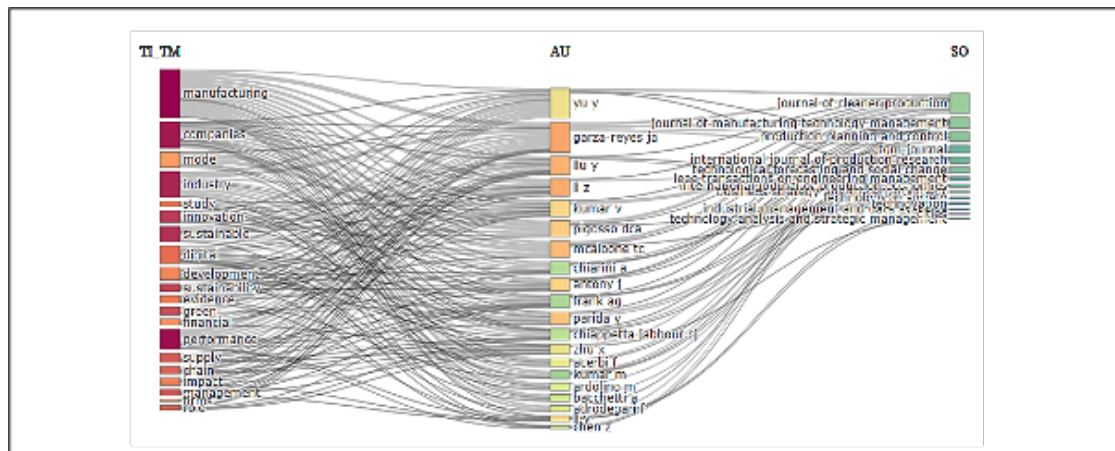


Figura 3. Gráfico de tres fases: Autor, título y fuentes

En figura 3, las conexiones entre autores evidencian una convergencia temática en torno al desarrollo de modelos teóricos y estrategias de

gestión financiera sostenible, con énfasis en la transformación del sector manufacturero hacia prácticas más resilientes y adaptativas.



Figura 4. Nube de palabras

De acuerdo con, figura 4 las palabras clave más recurrentes en los artículos vinculados a la temática son: sostenibilidad, transformación digital, empresas

manufactureras e industria 4.0, lo cual refleja un claro énfasis en el análisis de estrategias que articulan eficiencia económica con prácticas sostenibles.

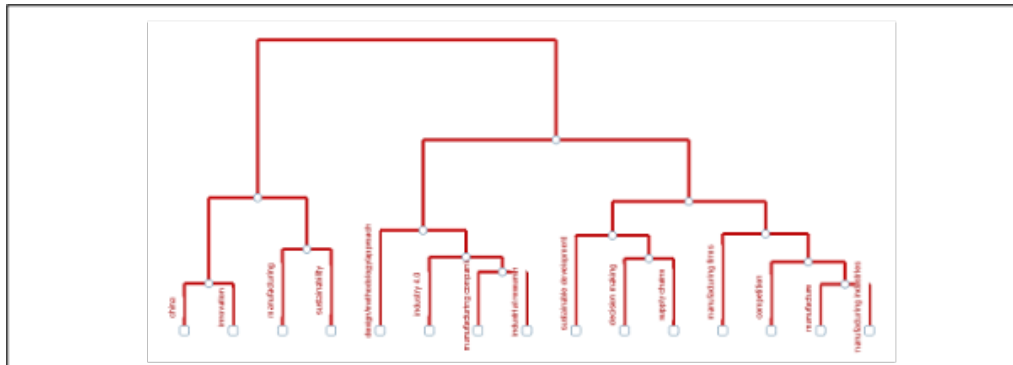


Figura 5. Análisis de Correspondencia Múltiple

En cuanto, a figura 5 revela los grupos temáticos predominantes, vinculando principalmente sostenibilidad con innovación y manufactura,

destacando una tendencia hacia la transformación estructural del sector productivo mediante prácticas sostenibles.

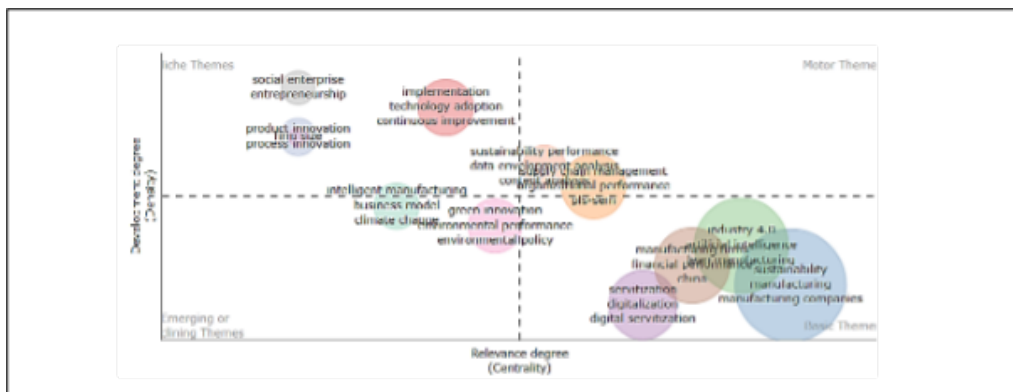


Figura 6. Mapa Temático

Finalmente, figura 6 demuestra que el mapa temático organiza los principales temas en el estudio sobre sostenibilidad financiera en el sector manufacturero. Por ello, los nodos más grandes, ubicados en el cuarto cuadrante indican términos como digitalización, desempeño financiero e inteligencia artificial, reflejándose el enfoque en la integración de prácticas financieras sostenibles y tecnologías avanzadas para mejorar la eficiencia y competitividad.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Seguidamente, entorno a la revisión sistemática de la literatura, se determina los elementos teórico-metodológicos y estratégicos que empresas manufactureras deben tomar en cuenta para lograr la sostenibilidad financiera.

La sostenibilidad de las empresas manufactureras

La sostenibilidad en el contexto de las empresas manufactureras se sustenta en la posibilidad real para equilibrar la rentabilidad económica, responsabilidad social y protección del medio ambiente; lo cual conlleve a la adopción de prácticas y estrategias que: minimicen el impacto ambiental de operaciones y productos, y promuevan condiciones laborales adecuadas junto al bienestar en las zonas donde operan (Cañizares, 2020). Por consiguiente, los aspectos clave de la sostenibilidad en las empresas manufactureras incluyen:

1. La eficiencia energética y gestión de los recursos: indica la reducción del consumo energético y recursos naturales como el agua, así como de materiales, al usar eficientes

tecnologías y prácticas de producción que sean sostenibles en el tiempo.

2. La gestión de residuos: implementa prácticas que conlleven a la reducción, reutilización y reciclaje de los residuos que se generan durante el proceso de fabricación, tratando de minimizar el impacto ambiental a la par con el maximizar la eficiencia en el uso de los recursos empleados.
3. El cumplimiento normativo y responsabilidad social: señala las regulaciones laborales y adopta políticas que promuevan condiciones de trabajo seguras, justas y éticas para los empleados y las comunidades locales.
4. El desarrollo de productos sostenibles: todo producto diseñado ha de ser duradero, con la consciente eficiencia en el uso de recursos y velando el impacto ambiental durante el ciclo de vida.
5. Transparencia y compromiso: informa de manera transparente sobre las prácticas sostenibles y el desempeño ambiental y social de la empresa, así como comprometerse activamente con las partes interesadas para mejorar continuamente en estos aspectos (Meléndez et al., 2021; Carretero, 2022).

En esencia, la sostenibilidad en las empresas manufactureras implica un enfoque integral que considera no solo la rentabilidad económica a corto plazo, sino también el impacto social y ambiental a largo plazo, asegurando así un desarrollo más equilibrado y responsable.

Impacto ambiental

Las empresas manufactureras afectan el medio ambiente de diversas formas, especialmente por los procesos de producción y vía utilizada para manejar los recursos naturales. Algunas de las formas más frecuentes en las que las empresas manufactureras llegan a afectar el medio ambiente, de acuerdo con (Córdoba, 2021; Paz, Acevedo, & Romero, 2021; Samaniego, Sánchez, & Alatorre, 2022; Serrano et al., 2023, Vera et al., 2024) son:

1. Por la emisión de diferentes contaminantes: en el proceso manufacturero, las empresas suelen emitir contaminantes como son los gases que producen el efecto invernadero, como el dióxido de carbono, el metano,

el óxido nitroso, óxidos de nitrógeno, de azufre u otros químicos que afectan la contaminación del aire y conducen al cambio climático que se está viviendo.

2. Por el consumo de recursos naturales: los trabajos manufactureros frecuentemente usan grandes cantidades de recursos naturales, como son los casos del agua u otras materias primas. Es conocido que el uso en exceso de esos recursos puede llegar a agotarlos, afectando los ecosistemas locales, como es el caso de los manglares.
3. Por la generación de residuos: con la manufactura, generalmente, se generan residuos (sólidos, líquidos, o ambos), que pueden contener sustancias tóxicas y peligrosas, a más de ser difíciles de degradar. Si esos residuos no se gestionan de forma correcta pueden contaminar los suelos para la agricultura, fuentes de aguas subterráneas e incluso las de agua superficiales.
4. Por la deforestación y el cambio en el uso del suelo: algunas empresas manufactureras, como ocurre con la agricultura intensiva de producción de biocombustibles o materias primas, contribuyen a la deforestación y daños en suelos, lo que afecta la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.
5. Por los impactos en la biodiversidad: cuando se contamina el aire, el agua y los suelos se produce una pérdida de los hábitats de la flora y la fauna resultando en efectos muy negativos para la biodiversidad local de plantas y animales.
6. Por los impactos en las comunidades locales: las labores manufactureras pueden influir negativamente en la salud y bienestar de las comunidades cercanas a las empresas por la contaminación, y en los impactos socioeconómicos como la pérdida de empleos, y con ello los cambios en la calidad de vida de las comunidades.

De acuerdo con, el estudio de (Pérez, Acosta, & Acurero, 2020) es indudable que las empresas de manufacturas se convierten en un gran consumidor de combustibles fósiles, los cuales representan el 80% de la energía utilizada en su actividad. Por otra parte, la *American License Registry* afirma que

24% de las emisiones mundiales de gases causantes del efecto invernadero provienen de procesos de la fabricación de productos manufacturados, con la mayor parte de la producción directa realizada por la quema de combustibles fósiles para generar el calor, la producción de energía y la reacción química en la producción (Pacce, Sánchez, & Suárez, 2021). En respuesta a estos impactos ambientales, muchas empresas están adoptando prácticas de manufactura más sostenibles, implementando tecnologías limpias, optimizando el uso de recursos, mejorando la gestión de residuos y comprometiéndose con estándares ambientales más rigurosos para mitigar la huella ambiental y promover la sostenibilidad.

Prácticas sostenibles en la cadena de suministro de las empresas manufactureras

Las cadenas de suministro de las empresas manufactureras tienen la función de facilitar los productos a los consumidores en el lugar de recepción o venta y en el tiempo que precisa el cliente. Para lograrlo, se deben cumplir dos criterios que reducen los eventos inesperados y los errores sistemáticos: 1) la sostenibilidad en el proceso de producción, 2) seguir las huellas de la sostenibilidad en la cadena. Por consiguiente, se detalla que:

- a. La sostenibilidad en el proceso de producción: se relaciona con múltiples desafíos, incluyendo el reciclaje y uso de materiales sostenibles, sistemas de producción limpios, sistemas de gestión ambiental, fabricación eficiente, aspectos de circularidad de los productos, sistemas de gestión de energía y aspectos de logística sostenibles (Hernández & Céspedes, 2020; Torres, 2020; Serrano, 2022); lo que genera y fomenta inversiones significativas y compromisos por parte de los directivos para tonificar los sistemas de fabricación más avanzados y rentables.
- b. Las huellas de la sostenibilidad en la cadena de suministro: se considera para hacer frente a los desafíos de sostenibilidad, ya que las empresas manufactureras necesitan emprender diferentes acciones como:
 1. Internacionalizar la cadena de suministro para lograr cadenas más eficientes medioambientales y socialmente, compartiendo mejores

- prácticas para el desarrollo sostenible;
2. Establecer un enfoque común en los compradores para las prácticas sostenibles, y también ser exigentes y establecer relaciones a largo plazo con los proveedores, y
3. Colaborar con entidades proveedoras de información reconocida, para normalizar estándares, cuantificar y compartir los indicadores de la cadena de suministro que se utilizan en la empresa.

En este contexto, el concepto de trazabilidad se encontraría en el centro de una nueva estrategia empresarial, con diversas herramientas digitales que se convierten en una opción escalable y sólida para calcular e informar fácilmente a las partes interesadas sobre los factores ambientales, sociales y éticos vinculados a un producto en particular (Zanfrillo et al., 2020; Vásquez & Tapia, 2023).

Las empresas manufactureras en la economía moderna

En la literatura económica se justifica la especialización en base a la ley de los rendimientos decrecientes (Andrada et al., 2021; Brunet, 2021; Domínguez, 2021). Esta ley establece que, si se mantiene una cantidad fija de un factor de producción y se varía el resto, el incremento en la producción disminuirá a medida que se aumente la cantidad del factor variable, incluso llegando a un punto donde el crecimiento se vuelve nulo. No obstante, si el factor fijo se divide en partes más pequeñas, la producción se incrementaría, incluso más de lo que lo haría mediante una política de concentración (Camino & Brito, 2021; Antón, 2022; Ruiz, 2024).

Si cada sujeto dentro de la empresa se especializa aún más en tareas diferentes, la producción será mayor. En consecuencia, se observa que se debe llegar a la especialización de los sujetos que conforman la empresa. De esta manera, cada persona se especializará en la realización de una actividad específica o subactividad. Para que la especialización de un sujeto sea posible, debe existir una cadena secuencial de actividades entre el sujeto y la empresa, organizando las operaciones necesarias para la entrega eficaz del producto o servicio (Cabodevila & Martínez, 2023). Es ahí, donde se destaca el proceso

de toma de decisiones, innovación y tecnología, y economía circular.

El proceso de toma de decisiones

El proceso de toma de decisiones en una empresa manufacturera supone un alto grado de complejidad en vista a la diversidad de factores internos y externos implicados en la gestión y el escaso desarrollo de herramientas de gestión específicas para el sector. Este hecho obliga a tomar decisiones de carácter manual no basadas en sistematizaciones previas y que afectan directamente al nivel derivado del resto de las decisiones de la empresa. Un resultado positivo es que el carácter práctico de la tecnología aporta una mayor cercanía a la operación del sistema (Plans, 2021).

Las empresas manufactureras que más se han desarrollado son las que han logrado un alto grado de flexibilidad, capacidad de adaptación y eficiencia en mercados nacionales e internacionales. No se puede ignorar que vivimos en un mundo globalizado donde hay condiciones cambiantes, como la demanda de consumidores a nivel internacional o la estructura económico-productiva de las regiones o países, que implican una nueva concepción geográfica de la empresa: una empresa en constante evolución, con necesidades diversas y cambiantes.

El papel de innovación y tecnología en sostenibilidad de la industria manufacturera

La innovación y tecnología son claves necesarias para el desarrollo y manufactura. Asimismo, resulta necesario innovar para adaptarse a las nuevas tendencias y propiciar una gestión sostenible. De hecho, la innovación no puede focalizarse únicamente en los productos y servicios, sino que las empresas deben adaptar procesos, cadena de suministro y reorganizar estructuras internas para ofrecer una garantía complementaria a la sostenibilidad social y ambiental. Por ello, las herramientas de estimación de impactos ambientales también deben ser una prioridad de los planificadores, a que permite conocer a priori el impacto ambiental, lo cual representa un insumo clave para la innovación tras el análisis comparativo de opciones (Fairlie, 2022).

Por consiguiente, la creciente importancia de la actividad manufacturera en la economía mundial, especialmente en los países en desarrollo, ha ido

acompañada de un aumento en la preocupación por los impactos adversos de la industria en el medio ambiente. El agotamiento de los recursos naturales y la creciente generación de residuos y emisiones están a menudo relacionados con las actividades de producción.

De hecho, la misma competencia internacional que impulsa el desarrollo económico también ocasiona perjuicios al medio ambiente, debido a la explotación excesiva de recursos naturales y contaminación que genera. Estos factores afectan tanto al entorno natural (aire, agua, suelo, flora y fauna) como al ámbito socioeconómico de las naciones (Bula, 2020; Estrella, 2022; Moraga et al., 2023). Asimismo, en sus comienzos, el crecimiento industrial moderado fue considerado beneficioso para los equilibrios naturales y el medio socioeconómico. Pero después de la II Guerra Mundial, la evolución industrial produce agotamiento de recursos naturales y contaminación ambiental, siendo necesaria una industrialización sostenible, con el desarrollo de tecnologías limpias (Bravo, Osorio, & Llor, 2021; Solórzano, Vera, & Buñay, 2022).

La economía circular

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo, en el año 2018, expone que una de las medidas específicas para la implementación de la economía circular es construir normas con el fin de elevar los estándares globales en el reciclaje de los materiales en la industria manufacturera (Carretero, 2022; Nieves & Morales, 2022; Durán & López, 2024). La adopción del modelo económico circular pretende impulsar la generación de un sistema económico sostenible fuertemente interconectado y compatible (Arenas & Contreras, 2022; Bonoli & Serrano, 2023), con la capacidad infinita de producción en un contexto de recursos limitados y una creciente ética ecológica de los mercados que demandan productos que generen menos externalidades negativas.

Los estudios acerca del empleo verde se dan dentro del marco de la sostenibilidad, que implica una economía por un camino diferente de crecimiento, basado en tecnologías limpias y empleos verdes (Giannetti et al., 2020; Guo et al., 2020; Faraz et al., 2021; Ikram et al., 2021; Shahzad et al., 2022); es decir, trabajos en empresas y actividades que contribuyen de modo significativo a la mejora

y sostenibilidad del medio ambiente. De hecho, se ha enfatizado la importancia de expandir tanto conceptual como operativamente la protección social para incluir la dimensión ecológica, expresándola con relación a los impactos en la calidad del empleo, las condiciones y resultados (Kharazishvili et al., 2020; Russo, Merveille, & Padilla, 2020; Padilla et al., 2021).

Desafíos y barreras para implementar las tecnologías sostenibles en la manufactura

Las empresas manufactureras afrontan desafíos para implementar mejoras tecnológicas para la sostenibilidad, ya que la adopción de tecnologías de fabricación sostenibles presenta varios retos en todas las fases de su implementación. En primer lugar, es crucial la identificación precisa de las áreas del proceso de fabricación que pueden ser estudiadas. La producción sostenible es multivariable y debe considerarse desde un punto de vista holístico en cada etapa del ciclo de vida del producto (Hirvilammi & Koch, 2020; Kharazishvili et al., 2020; Russo, Merveille, & Padilla, 2020; Mies & Gold, 2021). En otras palabras, el compromiso con la innovación es un paso necesario, pero no suficiente en la dirección de la sostenibilidad (Luck, 2022).

Asimismo, los cambios en los estándares medioambientales y normativas regulatorias aumentan significativamente los costos de operación potencialmente, pero también ofrecen beneficios al permitir la entrada o expansión dentro de mercados que tienen estas barreras (Pilapanta, 2022; Tejeda, Elverdin, & Papendieck, 2024). La incertidumbre regulatoria, por la ambigüedad en las políticas gubernamentales, también influye en el comportamiento de las empresas y la adopción de nuevas prácticas. A medida que el mundo se desarrolla hacia un enfoque más sostenible de mitigación del cambio climático, la regulación en términos de desempeño medioambiental aumentará (Rúa, Merritt, & Valencia, 2020; Minatta & Basani, 2023).

En consecuencia, el costo de la innovación se destaca como el principal desafío que enfrentan las pequeñas y medianas empresas (Pymes) para implementar prácticas sostenibles en los sistemas de producción (Fandiño et al., 2022; Jiménez, Jaramillo, & Salcedo, 2022; Ladino, Briceño, & Rodríguez,

2022; Vásquez et al., 2023). Los altos costos asociados a la implementación de innovaciones que incrementen la eficiencia energética o la reducción de los residuos requieren de fuentes alternativas de financiamiento que no choquen con otros objetivos tales como el crecimiento o la internacionalización de la empresa. Sin lugar a duda, las barreras económicas y regulatorias siguen siendo el mayor obstáculo para la difusión de prácticas más sostenibles en el sistema productivo (Dini, Gligo, & Patiño, 2021; Sotomayor, Ramírez, & Martínez, 2021; Sotomayor & Romero, 2023).

Educación y capacitación en la promoción de la sostenibilidad en la manufactura

El proceso de preparación formativo del personal manufacturero no es estático. Se encuentra influenciado de manera determinante por las capacidades de educación dual. Esto significa que un factor determinante en la promoción de la sostenibilidad de las empresas manufactureras es la formación de sus trabajadores en el marco del desarrollo de la empresa y no de manera independiente. En consecuencia, se debe fomentar la incorporación de alumnos a la industria de la manufactura desde edades tempranas y por largos periodos de tiempo, como forma de preparar personas con las habilidades que sean requeridas específicamente por ellas. Es ahí, donde la educación es y será un pilar esencial para la promoción de la sostenibilidad en un contexto de desarrollo (Toca, 2022; Franco & Araya, 2024).

En pleno siglo XXI, las empresas manufactureras requieren personal operativo con habilidades asociadas a técnicas, habilidades fundamentales que faciliten el desarrollo de innovación sostenible y habilidades para la utilización de herramientas asociadas a la gestión ambiental o sostenibilidad (Canizales, 2020; Carro & Sarmiento, 2022; Pedraza, 2023).

IV. CONCLUSIONES

En las últimas décadas ha existido un importante aumento en las actividades de la manufactura, de ahí la importancia de equilibrar rentabilidad económica, responsabilidad social y protección del medio ambiente, lo cual conlleva a la denominada sostenibilidad. De hecho, en primera instancia

el estudio demuestra que a través de la revisión sistemática los términos sostenibilidad financiera, empresas manufactureras y gestión estratégica conllevan a la transformación del sector empresarial hacia prácticas más resilientes, sostenibles y adaptativas, permitiéndose determinar los elementos teóricos-metodológicos y estratégicos en el sector manufacturero para lograr la sostenibilidad financiera.

Por ello, los resultados indican que la sostenibilidad a partir de dimensiones relacionadas con impacto ambiental, prácticas sostenibles en la cadena de suministro, toma de decisiones, tecnología y economía circular, y barreras para la implementación de tecnologías sostenibles y educación en la promoción de la sostenibilidad; encaminan diversos aspectos claves como: 1) Gestión de residuos, 2) Transparencia y compromiso, 3) Uso de materiales sostenibles, 4) Implementación de tecnologías limpias, 5) Especialización de colaboradores empresariales, 6) Adopción de un modelo económico circular, 7) Internacionalización e innovación, entre otros; siendo esencial para responder satisfactoriamente las demandas de los clientes y acceder a mercados internacionales.

Ahora bien, un aspecto muchas veces mal interpretado es creer que cumplir estrictamente los requisitos legales es sinónimo de sostenibilidad, ya que lo ideal es manejar un triple impacto. Es ahí, donde actualmente la sostenibilidad designa un modelo de desarrollo cuyo objetivo es que la sociedad sea capaz de asegurar las características ecológicas fundamentales del planeta y conseguir una cohesión y equilibrio entre sociedad, economía y naturaleza. De esta forma, en base al objeto de estudio los investigadores podrán contrapesar los datos con la finalidad de que las empresas manufactureras realicen prácticas financieras sostenibles, y a la vez lleven a cabo un modelo económico circular en pro de entorno-empresa; y así garantizar prácticas sostenibles que aborden el bienestar comunitario y la subsistencia empresarial con el transcurso del tiempo.

V. REFERENCIAS

Andrada, D., Fernández, N., González, S., & Yaregui, M. (2021). *Introducción al estudio de la economía. Teorías, prácticas y debates. La economía desde un*

punto de vista crítico. Argentina: Educo. <https://rdi.uncoma.edu.ar/handle/uncomaid/16309>

Antón, G. (2022). La ventaja competitiva: una herramienta de liderazgo. España. *Tesis de pregrado*. Universidad Miguel Hernández. <https://dspace.umh.es/handle/11000/28398>

Arenas, V., & Contreras, P. (2022). Diseño de experiencias circulares para la adopción de herramientas formativas de economía circular y habilidades de sostenibilidad en facilitadores de Instituciones de educación superior con carreras con una fuerte componente creativa. Chile. *Tesis de posgrado*. Universidad del Desarrollo. <https://repositorio.udd.cl/items/95413c82-9c49-41eb-a266-b201ac814bce>

Bonoli, A., & Serrano, F. (2023). Circular economy and circular bioeconomy as pillars of the ecological transition for a worldwide enhanced sustainability. España. *Tesis de posgrado*. Universidad de Granada. <https://digibug.ugr.es/handle/10481/84400>

Bravo, O., Osorio, M., & Loor, X. (2021). La calidad del desarrollo industrial y su impacto en el medio ambiente. *Polo del Conocimiento*, 6(9), 153-166. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8094540>

Bruna, P., & Martínez, J. (2021). Arte y ecología política. Un viaje desde el modelo antropocéntrico a las realidades de los no humanos. España. *Tesis doctoral*. Universidad de Barcelona. <https://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/175793>

Brunet, I. (2021). *Creación de empresas: emprendimiento e innovación*. Colombia: Biblioteca Económica. https://biblioteca.bce.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=111633&shelfbrowse_itemnumber=129090

Bula, O. (2020). Importancia de la agricultura en el desarrollo socio-económico. Argentina. *Tesis de pregrado*. Universidad Nacional de Rosario. <https://rephip.unr.edu.ar/items/140a9ca6-f785-4d13-8375-c088ec49dac7>

Cabodevila, I., & Martínez, A. (2023). Sostenibilidad y

- contabilidad. España. *Tesis de posgrado*. Universidad de Santiago de Compostela. <https://minerva.usc.gal/entities/publication/afb66541-d686-4477-a246-4a575f64457a>
- Camino, S., & Brito, L. (2021). Ciclicidad de la política fiscal en Ecuador. *Análisis económico*, 36(1), 49-84. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-88702021000100049&script=sci_abstract
- Canizales, L. (2020). Elementos clave de la innovación empresarial. Una revisión desde las tendencias contemporáneas. *Innova*, 6(1), 50-69. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7964703>
- Cañizares, J. (2020). El rol de la responsabilidad social empresarial para las microempresas: ¿qué tanto se cumplen las buenas prácticas? *Investigación, Administración e Ingeniería*, 8(1), 107-115. <https://revistas.udes.edu.co/aibi/article/view/1651>
- Cárdenas, B., Guamán, M., Siguenza, L., & Segarra, L. (2020). Integración de información de costos para la toma de decisiones en industrias de ensamblaje. *Economía y Política*, 3(1), 1-11. <https://www.redalyc.org/journal/5711/571162102014/html/>
- Carretero, A. (2022). Economía circular versus economía lineal. Propuestas normativas en España y Francia relativas al uso de envases y a la información dirigida al consumidor sobre cualidades ambientales de los productos. *Cesco de Derecho de Consumo*, 42(2), 19-52. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8474086>
- Carro, J., & Sarmiento, S. (2022). El factor humano y su rol en la transición a Industria 5.0: una revisión sistemática y perspectivas futuras. *Entreciencias: diálogos en la sociedad del conocimiento*, 10(24), 1-18. <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2022.24.81727>
- Córdoba, M. (2021). La responsabilidad social empresarial y el greenwashing como estrategias empresariales: efectos sobre el medio ambiente. Caso de la industria textil. *Observatorio Medioambiental*, 2(4), 21-52. <https://doi.org/10.5209/obmd.79512>
- Dini, M., Gligo, N., & Patiño, A. (2021). *Transformación digital de las mipymes: elementos para el diseño de políticas*. Europa: Cepal. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/47183-transformacion-digital-mipymes-elementos-diseno-politicas>
- Domínguez, R. (2021). América Latina y la maldición de los recursos: el debate en la larga duración. *Trimestre Económico*, 3(351), 769-806. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-718X2021000300769
- Durán, G., & López, A. (2024). *Normas y estándares para la implantación de los ODS y la economía circular*. España: Economistas. https://dialnet.unirioja.es/servlet/ejemplar?codigo=656546&info=open_link_ejemplar
- Estrella, M. (2022). Toda ecología es política, las luchas por el derecho al ambiente en busca de alternativas de mundos. *Estudios geográficos*, 13(19), 189-194. <https://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/beg/article/view/6069>
- Fairlie, A. (2022). *Nuevos retos para el acuerdo comercial multipartes de la Unión Europea con Perú, Colombia y Ecuador*. España: Fundación Carolina. <https://www.fundacioncarolina.es/catalogo/nuevos-retos-para-el-acuerdo-comercial-multipartes-de-la-union-europea-con-peru-colombia-y-ecuador/>
- Fandiño, J., Dalmutt, S., Baquero, V., Dávila, L., Zanella, C., & Conte, A. (2022). Caracterización en la gestión de innovación de pymes por efecto del coronavirus: estudio comparativo Colombia y Brasil. *Estrategia Organizacional*, 11(1), 87-109. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8543948>
- Faraz, M., Tiwari, S., Petraite, M., Mubarik, M., & Zuraidah, R. (2021). How industry 4.0 technologies and open innovation can improve green innovation performance? *Management of Environmental Quality*, 32(5), 1007-1022. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/meq-11-2020-0266/full/html?skipTracking=true>
- Franco, E., & Araya, C. (2024). Plan de sustentabili-

- dad en la gestión de redes de seguridad en la industria de la construcción: prácticas responsables y eficientes para un futuro sostenible. España. *Tesis de posgrado*. Universidad Europea de Madrid. <https://titula.universidadeuropea.com/handle/20.500.12880/7899?show=full>
- Giannetti, B., Agostinho, F., Cabello, J., & Yang, Z. (2020). Cleaner production for achieving the sustainable development goals. *Cleaner Production*, 271(4), 122-127. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122127>
- Guo, R., Loss, S., Liao, T., Xi, F., Zhang, J., Zuo, X., . . . Zhang, Y. (2020). Classifying green technologies for sustainable innovation and investment. *Resources, Conservation and Recycling*, 15(3), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104580>
- Hernández, R., & Céspedes, J. (2020). Bioeconomía: una estrategia de sostenibilidad en la cuarta revolución industrial. *Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 7(2), 126-133. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182020000200015
- Hirvilammi, T., & Koch, M. (2020). Sustainable welfare beyond growth. *Sustainability*, 12(5), 18-24. <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/5/1824>
- Ikram, M., Ferasso, M., Sroufe, R., & Zhang, Q. (2021). Assessing green technology indicators for cleaner production and sustainable investments in a developing country context. *Journal of Cleaner Production*, 3(22), 129-149. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652621032790>
- Jiménez, O., Jaramillo, L., & Salcedo, V. (2022). Tendencias digitales: diagnóstico de aplicación en pymes en la ciudad de Machala, Ecuador post-pandemia. *Dilemas Contemporáneos*, 2(111), 1-23. <https://dilemas-contemporaneoseduccionpoliticaayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/3160/3147>
- Kharazishvili, Y., Kwilinski, A., Grishnova, O., & Dźwi-goł, H. (2020). Social safety of society for developing countries to meet sustainable development standards: indicators, level, strategic benchmarks (with calculations based on the case study of Ukraine). *Sustainability*, 12(21), 53-89. https://www.researchgate.net/publication/346567714_Social_Safety_of_Society_for_Developing_Countries_to_Meet_Sustainable_Development_Standards_Indicators_Level_Strategic_Benchmarks_with_Calculations_Based_on_the_Case_Study_of_Ukraine
- Ladino, J., Briceño, D., & Rodríguez, L. (2022). Industria 4.0: el reto para las pymes manufactureras de Bogotá, Colombia. *Mutis*, 12(1), 1-18. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8304551>
- López, C., García, J., & Hernández, S. (2020). Análisis exhaustivo de los principios de diseño en el contexto de Industria 4.0. *Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, 17(4), 432-444. https://www.researchgate.net/publication/346629064_Analisis_exhaustivo_de_los_principios_de_dise-no_en_el_contexto_de_Industria_40
- Luck, P. (2022). Por una constitución de la tierra. La humanidad en la encrucijada por Ferrajoli. *Filosofía*, 53(2), 1-8. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/163932>
- Meléndez, J., Delgado, J., Chero, V., & Rodríguez, J. (2021). Una revisión desde los modelos de negocios y la responsabilidad social empresarial. *Economía Circular*, 26(6), 560-573. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8890603>
- Mies, A., & Gold, S. (2021). Mapping the social dimension of the circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 3(21), 1-14. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652621031528>
- Minatta, A., & Basani, M. (2023). ¿Cómo puede la regulación impulsar la innovación?: regulación habilitadora para la innovación en el sector agua, saneamiento y residuos sólidos de América Latina y el Caribe. Europa: Bid. <https://publications.iadb.org/es/como-puede-la-regulacion-impulsar-la-innovacion-regulacion-habilitadora-para-la-innovacion-en-el>
- Moraga, P., Rosales, J., Chachuán, F., & Sameshima, S. (2023). Memoria ambiental. La historia de la insti-

- tucionalidad ambiental, a 50 años del golpe militar. *Derecho Ambiental*, 2(20), 1-30. <http://dx.doi.org/10.5354/0719-4633.2023.73355>
- Nieves, L., & Morales, W. (2022). Una mirada a la brecha entre actitud y comportamiento del consumidor en la economía circular. *Tendencias*, 23(1), 372-394. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8220740>
- Pacce, M., Sánchez, I., & Suárez, M. (2021). El papel del coste de los derechos de emisión de CO2 y del encarecimiento del gas en la evolución reciente de los precios minoristas de la electricidad en España. *Tendencias*, 20(2), 1-31. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8030594>
- Pacheco, C., Rojas, C., Niebles, W., & Hernández, H. (2022). Gestión gerencial creativa de las micro, pequeñas y medianas empresas manufactureras (mipymes) para el desarrollo de mejoramiento constante. *Información Tecnológica*, 33(3), 67-80. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8471538>
- Padilla, A., Barros, B., Arcese, G., & Merveille, N. (2021). Social circular economy indicators: selection through fuzzy delphi method. *Sustainable Production and Consumption*, 2(6), 101-110. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352550920305698>
- Paz, A., Acevedo, Á., & Romero, B. (2021). La sustentabilidad como principio de responsabilidad empresarial frente los ecosistemas naturales. *Filosofía*, 38(99), 190-210. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8153508>
- Pedraza, B. (2023). Educación y Formación Permanente: Nuevas habilidades y competencias para una empleabilidad sostenible en el contexto socioeconómico y laboral actual. *Educación e Investigación*, 5(9), 107-122. <https://revistaalternancia.org/index.php/alternancia/article/view/1111/2297>
- Pérez, M., Acosta, I., & Acurero, M. (2020). Categorías de análisis sobre la sostenibilidad una propuesta teórica y contextualizada para el sector empresarial. *Económicas*, 41(2), 115-136. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8445049>
- Pilapanta, M. (2022). Política pública y residuos sólidos en las Islas Galápagos: una perspectiva desde la economía ambiental, período 2015-2020. Ecuador. *Tesis de pregrado*. Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/f96f262a-924f-46a4-bf86-b235eed95517/content>
- Piña, D. (2023). *Retos de la política sectorial para fomentar la producción sustentable. Caso de los proyectos recientes de desarrollos industriales en México, 2020-2022*. México: Universidad Nacional Autónoma de México. <https://ru.iiec.unam.mx/6091/>
- Plans, I. (2021). *Siete casos de éxito empresarial y un método de innovación enfocados en las personas*. España: Profit. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=924916>
- Rúa, A., Merritt, H., & Valencia, A. (2020). Innovación tecnológica inducida: un análisis bibliométrico de la investigación en energía solar, 1960-2018. *Análisis Económico*, 35(89), 239-269. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-66552020000200239
- Ruiz, J. (2024). Negociación colectiva y representación unitaria en grupos de empresa y entornos descentralizados. *Andaluza de Trabajo y Bienestar Social*, 1(71), 171-198. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9539783>
- Russo, S., Merveille, N., & Padilla, A. (2020). Addressing the social aspects of a circular economy: a systematic literature review. *Sustainability*, 12(19), 69-72. https://www.researchgate.net/publication/344378956_Addressing_the_Social_Aspects_of_a_Circular_Economy_A_Systematic_Literature_Review
- Samaniego, J., Sánchez, J., & Alatorre, J. (2022). Medio ambiente y desarrollo en un contexto centro-periferia. *Trimestre Económico*, 89(353), 229-256. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-718X2022000100229

- Santos, B., & Ramírez, D. (2023). Sostenibilidad de cadenas de suministro: caracterización y gestión. *Ciencias Empresariales*, 8(8), 1-8. <https://revistas.ubp.edu.ar/index.php/revista-ciencias-empresariales/article/view/477>
- Serrano, J., Bikfalvi, A., Llachi, J., & Jiménez, F. (2023). Desarrollo del producto innovador verde desde sus antecedentes hasta el impacto: evidencia de acuerdo con la encuesta europea de innovación en producción. España. *Tesis doctoral*. Universidad Politécnica de Valencia. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=316018>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (24 de Junio de 2022). *Mipymes y organizaciones de economía popular y solidaria son una pieza clave para la economía del país*. <https://www.normalizacion.gob.ec/mipymes-y-organizaciones-de-economia-popular-y-solidaria-son-una-pieza-clave-para-la-economia-del-pais/>
- Shahzad, M., Qu, Y., Rehman, S., & Ullah, A. (2022). Adoption of green innovation technology to accelerate sustainable development among manufacturing industry. *Journal of Innovation & Knowledge*, 7(4), 7-21. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2444569X22000671>
- Solórzano, J., Vera, J., & Buñay, J. (2022). Crecimiento económico y medio ambiente. *Reciamuc*, 6(1), 203-212. <https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/779>
- Sotomayor, J., & Romero, V. (2023). Procesos de industrialización en regiones de América Latina: caso provincia de El Oro. Ecuador. *Tesis de pregrado*. Universidad Técnica de Machala. <https://repositorio.ut-machala.edu.ec/handle/48000/22625?mode=full>
- Sotomayor, O., Ramírez, E., & Martínez, H. (2021). *Digitalización y cambio tecnológico en las mipymes agrícolas y agroindustriales en América Latina*. Europa: Cepal. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/46965-digitalizacion-cambio-tecnologico-mipymes-agricolas-agroindustriales-america>
- Tejeda, A., Elverdin, P., & Papendieck, S. (2024). Normas y reglamentos vinculados con la protección del ambiente, y su potencial impacto en el comercio agroalimentario de ALC. Costa Rica. *Tesis de pregrado*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. <https://repositorio.iica.int/items/1c025f7b-f1b1-45c5-915e-ed442e7654c6>
- Toca, C. (2022). *Las organizaciones y los objetivos de desarrollo sostenible: nuevos conceptos estratégicos, ambientales y sociales para alcanzar un futuro global*. México: Universidad Iberoamericana de Puebla & Bonilla Artigas. <http://libros.iberopuebla.mx/2023/06/las-organizaciones-y-los-objetivos-de.html>
- Torres, R. (2020). Transición energética: obstáculo o estímulo al desarrollo. *Economía*, 17(49), 46-65. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-952X2020000100046&script=sci_abstract
- Valero, M., Hidalgo, H., & Guevara, P. (2021). La visión de las pymes manufactureras del Ecuador. *Recimundo*, 5(3), 249-256. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8056956>
- Vásquez, E., & Tapia, A. (2023). Influencia de la implementación del sistema de gestión integral RANDOM ERP para la mejora de la trazabilidad en la cadena de suministro en una empresa agroexportadora peruana. Perú. *Tesis de pregrado*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/670456?locale-attribute=es>
- Vásquez, L., Díaz, J., Betancur, Y., & Reyes, G. (2023). Transformación digital un reto para las pymes: articulación de tic tecnología de la información en las pequeñas empresas (pymes) del sector manufacturero de Risaralda. *Ciencia Latina*, 7(5), 5314-5337. <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/8128>
- Vera, T., Parrales, E., Piguave, M., & Zambrano, J. (2024). Desarrollo de estrategias empresariales sostenibles con el uso de tecnologías emergentes. *Ciencia y Desarrollo*, 27(2), 1-13. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9604345>

- Zanfrillo, A., Mortara, V., Tabone, L., & Leuci, V. (2020). Sistemas de trazabilidad en pesquerías argentinas : desafíos de implementación para la sostenibilidad. *Ingeniería Industrial*, 5(24), 1-14. <https://ria.utn.edu.ar/items/eff4aa48-33d0-488b-9932-f5d155d-db444>
- Ziegler, S., & Arias, J. (2022). Conectividad rural en América Latina y el Caribe. Estado de situación y acciones para la digitalización y desarrollo sostenible. Costa Rica. *Tesis de pregrado*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. <https://repositorio.iica.int/items/cdf53134-da03-40c8-a6cd->

Pruebas estadísticas de normalidad: un análisis comparativo entre Kolmogórov- Smirnov, Shapiro-Wilk, Anderson-Darling, Ryan-Joiner Y Jarque-Bera

Pablo Alexander Molina Panchi¹; Diego Fabián Molina Panchi²

Resumen

El objetivo de este artículo es aplicar las pruebas de normalidad Kolmogórov-Smirnov, Shapiro-Wilk, Anderson-Darling, Ryan-Joiner y Jarque-Bera a partir de la revisión de la literatura existente en el análisis de una serie de tiempo. La investigación adopta un enfoque mixto que combina el análisis cuantitativo y cualitativo de las variables, permitiendo evaluar el grado de desviación de los datos respecto a una distribución normal. El estudio es de tipo explicativo, proporcionando una comparación detallada de cada prueba y su aplicación en diversos contextos estadísticos aplicados a una serie de datos. Estas pruebas son fundamentales para verificar el supuesto de normalidad en los datos antes de aplicar métodos estadísticos paramétricos. Los principales resultados señalan que la capacidad para determinar si una muestra proviene de una población con distribución normal es crucial para seleccionar técnicas estadísticas adecuadas, asegurando la validez y confiabilidad. Además, facilita la identificación de desviaciones de la normalidad que pueden requerir transformaciones de datos o métodos no paramétricos alternativos. Ligado a ello, los resultados demuestran que estas herramientas son aplicables en diversos ámbitos económicos y sociales entre otros, lo que asegura que los análisis estadísticos sean precisos y adecuados, especialmente en contextos donde la toma de decisiones rápida es esencial.

Palabras clave: Anderson-Darling, Jarque-Bera, Kolmogórov-Smirnov, Pruebas de normalidad, Ryan-Joiner, Shapiro-Wilk.

Statistical tests of normality: a comparative analysis of Kolmogorov-Smirnov, Shapiro-Wilk, Anderson-Darling, Ryan-Joiner, And Jarque-Bera

Abstract

The objective of this article is to apply the normality tests Kolmogorov-Smirnov, Shapiro-Wilk, Anderson-Darling, Ryan-Joiner, and Jarque-Bera based on a review of the existing literature, in the analysis of a time series. The research adopts a mixed-methods approach, combining quantitative and qualitative analysis of the variables, allowing for the assessment of the degree of deviation from a normal distribution. This is an explanatory study that provides a detailed comparison of each test and its application in various statistical contexts applied to a data series. These tests are essential for verifying the assumption of normality in data before applying parametric statistical methods. The main findings indicate that the ability to determine whether a sample comes from a normally distributed population is crucial for selecting appropriate statistical techniques, ensuring both validity and reliability. Furthermore, it facilitates the identification of deviations from normality that may require data transformations or the use of alternative non-parametric methods. In this regard, the results show that these tools are applicable in various economic and social fields, among others, ensuring that statistical analyses are accurate and appropriate especially in contexts where rapid decision-making is essential.

Keywords: Anderson-Darling, Jarque-Bera, Kolmogorov-Smirnov, Normality tests, Ryan-Joiner, Shapiro-Wilk.

Recibido: 12 de noviembre de 2024

Aceptado: 15 de agosto de 2025

¹ Investigador Independiente, Quito-Ecuador, paalmopa92@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1708-8446>

² Investigador Independiente, Latacunga-Ecuador, diegofabian1@hotmail.es, <https://orcid.org/0000-0002-5803-1876>

I. INTRODUCCIÓN

En el análisis estadístico, es esencial asumir que los datos siguen una distribución normal para aplicar correctamente diversas técnicas y métodos paramétricos. La distribución normal con su curva simétrica en forma de campana es fundamental en la teoría estadística y respalda diversos modelos y pruebas inferenciales (Flores y Flores, 2021).

Esta suposición de normalidad permite el uso de herramientas como la prueba t, el análisis de varianza (ANOVA) y la regresión lineal, esenciales en disciplinas como la psicología y la economía. La normalidad facilita la interpretación de los resultados al proporcionar un marco teórico sólido para la estimación de parámetros y la construcción de intervalos de confianza (Molina M. , 2022).

Sin embargo, es importante tener en cuenta que la normalidad no siempre se cumple en los datos del mundo real, lo que puede conducir a conclusiones incorrectas si se emplean métodos paramétricos sin precaución. Por ello, se han desarrollado pruebas de normalidad, como la prueba de Shapiro-Wilk y la de Kolmogórov-Smirnov, para verificar esta suposición. Cuando los datos se desvían significativamente de la normalidad, se pueden emplear métodos no paramétricos, como la prueba de Mann-Whitney o el coeficiente de correlación de Spearman (Gandica, 2021).

También, técnicas de transformación de datos y métodos de remuestreo como el bootstrap pueden ser útiles en situaciones donde la normalidad no se cumple rigurosamente. En última instancia, comprender la importancia y las limitaciones de la suposición de normalidad es crucial para realizar análisis estadísticos precisos y confiables (Flores et al., 2019).

Más allá de su utilidad práctica, la distribución normal es fundamental en la teoría estadística debido a su estructura matemática y propiedades únicas. Es decir, la simetría de su curva alrededor de la media, junto con sus colas infinitas, permite modelar fenómenos naturales y sociales con gran precisión (Dagnino, 2014).

El objetivo de este artículo es aplicar las pruebas de normalidad Kolmogórov-Smirnov, Shapiro-Wilk, Anderson-Darling, Ryan-Joiner y Jarque-Bera a partir de la revisión de la literatura existente en el análisis de una serie de tiempo.

La pregunta que responde la investigación es: ¿Cuáles son las características, ventajas, limitaciones y efectividad comparativa de las diferentes pruebas estadísticas de normalidad Kolmogórov-Smirnov, Shapiro-Wilk, Anderson-Darling, Ryan-Joiner y Jarque-Bera cuando se aplican a una serie de tiempo?

Además, el Teorema del Límite Central, uno de los resultados más relevantes en estadística, establece que, bajo ciertas condiciones, la distribución de la media muestral de muchas variables aleatorias independientes se aproxima a una distribución normal, independientemente de la distribución original de estas variables. Esto resalta por qué la distribución normal es predominante en el análisis de datos en diversas disciplinas científicas (Delgado, 2022).

El concepto de normalidad fue realizado por Abraham De Moivre en 1733 y posteriormente ampliado por Laplace en 1812, conocido como el Teorema De Moivre-Laplace. En 1805, Legendre introdujo el método de mínimos cuadrados, que Gauss justificó en 1809 al asumir que los errores seguían una distribución normal. El término "*bell surface*" fue usado por Esprit Jouret en 1872 para describir una distribución normal bivalente y el nombre de distribución normal comenzó a utilizar hacia 1875 (Platas, 2021).

En efecto, el autor De Moivre desarrolló la curva normal como una aproximación a la distribución binomial, lo que muestra la conexión entre conceptos estadísticos. Luego, Gauss aplicó la distribución normal al análisis de errores en mediciones astronómicas, estableciendo su utilidad en las ciencias naturales. Esta base histórica facilitó que la distribución normal se convirtiera en un componente esencial de la estadística moderna, dado que sus propiedades matemáticas facilitan el cálculo de probabilidades y la estimación de parámetros (Soto y Herrera, 2024).

En la práctica, los datos a menudo no se ajustan perfectamente a una distribución normal, lo que subraya la necesidad de utilizar herramientas fiables para evaluar la normalidad antes de realizar análisis complejos. Dentro de las mencionadas pruebas de normalidad aplicadas en este estudio tenemos la de Kolmogórov-Smirnov, Shapiro-Wilk, Anderson-Darling, Jarque-Bera y Ryan-Joiner.

De igual forma, se debe mencionar que la falta de ajuste perfecto de los datos a la distribución normal plantea desafíos en la práctica estadística, lo que ha llevado al desarrollo de diversos métodos para evaluar la normalidad (Lind et al., 2012). Frente a ello, la prueba de Kolmogórov-Smirnov compara la distribución acumulativa empírica con la teórica, mientras que la prueba de Shapiro-Wilk se basa en la correlación entre los datos y las puntuaciones normales correspondientes.

En este caso, la elección de la prueba depende de factores como el tamaño de la muestra y la naturaleza de los datos, siendo crucial entender estas diferencias para una evaluación precisa de la normalidad (Schaum, 1991). La verificación de la normalidad es esencial no solo para asegurar la validez de las pruebas estadísticas, sino también para evitar conclusiones incorrectas y malas interpretaciones (Pek et al., 2017).

Al mismo tiempo, la infracción de los supuestos de normalidad puede resultar en estimaciones sesgadas y en intervalos de confianza inexactos, llevando a conclusiones erróneas sobre relaciones entre variables. Las limitaciones de estos tests subrayan la necesidad de un enfoque crítico y matizado en la evaluación de la normalidad, combinando pruebas formales con métodos gráficos y consideraciones teóricas (Webster, 2000).

En la práctica para evaluar la normalidad de los datos, se combinan técnicas gráficas, pruebas estadísticas y el juicio de expertos. La verificación de la normalidad es fundamental para asegurar que las pruebas estadísticas sean válidas y también para entender mejor la estructura de los datos. Si los datos no siguen una distribución normal, se pueden aplicar transformaciones o utilizar métodos estadísticos no paramétricos como alternativas (Molina et al., 2023).

Esta combinación de métodos gráficos, como gráficos Q-Q e histogramas, y pruebas formales ofrece una evaluación más completa de la normalidad. Los métodos gráficos proporcionan una representación visual intuitiva de la distribución de los datos, mientras que las pruebas formales ofrecen una evaluación cuantitativa rigurosa (Lemus y Huincahue, 2019).

Los diferentes tests de normalidad abordan fundamentos teóricos, aplicaciones prácticas y limitaciones. En este contexto la prueba de Shapiro-

Wilk se basa en la regresión de las estadísticas de orden sobre sus valores esperados, mientras que la prueba de Anderson-Darling da más peso a las colas de la distribución (Molina et al., 2023). Por último, la estructura de este artículo de investigación se encuentra compuesta por la introducción, metodología, resultados, discusión y conclusiones.

II. METODOLOGÍA

La investigación presenta un enfoque mixto porque combina el análisis de variables cuantitativas, utilizando estadísticos descriptivos y pruebas de normalidad como Shapiro-Wilk, Kolmogórov-Smirnov, Anderson-Darling, Ryan-Joiner y Jarque-Bera, junto con la evaluación de variables cualitativas relacionadas con la interpretación visual de gráficos Q-Q e histogramas.

Este enfoque es caracterizado por una distribución de los datos que permite medir el grado de desviación de la normalidad (Romero et al., 2020). El estudio se basa en una revisión exhaustiva de la literatura pertinente al tema en cuestión. Para ello, se emplean técnicas de búsqueda y análisis documental que incluyen el uso de bases de datos académicas reconocidas como Scopus, Web of Science, Latinindex y Google Scholar, las cuales aseguran la obtención de información precisa y fiable (Hernández, 2010).

El estudio es de tipo explicativo, debido a que detalla los diferentes tipos de pruebas de normalidad con el objetivo de comparar sus fortalezas, debilidades y su aplicación en diversos contextos estadísticos (Bernal, 2010). En el presente estudio, se procederá a corroborar la teoría mediante un análisis riguroso de los datos recopilados, específicamente en relación con el número de casos de homicidios intencionales.

Para validar las hipótesis, se aplicaron pruebas de normalidad mediante los programas estadísticos EViews, Minitab y SPSS, asegurando la precisión de los resultados. Este enfoque permitirá verificar la consistencia teórica y proporcionar una base sólida para las conclusiones del estudio, asegurando que los hallazgos y conclusiones estén respaldados por evidencia empírica confiable.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las pruebas de normalidad se fundamentan en la comparación entre la distribución de los datos

observados y una distribución normal teórica. Este principio fundamental de las pruebas de normalidad en estadística funciona comparando la distribución de los datos reales recolectados con una distribución normal ideal o teórica (Muñoz et al., 2021).

Este proceso de cuantificación permite evaluar estadísticamente si es razonable asumir que los datos provienen de una población con distribución normal. También, la importancia de estas pruebas radica en que muchos análisis estadísticos asumen normalidad en los datos, por lo que confirmar o rechazar esta suposición es crucial para elegir los métodos analíticos apropiados y para la validez de las conclusiones derivadas de los análisis estadísticos subsecuentes (Padilla, 2022).

Generalmente, la hipótesis nula de estas pruebas estadísticas sostiene que la muestra proviene de una población que sigue una distribución normal. Otro aspecto crucial, en la aplicación de las pruebas de normalidad es la elección del nivel de significancia (α). El valor de α más comúnmente utilizado es 0,05; lo cual implica que se acepta un 5,00% de probabilidad de cometer un error de Tipo I (rechazar la hipótesis nula de normalidad cuando en realidad es verdadera).

Sin embargo, el valor no es fijo ni universal, sino que puede y debe ajustarse según las particularidades y necesidades específicas de cada investigación.

Además, esta flexibilidad en la elección del nivel de significancia refleja la importancia de considerar el contexto, los objetivos y las implicaciones del estudio al momento de tomar decisiones estadísticas (Lemus y Huincahue, 2019).

Métodos gráficos de las pruebas de normalidad

Los métodos gráficos, aunque son más subjetivos, proporcionan una visión valiosa sobre la forma de la distribución de los datos. A continuación, se analizan los Gráficos Q-Q (Quantile-Quantile) y los histogramas. En primer lugar, los gráficos Q-Q (Quantile-Quantile) comparan los cuantiles de los datos observados con los cuantiles teóricos de una distribución normal. Si los puntos del gráfico se alejan significativamente de una línea recta, esto indica que los datos podrían no ajustarse a una distribución normal (Molina et al., 2023).

Además, los gráficos Q-Q ofrecen una herramienta visual eficaz para evaluar la normalidad de los datos. Por último, la línea recta en estos gráficos representa la distribución normal teórica, y cualquier desviación notable de esta línea sugiere que los datos observados difieren de lo esperado en una distribución normal (Marques et al., 2023). La Figura 1 presenta el Gráfico Q-Q normal correspondiente a la serie histórica de homicidios intencionales.

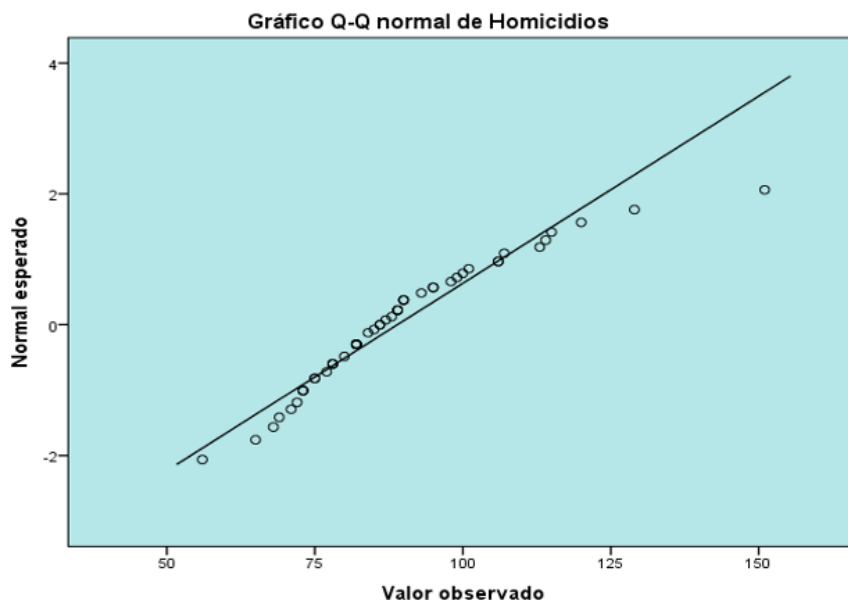


Figura 1. Nube de palabras

Nota. Los datos muestran el Gráfico Q-Q normal de la serie histórica de homicidios intencionales (enero 2014 - febrero 2018). Fuente: Ministerio del Interior, (2024).

La figura 1 presentada muestra un gráfico Q-Q (cuantil-cuantil) normal para los datos de homicidios intencionales. Este tipo de gráfico es utilizado para evaluar visualmente si un conjunto de datos sigue una distribución normal. En el gráfico, la línea diagonal recta representa la distribución normal teórica. Si los datos siguieran perfectamente esta distribución, todos los puntos se situarían exactamente sobre esta línea.

Cada punto en el gráfico corresponde a un dato observado, y su posición en relación con la línea de referencia indica qué tan cerca están los datos de ajustarse a una distribución normal. En general, los puntos siguen bastante de cerca la línea diagonal, lo que sugiere que los datos se aproximan a una distribución normal.

En cuanto a las desviaciones, en los valores más bajos (extremo inferior izquierdo), los puntos tienden a estar ligeramente por debajo de la línea. En los valores más altos (extremo superior derecho),

algunos puntos se desvían más notablemente de la línea, especialmente los dos puntos más altos. Además, la desviación de los puntos en el extremo superior derecho sugiere la presencia de algunos valores más altos de lo esperado en una distribución normal perfecta, lo que podría indicar una cola ligeramente más pesada en la parte superior de la distribución.

Aunque los datos parecen seguir aproximadamente una distribución normal, hay algunas desviaciones, especialmente en los extremos. En consecuencia, la distribución de homicidios se aproxima a la normal, aunque presenta desviaciones. En este contexto, las desviaciones en los extremos, particularmente en los valores más altos, podrían indicar la presencia de algunos valores atípicos o una ligera asimetría en la distribución. La Figura 2 presenta el Gráfico Q-Q normal sin tendencia correspondiente a la serie histórica de homicidios intencionales.

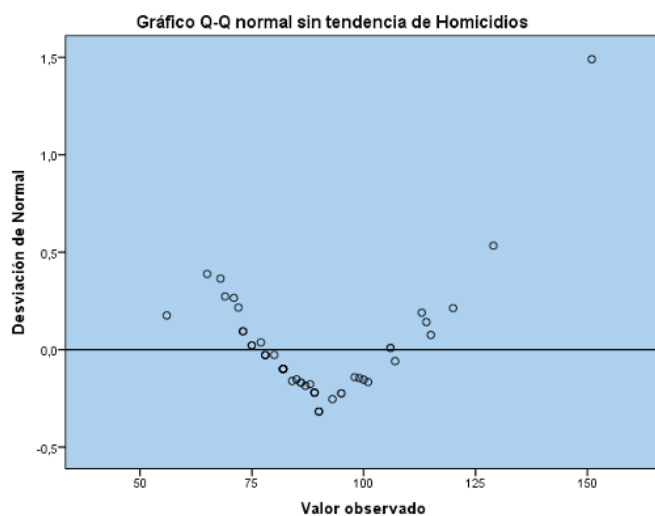


Figura 2. Gráfico Q-Q normal sin tendencia

Nota. Los datos muestran el Gráfico Q-Q normal sin tendencia de la serie histórica de homicidios intencionales (enero 2014 - febrero 2018). Fuente: Ministerio del Interior, (2024).

El gráfico presentado es un gráfico Q-Q normal sin tendencia de homicidios. Este tipo de gráfico es una variación del gráfico Q-Q estándar y se utiliza para evaluar la normalidad de los datos de una manera más detallada, eliminando la tendencia lineal para resaltar las desviaciones de la normalidad.

En este gráfico, el eje X representa los valores observados de homicidios, mientras que el eje Y muestra la desviación de la normal. La línea horizontal en el valor 0 del eje Y representa la

distribución normal perfecta. Los puntos por encima de esta línea indican valores mayores a los esperados en una distribución normal, mientras que los puntos por debajo indican valores menores.

Analizando la distribución de los puntos, se observa una forma de "S" invertida. Esta forma es característica y sugiere que los datos tienen colas más pesadas que una distribución normal perfecta. En los valores más bajos (izquierda del gráfico) y más altos (derecha del gráfico), los puntos tienden a estar por

encima de la línea del cero, indicando valores más extremos de lo esperado en una distribución normal.

En la parte central del gráfico, aproximadamente entre los valores observados de 75 y 125, los puntos tienden a estar por debajo de la línea del cero. Esto sugiere que hay una concentración de valores en torno a la media mayor de lo que se esperaría en una distribución normal perfecta. Se observan algunos valores atípicos, particularmente en el extremo superior derecho del gráfico, donde hay un punto que se desvía considerablemente de la tendencia general. Este punto podría representar un caso de homicidio excepcionalmente alto en comparación con el resto de los datos.

Este gráfico Q-Q sin tendencia refuerza la idea de que los datos de homicidios se desvían de una distribución normal perfecta. Las desviaciones son más pronunciadas en los extremos, lo que indica colas más pesadas, y hay una concentración ligeramente mayor de valores cerca de la media. Estos hallazgos son consistentes con los resultados de la prueba

de Shapiro-Wilk y el gráfico Q-Q normal anterior, proporcionando una visión más detallada de cómo los datos se apartan de la normalidad.

Esta consideración es crucial porque pone de relieve la posible subjetividad en la evaluación visual de la normalidad a través de histogramas. Al mismo tiempo, un número inadecuado de intervalos puede alterar la percepción de la forma de la distribución: un exceso de intervalos puede dar lugar a una apariencia fragmentada y ruidosa, mientras que un número insuficiente puede ocultar características importantes de la distribución.

Por lo tanto, se enfatiza la importancia de elegir cuidadosamente el número de intervalos en un histograma y se sugiere que los investigadores utilicen múltiples representaciones o métodos complementarios para evaluar la normalidad, en lugar de depender únicamente de una visualización del histograma. La Figura 3 presenta el Gráfico de histograma correspondiente a la serie histórica de homicidios intencionales.

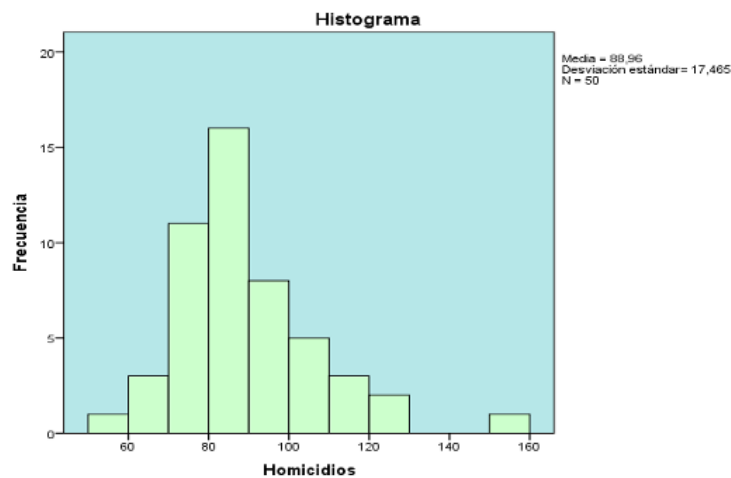


Figura 3. Gráfico de histograma

Nota. Los datos muestran el Gráfico histograma de la serie histórica de homicidios intencionales (enero 2014 - febrero 2018). Fuente: Ministerio del Interior, (2024)

El histograma presentado muestra la distribución de frecuencias de homicidios, ofreciendo una visión general de los datos analizados. La forma de la distribución se asemeja a una campana, pero con una ligera asimetría hacia la derecha, lo que indica una cola más larga en los valores más altos de homicidios.

La tendencia central de los datos se puede observar claramente, con la barra más alta del histograma situada aproximadamente entre 80 y 90 homicidios. Esto se alinea con la media reportada de

88.96, que aparece en la información proporcionada en el gráfico. La desviación estándar de 17.465 sugiere una variabilidad considerable en los datos, lo que se refleja en la amplitud de la distribución en el histograma.

Se debe agregar que, el rango de los datos se extiende desde aproximadamente 60 hasta 160 homicidios, con la mayoría de los casos concentrados entre 70 y 110. Esta distribución muestra una ligera asimetría positiva, evidenciada por la presencia

de algunos casos que se extienden más allá de 120 homicidios, formando una cola más larga en el extremo derecho del gráfico. La categoría con la frecuencia más alta, que podría considerarse la moda de la distribución, parece estar en el rango de 80-90 homicidios.

El gráfico también indica que se están analizando 50 casos de homicidios mensuales ($N = 50$), lo cual proporciona un contexto importante sobre el tamaño de la muestra. Se observan algunos casos en el extremo derecho, cerca de 160 homicidios, que podrían considerarse como valores atípicos o outliers. Estos casos contribuyen a la asimetría de la distribución y podrían representar situaciones excepcionales o extremas en los datos de homicidios.

Aunque la distribución se aproxima a una forma normal, la ligera asimetría y la presencia de posibles outliers sugieren una desviación de la normalidad

perfecta. Esta observación es consistente con los análisis previos realizados mediante los gráficos Q-Q, reforzando la conclusión de que los datos de homicidios, si bien se acercan a una distribución normal, presentan ciertas características que los alejan de una normalidad estricta.

Estadísticos descriptivos

Las pruebas estadísticas formales para evaluar la normalidad son esenciales en el análisis de datos, debido a que permiten a los investigadores determinar con precisión si una muestra proviene de una población con distribución normal (Lugo y Pino, 2022). Sin embargo, antes de utilizar estas pruebas de normalidad, se recomienda analizar los estadísticos descriptivos. A continuación, en la Tabla 1 se presentan los estadísticos descriptivos:

Tabla 1. Estadísticos descriptivos

Variable	Descriptivos	Estadístico	Error estándar
Homicidios	Media	88,96	2,470
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	84,00
		Límite superior	93,92
	Media recortada al 5%	87,84	
	Mediana	86,00	
	Varianza	305,019	
	Desviación estándar	17,465	
	Mínimo	56	
	Máximo	151	
	Rango	95	
	Rango intercuartil	21	
	Asimetría	1,188	,337
	Curtosis	2,320	,662

Nota. Los datos muestran los estadísticos descriptivos de la serie histórica de homicidios intencionales (enero 2014 - febrero 2018). Fuente: Ministerio del Interior, (2024).

Los estadísticos descriptivos ofrecen una visión detallada de la distribución de los homicidios intencionales. La media de homicidios es de 88,96; con un error estándar de 2,47. Esto nos da una estimación del promedio de homicidios en la población estudiada. El intervalo de confianza del 95% para la media se sitúa entre 84,00 y 93,92, lo que significa que podemos estar 95% seguros de que la verdadera media poblacional se encuentra dentro de este rango.

La media recortada al 5% es de 87.84, ligeramente

inferior a la media aritmética, lo que sugiere que algunos valores extremos están inflando la media general. La mediana es de 86.00, también algo menor que la media, lo que refuerza la idea de una ligera asimetría positiva en la distribución.

La varianza de 305.019 y la desviación estándar de 17.465 indican una dispersión considerable en los datos. El rango de los datos es amplio, con un mínimo de 56 y un máximo de 151 homicidios, abarcando un total de 95 unidades. El rango intercuartil de 21 nos da una idea de la dispersión del 50% central de los datos.

La asimetría positiva de 1.188 confirma que la distribución está sesgada hacia la derecha, con una cola más larga en los valores altos. Esto es consistente con las observaciones previas del histograma. La curtosis de 2.320 sugiere que la distribución es leptocúrtica, es decir, tiene colas más pesadas y un pico más pronunciado que una distribución normal perfecta.

Estos estadísticos descriptivos corroboran y cuantifican las observaciones realizadas en los análisis gráficos anteriores (Álvarez y Barreda, 2020). La distribución de homicidios, aunque cercana a la normal, presenta características de asimetría positiva y mayor concentración de datos alrededor de la media de lo que se esperaría en una distribución normal perfecta. La presencia de valores extremos en el lado derecho de la distribución está influyendo en las medidas de tendencia central y dispersión.

Sobre la base de lo antes expuesto, se debe mencionar que esta evaluación es vital porque muchos métodos estadísticos paramétricos presuponen que los datos siguen una distribución normal. Entre las pruebas más utilizados están Shapiro-Wilk, Kolmogórov-Smirnov, Anderson-Darling y Jarque-Bera, cada uno con sus propias características, ventajas y limitaciones. A continuación, se describe cada uno:

La prueba de Shapiro-Wilk

La prueba de Shapiro-Wilk es una herramienta estadística esencial para evaluar la normalidad de un conjunto de datos, lo cual es fundamental en muchos análisis estadísticos. Esta prueba se basa en la comparación entre los cuantiles de una distribución normal teórica y los cuantiles observados en los datos, lo que permite detectar desviaciones de la normalidad en diferentes partes de la distribución.

Se calcula como una razón entre dos estimaciones de la varianza, y valores de W cercanos a 1 sugieren una mayor probabilidad de que los datos sigan una distribución normal. El p-valor asociado ayuda a decidir sobre la hipótesis nula de normalidad (Romero M. , 2016).

Aunque inicialmente fue diseñado para muestras de hasta 50 observaciones, versiones posteriores han ampliado su aplicabilidad a muestras más grandes. Sin embargo, sigue siendo particularmente efectivo en muestras pequeñas y medianas, donde otras

pruebas pueden ser menos confiables. Comparado con otros tests de normalidad, como Kolmogórov-Smirnov o Anderson-Darling, la prueba de Shapiro-Wilk suele mostrar mayor potencia estadística, lo que significa que es más eficaz para detectar desviaciones de la normalidad cuando estas existen realmente.

Sin embargo, su potencia disminuye con muestras muy pequeñas y grandes, puede detectar desviaciones mínimas de la normalidad que podrían no ser significativas en la práctica (Pedrosa et al., 2015).

Este análisis detallado de la prueba de Shapiro-Wilk destaca su importancia como una herramienta estadística sofisticada y versátil, cuyo valor trasciende la simple evaluación de la normalidad, convirtiéndolo en un recurso fundamental para cualquier analista de datos o investigador que trabaje con estadísticas inferenciales. A continuación, en la ecuación 1 se muestra la fórmula:

$$W = \frac{(\sum_{i=1}^n a_i x_{(i)})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (1)$$

Donde:

n= Es el tamaño de la muestra

$x_{(i)}$ = Representa los datos ordenados de menor a mayor

$\bar{x}$ = Es la media de los datos observados

a_i = Son los coeficientes que dependen de los valores de los cuantiles de la distribución normal estándar y se calculan mediante una fórmula específica que involucra la matriz de covarianza de estos cuantiles.

Su alta potencia lo convierte en una opción ideal para validar los supuestos de normalidad en análisis paramétricos con muestras de hasta 50 observaciones. En la tabla 2, se aplica la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk.

Tabla 2. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk

Variable	Shapiro-Wilk	gl	Sig.
Homicidios	,929	50	,005

Nota. Los datos muestran la prueba de normalidad de la serie histórica de homicidios intencionales (enero 2014 - febrero 2018). Fuente: Ministerio del Interior, (2024).

La tabla 2 muestra el estadístico de Shapiro-Wilk (0,929) está cerca de 1, lo que generalmente sugiere una aproximación a la normalidad. Los grados de

libertad (50) indican el tamaño de la muestra. El valor de significancia (0,005) es menor que el nivel de significancia típico de 0,05.

Además, esto sugiere que debemos rechazar la hipótesis nula de normalidad. Basándonos en estos resultados, podemos concluir que la distribución de los datos de homicidios probablemente no sigue una distribución normal. Esto se debe a que el valor p (0,005) es menor que 0,05, lo que indica una desviación significativa de la normalidad.

Kolmogórov-Smirnov

La prueba de Kolmogórov-Smirnov (K-S) es una herramienta estadística ampliamente utilizada para comparar una distribución de datos observados con una distribución teórica, siendo la distribución normal una de las más comunes en estas comparaciones. El fundamento de la prueba K-S se basa en la comparación entre la función de distribución acumulativa empírica (ECDF) de los datos observados y la función de distribución acumulativa teórica (CDF) de la distribución de referencia (Moraguez et al., 2017).

El estadístico D de la prueba K-S se define como la máxima diferencia absoluta entre estas dos funciones de distribución acumulativas, y se expresa matemáticamente con la siguiente fórmula:

$$D = \max |F_0(x) - S_n(x)| \quad (2)$$

Donde:

$F_0(x)$ = Es la función de distribución acumulativa teórica.

$S_n(x)$ = Es la función de distribución acumulativa empírica, calculada a partir de la muestra de datos.

D = Es la función de distribución acumulativa teórica.

En este contexto, una de las principales ventajas de la prueba K-S es su capacidad para evaluar el ajuste de los datos frente a una variedad de distribuciones

teóricas, no limitándose solo a la distribución normal. Esto lo hace especialmente útil en áreas donde las distribuciones de datos pueden presentar patrones diversos, como en las ciencias sociales, económicas y naturales.

Además, la prueba K-S es particularmente efectiva en muestras grandes, donde puede detectar pequeñas desviaciones respecto a la distribución teórica. Sin embargo, en muestras muy grandes, incluso desviaciones mínimas pueden resultar estadísticamente significativas, lo que requiere una interpretación cuidadosa según el contexto del problema analizado (Moraguez et al., 2017).

En comparación con la prueba de Shapiro-Wilk, el K-S suele ser menos sensible para detectar desviaciones de la normalidad en muestras pequeñas, ya que el Shapiro-Wilk está diseñado específicamente para evaluar la normalidad y utiliza información más detallada sobre la forma de la distribución. Sin embargo, la flexibilidad del K-S para probar múltiples distribuciones compensa esta limitación en muchos casos prácticos.

La implementación de la prueba K-S en la mayoría de los paquetes estadísticos modernos ha facilitado su uso generalizado. Además, existen variantes como la prueba de Lilliefors (una adaptación del K-S cuando los parámetros de la distribución teórica se estiman a partir de la muestra) y la prueba de Cramér-von Mises, que ofrecen alternativas para situaciones específicas (Martínez y Carleos, 2011).

En la práctica, es común y recomendable combinar la prueba K-S con métodos gráficos, como los gráficos Q-Q y P-P, para obtener una visión más completa de cómo los datos observados se desvían de la distribución teórica. Esta combinación permite no solo identificar si existe una diferencia significativa, sino también visualizar dónde y cómo se presentan estas diferencias a lo largo de la distribución. En la tabla 3, se aplica la prueba de normalidad de Kolmogórov-Smirnov.

Tabla 3. Prueba de normalidad Kolmogórov-Smirnov

		Homicidios
N		120
Parámetros normales ^{a,b}	Media	194,82
	Desviación estándar	193,536
Máximas diferencias extremas	Absoluta	,313
	Positivo	,313
	Negativo	-,243
Estadístico de prueba		,313
Sig. asintótica (bilateral)		,000 ^c

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

Nota. Los datos muestran la prueba de normalidad de la serie histórica de homicidios intencionales (2014 - 2023).

Fuente: Ministerio del Interior, (2024).

El análisis de la tabla de la prueba de Kolmogórov-Smirnov para la variable "Homicidios" revela información crucial sobre la distribución de los datos. En primer lugar, la muestra consta de 120 observaciones, lo que proporciona una base sólida para el análisis. Al examinar los parámetros de la distribución normal, se observa una media de 194,82 y una desviación estándar de 193,536. Es importante señalar que estos valores sugieren una dispersión considerable en los datos, dado que la desviación estándar es prácticamente igual a la media.

En cuanto a las máximas diferencias extremas, el valor absoluto más alto (0,313) se establece como el estadístico de prueba D. Este valor es fundamental para la interpretación de los resultados. La significación asintótica (bilateral) de 0,000 indica un p-valor extremadamente bajo ($< 0,001$), lo que conlleva al rechazo de la hipótesis nula.

Es relevante mencionar que la prueba se realizó contra una distribución normal, utilizando parámetros calculados a partir de los datos de la muestra. Además, se aplicó la corrección de Lilliefors, lo cual es apropiado en casos donde los parámetros de la distribución se estiman a partir de la muestra misma.

La interpretación de estos resultados conduce a varias conclusiones significativas. En primer lugar, el p-valor extremadamente bajo proporciona evidencia estadística robusta para rechazar la hipótesis de que los datos siguen una distribución normal. La diferencia entre los valores positivo (0,313) y negativo (-0,243) sugiere una posible asimetría positiva en la

distribución de los datos.

Otro aspecto es la alta variabilidad en los datos, evidenciada por la desviación estándar casi igual a la media. Esta característica podría indicar una distribución con cola larga hacia la derecha, típica en datos de conteo como los homicidios.

La falta de normalidad en los datos sugiere la necesidad de considerar métodos no paramétricos o transformaciones de datos para análisis posteriores. Además, sería pertinente explorar si los datos se ajustan mejor a otras distribuciones teóricas más apropiadas para conteos, como la distribución de Poisson o la binomial negativa (Arguello et al., 2023).

No obstante, es importante reconocer las limitaciones de este análisis. Si bien la prueba de Kolmogórov-Smirnov es útil, sería recomendable complementar estos resultados con métodos gráficos, como histogramas o gráficos Q-Q, para obtener una comprensión más completa y matizada de la distribución de los datos. Esta prueba de Kolmogórov-Smirnov proporciona evidencia estadística sólida de que los datos de homicidios no siguen una distribución normal (Cruz et al., 2014).

Este hallazgo tiene implicaciones significativas para cualquier análisis estadístico posterior que se realice con estos datos, y subraya la importancia de seleccionar cuidadosamente los métodos estadísticos apropiados para su tratamiento y análisis (Cruz et al., 2014).

Anderson-Darling

La prueba de Anderson-Darling representa un

avance significativo en el ámbito de las pruebas de bondad de ajuste, evolucionando notablemente desde la prueba de Kolmogórov-Smirnov. Su principal distinción radica en la ponderación diferencial que aplica a las colas de la distribución, lo que se refleja en una fórmula matemática más compleja (Mares y Domínguez, 2022):

$$A^2 = -n - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (2i-1) [\ln F(Y_i) + \ln(1 - F(Y_{n+1-i}))] \quad (3)$$

Donde:

n = El tamaño de la muestra.

Y_i = es el valor ordenado de la i -ésima observación.

F = Es la función de distribución acumulada (CDF) de la distribución normal bajo prueba.

Esta fórmula mide las discrepancias entre la distribución empírica y la teórica, dando mayor peso a las observaciones en los extremos de la distribución. Esta característica hace que la prueba de Anderson-Darling sea especialmente sensible a las desviaciones en las colas, lo que resulta muy útil en varios contextos aplicados.

En el sector financiero, por ejemplo, la capacidad de la prueba de Anderson-Darling para examinar detalladamente las colas de la distribución lo convierte en una herramienta valiosa. Los eventos extremos que se representan en estas colas tienen

un impacto crucial en la gestión de riesgos y en la valoración de activos. De manera similar, en la industria de seguros, donde es vital estimar eventos poco frecuentes, pero de gran impacto, la sensibilidad de la prueba a las colas proporciona información crítica para la modelización actuarial y la determinación de primas.

Una ventaja destacada de la prueba de Anderson-Darling es su flexibilidad en cuanto al tamaño de la muestra. A diferencia de otros tests que pueden perder precisión o potencia en muestras muy pequeñas o grandes, el Anderson-Darling mantiene su capacidad para detectar desviaciones en un amplio rango de tamaños muestrales. Esto lo convierte en una herramienta robusta y adaptable a diversas situaciones de investigación y análisis de datos (Indira y Llinás, 2014).

En el ámbito más amplio de la estadística inferencial, la prueba de Anderson-Darling complementa y enriquece las herramientas disponibles para la evaluación de normalidad y ajuste de distribuciones. Su uso en combinación con otros métodos, como el Shapiro-Wilk para muestras pequeñas o el Kolmogórov-Smirnov para una evaluación general, permite un análisis más completo y matizado de las características de las distribuciones de datos. La Figura 4 presenta el Gráfico de la prueba Anderson-Darling.

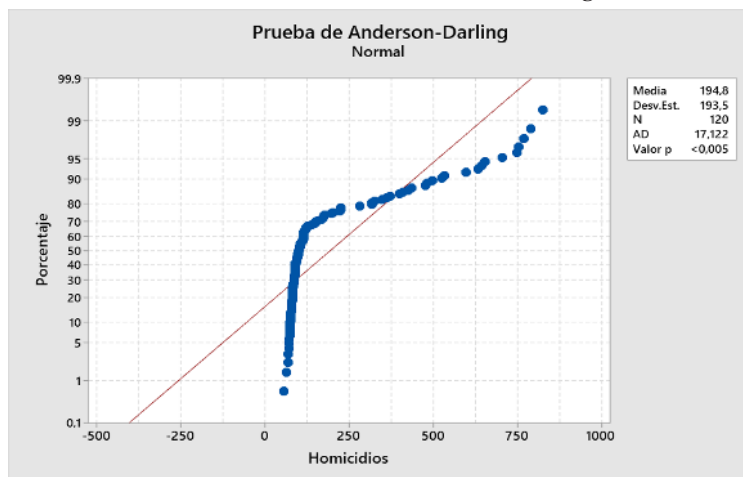


Figura 4. Gráfico de la prueba Anderson-Darling

Nota. Los datos muestran el gráfico de la prueba Anderson-Darling de la serie histórica de homicidios intencionales (2014-2023).

Fuente: Ministerio del Interior, (2024).

La gráfica de la prueba de Anderson-Darling para la normalidad de los datos de homicidios revela información crucial sobre su distribución. En primera

instancia, se observa una clara desviación de los puntos azules, que representan los datos observados, respecto a la línea roja diagonal que indicaría una

distribución normal perfecta. Esta desviación es particularmente pronunciada en los extremos del gráfico, sugiriendo una divergencia significativa de la normalidad.

La forma de "S" invertida que trazan los puntos es indicativa de una asimetría positiva en la distribución, con una cola larga extendiéndose hacia la derecha. Esta característica se ve reforzada por la alta concentración de puntos en la parte inferior izquierda del gráfico, lo que señala que una proporción considerable de los valores se encuentra por debajo de la media. Adicionalmente, la presencia de puntos aislados en la parte superior derecha del gráfico sugiere la existencia de valores atípicos altos, que contribuyen a la asimetría observada.

Los estadísticos proporcionados en la gráfica ofrecen un respaldo cuantitativo a estas observaciones visuales. Con una media de 194.8 y una desviación estándar de 193.5 para una muestra de 120 observaciones, se evidencia una alta variabilidad en los datos. El estadístico de Anderson-Darling (AD) de 17.122 es notablemente elevado, y el valor p asociado, inferior a 0.005, indica un rechazo contundente de la hipótesis nula de normalidad.

En conjunto, tanto la representación gráfica como los estadísticos calculados proporcionan evidencia sólida y congruente de que los datos de homicidios se alejan significativamente de una distribución normal. La asimetría positiva, la presencia de posibles valores atípicos y la alta variabilidad son características prominentes de esta distribución. Estos hallazgos tienen implicaciones importantes para cualquier análisis estadístico posterior, sugiriendo la necesidad de considerar métodos robustos o no paramétricos

que no dependan del supuesto de normalidad para el tratamiento adecuado de estos datos.

Jarque-Bera

Por su parte, la prueba de Jarque-Bera se basa en los momentos de tercer y cuarto orden de la distribución, es decir, asimetría y curtosis (Flores y Flores, 2021). En donde, su fórmula se detalla a continuación:

$$JB = \frac{n}{6} + \left[S^2 + \frac{(K-3)^2}{4} \right] \quad (4)$$

Donde:

n: Representa el tamaño de la muestra (Número total de observaciones).

S: Es el coeficiente de asimetría (Skewness) de la muestra.

K: Es el coeficiente de curtosis de la muestra. (Curtosis de una distribución es 3, por lo que k-3 es la desviación de la curtosis respecto a la distribución normal).

El valor de JB sigue una distribución chi-cuadrado con 2 grados de libertad. Un valor alto del estadístico Jarque-Bera sugiere datos no se ajustan bien a una distribución normal. La facilidad de cálculo e interpretación del Jarque-Bera lo hace adecuado para analizar residuos en modelos de regresión y en análisis financieros, aunque su menor potencia en muestras pequeñas y la suposición de independencia entre asimetría y curtosis son limitaciones para tener en cuenta. La Figura 5 presenta el Gráfico de distribución de probabilidad y test de Jarque-Bera.

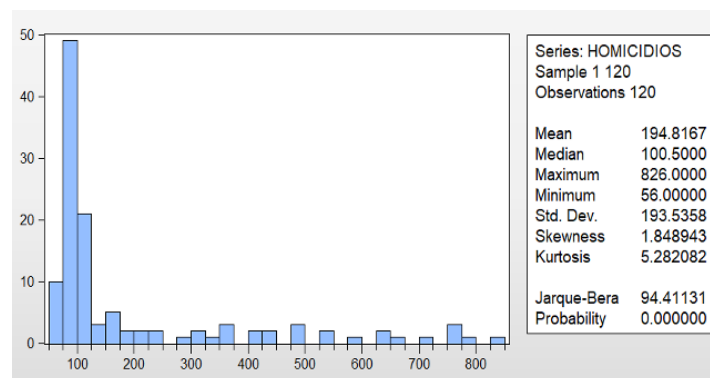


Figura 5. Gráfico de distribución de probabilidad y test de Jarque-Bera
Nota. Los datos muestran el gráfico de distribución de probabilidad de la serie histórica de homicidios intencionales y test de Jarque-Bera (2014 – 2023).

Fuente: Ministerio del Interior, (2024).

El estadístico Jarque-Bera, que muestra un valor de 94.41131 con una probabilidad asociada de 0.000000, indica un fuerte rechazo de la hipótesis nula de normalidad para la distribución de los datos de homicidios. Este hallazgo es coherente con otros estadísticos observados, especialmente la asimetría (skewness) de 1.848943 y la curtosis de 5.282082. La asimetría positiva sugiere que la distribución tiene una cola más larga hacia la derecha, lo cual se refleja en la notable diferencia entre la media (194.8167) y la mediana (100.5000).

La curtosis superior a 3 indica que la distribución es leptocúrtica, con colas más pesadas que una distribución normal. Estos valores de asimetría y curtosis explican el alto valor del Jarque-Bera, confirmando que los datos no siguen una distribución normal. Además, la considerable diferencia entre el valor mínimo (56) y el máximo (826), junto con una desviación estándar (193.5358) cercana a la media, refuerza la conclusión de que la distribución no es normal, con alta variabilidad y potencialmente valores atípicos en el extremo superior.

Prueba de Ryan-Joiner

La prueba de Ryan-Joiner es una herramienta estadística creada para evaluar si un conjunto de datos sigue una distribución normal. Su propósito principal es determinar si una muestra proviene de una población con distribución normal, comparando la distribución observada con una distribución normal teórica. El método calcula la correlación entre los datos ordenados y sus puntuaciones normales esperadas. Un valor de correlación cercano a 1 indica

un buen ajuste a la normalidad, mientras que valores más bajos sugieren desviaciones de esta distribución (Flores y Flores, 2021).

Esta prueba se basa en dos hipótesis: la hipótesis nula (H_0), que afirma que los datos siguen una distribución normal, y la hipótesis alternativa (H_1), que sostiene lo contrario. El valor p obtenido se usa para evaluar la hipótesis nula, donde un valor p menor que el nivel de significancia (usualmente 0.05) lleva a rechazar la hipótesis de normalidad. La prueba a menudo se complementa con representaciones gráficas, como gráficos de probabilidad normal, para visualizar el ajuste de los datos.

$$RJ = \frac{(\sum_{i=1}^n (Z_i - Z)^2) - \frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n (Y_i - Y)^2)}{\frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n (Y_i - Y)^2)} \quad (5)$$

Donde:

Z_i = Es la puntuación normal esperada para el i-ésimo dato ordenado.

Y_i = Es el i-ésimo dato ordenado de la muestra.

Z = Es la media de las puntuaciones normales esperadas.

Y = Es la media de los datos ordenados.

n = Es el tamaño de la muestra.

Entre sus ventajas, se destaca su robustez y eficacia para evaluar la normalidad, siendo particularmente útil para tamaños de muestra pequeños a moderados. La prueba de Ryan-Joiner es conceptualmente similar a otras pruebas de normalidad, como Shapiro-Wilk o Anderson-Darling. A continuación, se muestra la figura 6 de prueba de Ryan-Joiner.

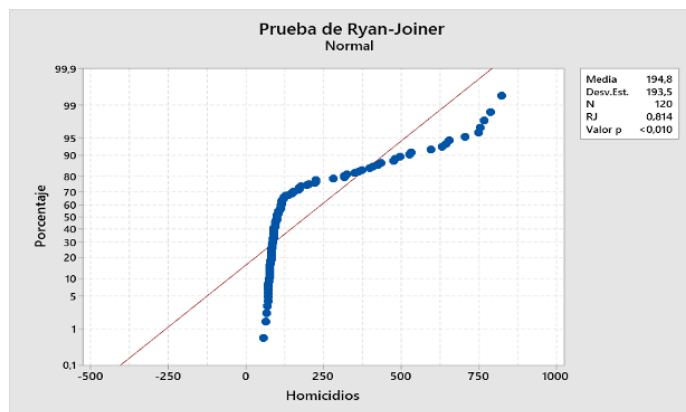


Figura 6. Prueba de Ryan-Joiner

Nota. Los datos muestran el gráfico de la prueba Ryan-Joiner de la serie histórica de homicidios intencionales (2014 - 2023).

Fuente: Ministerio del Interior, (2024).

El gráfico muestra una prueba de Ryan-Joiner para evaluar la normalidad de una distribución de datos sobre homicidios. En el eje X se representan los valores de homicidios, que van desde cerca de 0 hasta casi 1000. El eje Y muestra los porcentajes acumulados en una escala normal, desde 0.1% hasta 99.9%.

Los puntos azules representan los datos observados, estos forman una curva en forma de S que se desvía notablemente de la línea roja de referencia, especialmente en los extremos inferior y superior. Esta desviación sugiere que la distribución de los datos no es perfectamente normal.

La información estadística proporcionada en el

recuadro superior derecho indica una media de 194.8 homicidios, con una desviación estándar de 190.5. El tamaño de la muestra (N) es de 150 observaciones. El valor p de la prueba es 0.010, lo cual es menor que el nivel de significancia típico de 0.05.

Dado el valor p bajo y la desviación visible de los puntos respecto a la línea de referencia, se puede concluir que hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula de normalidad. La distribución de homicidios en este conjunto de datos probablemente no sigue una distribución normal. A continuación, en la Tabla 4, se muestra un análisis comparativo de los métodos de prueba de normalidad presentados revela aspectos importantes sobre cada uno:

Tabla 4. Aspectos relevantes en las pruebas estadísticas

Prueba de normalidad	Aspectos importantes para considerar
Shapiro-Wilk	- Considerado uno de los más potentes, especialmente para muestras pequeñas a medianas ($n \leq 50$). - Muy sensible a diferentes formas de no normalidad. - En este caso, con un valor de 0.929 y $p=0.005$, rechazó la hipótesis de normalidad.
Kolmogórov-Smirnov	- Útil para muestras grandes y puede comparar con diversas distribuciones teóricas. - Menos sensible que Shapiro-Wilk para detectar no normalidad en muestras pequeñas. - Con un estadístico $D=0.313$ y $p<0.001$, también rechazó la normalidad.
Anderson-Darling	- Más sensible a las desviaciones en las colas de la distribución. - Mantiene su potencia en un amplio rango de tamaños muestrales. - El estadístico AD de 17.122 y $p<0.005$ indicó un fuerte rechazo de la normalidad.
Jarque-Bera	- Basado en asimetría y curtosis, es fácil de calcular e interpretar. - Útil en análisis financieros y de residuos en regresiones. - Con un valor de 94.41131 y $p=0.000000$, rechazó contundentemente la normalidad.
Ryan-Joiner	- Similar a Shapiro-Wilk, eficaz para muestras pequeñas a medianas. - Compara la correlación entre datos ordenados y puntuaciones normales esperadas. - Con $p=0.010$, también rechazó la hipótesis de normalidad.

Nota. Los datos muestran los aspectos más importantes a considerar sobre las diferentes pruebas de normalidad de la serie histórica de homicidios intencionales (2014 - 2023).

Fuente: Ministerio del Interior, (2024).

Las pruebas aplicadas coincidieron en rechazar la hipótesis de normalidad para los datos de homicidios. Entre ellos, los tests de Anderson-Darling y Jarque-Bera parecen mostrar los rechazos más contundentes, indicando una desviación significativa de la normalidad. Las pruebas de Shapiro-Wilk y Ryan-Joiner también rechazaron la hipótesis de normalidad, pero sus estadísticos fueron menos extremos en comparación con los anteriores.

La prueba de Kolmogórov-Smirnov proporcionó información adicional sobre la forma de la distribución, lo que complementa el análisis. En conjunto, estos métodos ofrecen una visión completa y coherente de la no normalidad de los datos. Cada prueba destaca diferentes aspectos de la distribución, lo que refuerza la conclusión de que los datos de homicidios no siguen una distribución normal. Esta concordancia en los resultados es crucial, ya que

tiene implicaciones significativas para los análisis estadísticos futuros.

La elección de la prueba adecuada depende de varios factores, incluyendo el tamaño de la muestra y la naturaleza específica de los datos. Mientras que la prueba de Shapiro-Wilk es más conveniente para muestras pequeñas, Kolmogórov-Smirnov y Anderson-Darling son preferibles para muestras grandes. Además, si las colas de la distribución son importantes, Anderson-Darling puede ser la mejor opción. En contextos como las finanzas, donde la asimetría y la curtosis son relevantes, la prueba de Jarque-Bera puede ser más pertinente.

Es crucial tener en cuenta que estas pruebas de normalidad aunque efectivas tienen limitaciones. En muestras muy grandes, pequeñas desviaciones de la normalidad pueden resultar en el rechazo de la hipótesis nula, mientras que, en muestras muy pequeñas, los tests pueden no ser lo suficientemente potentes para detectar desviaciones significativas. Por lo tanto, es recomendable complementar estas pruebas con métodos gráficos como gráficos Q-Q e histogramas y con el juicio experto basado en el conocimiento del área de estudio. A continuación, se muestra en la Tabla 5 análisis comparativo por cada prueba de normalidad empleada.

Tabla 5. Análisis comparativo por prueba de normalidad

Aspecto	Shapiro-Wilk	Kolmogórov-Smirnov	Anderson-Darling	Jarque-Bera	Ryan-Joiner
Tamaño de muestra óptimo	$n \leq 50$ (excelente)	$n > 100$ (recomendado)	$30 < n \leq 100$ (ideal)	$n > 30$ (eficiente)	$n \leq 50$ (muy bueno)
Potencia estadística	Muy alta	Moderada	Alta	Alta	Muy alta
Sensibilidad a asimetría	Buena	Baja	Muy buena	Excelente	Buena
Sensibilidad en colas	Buena	Baja	Excelente	Moderada	Buena
Facilidad de interpretación	Muy fácil	Fácil	Moderada	Muy fácil	Muy fácil
Uso en muestras grandes	No recomendado	Recomendado	Aceptable	Recomendado	No recomendado
Contexto financiero	Secundario	Poco usado	Complementario	Principal	Poco usado
Análisis de residuos	Principal	Poco usado	Complementario	Secundario	Confirmatorio
Investigación experimental	Principal	Poco usado	Complementario	Secundario	Confirmatorio
Fortalezas principales	Máxima potencia general	Comparación múltiples distribuciones	Sensibilidad en extremos	Basado en asimetría/ curtosis	Similar a Shapiro-Wilk

Aspecto	Shapiro-Wilk	Kolmogórov-Smirnov	Anderson-Darling	Jarque-Bera	Ryan-Joiner
Limitaciones principales	Excesivamente sensible en n grandes	Baja potencia en n pequeñas	Cálculo más complejo	Limitado a 2 momentos	Excesivamente sensible en n grandes
Cuando usar como principal	$n \leq 30$ o análisis de residuos	$n > 100$ o múltiples distribuciones	Sospecha problemas en colas	Datos financieros o $n > 30$	Confirmación de Shapiro-Wilk
Cuando usar como confirmatoria	$n > 30$ como segunda opción	Validación en muestras grandes	Cualquier tamaño muestral	Muestras pequeñas/medianas	$n \leq 30$ como segunda opción
Si solo esta prueba rechaza	Desviación sutil detectada	Revisar cálculos	Problema en colas	Asimetría/curtosis específica	Desviación sutil detectada
Si solo esta prueba NO rechaza	Poco probable	Posible baja potencia	Problema no en colas	Asimetría/curtosis normales	Poco probable
Recomendación en tu caso	Evidencia sólida ($p=0.005$)	Confirmación fuerte ($p<0.001$)	Validación robusta ($p<0.005$)	Rechazo contundente ($p=0.000000$)	Consenso final ($p=0.010$)
Estrategia $n \leq 30$	Prueba principal	No recomendado	Confirmatoria	Confirmatoria	Confirmatoria
Estrategia $30 < n \leq 100$	Confirmatoria	Opcional	Prueba principal	Prueba principal	Opcional
Estrategia $n > 100$	No recomendado	Prueba principal	Opcional	Prueba principal	No recomendado
Análisis gráfico recomendado	Q-Q plot + histograma	Q-Q plot + histograma	Q-Q plot + análisis colas	Histograma + coef. asimetría	Q-Q plot + histograma
Decisión final consenso	Todas rechazan = No normalidad robusta	Proceder con métodos no paramétricos	Considerar transformaciones	Evidencia concluyente	Análisis completo

Nota. Los datos muestran un análisis comparativo por cada prueba de normalidad empleada.

Fuente: Dagnino (2014)

Por último, las pruebas de normalidad son herramientas valiosas para los analistas de datos, pero deben usarse con una comprensión clara de sus fortalezas y limitaciones. La combinación de diferentes pruebas, junto con métodos visuales y consideraciones teóricas, proporciona una evaluación más robusta de la normalidad. Esta evaluación cuidadosa es esencial para asegurar la validez de los análisis estadísticos y la solidez de las conclusiones científicas derivadas.

Los resultados obtenidos en el análisis de normalidad de la serie histórica de homicidios intencionales revelan aspectos cruciales sobre la naturaleza de estos datos y sus implicaciones para futuros análisis estadísticos (Molina & Molina, 2025). En diversos estudios se ha subrayado la relevancia de las pruebas de normalidad, como Shapiro-Wilk, Kolmogórov-Smirnov, Anderson-Darling, Jarque-Bera y Ryan-Joiner, para determinar si una

población de la cual se obtuvo una muestra sigue una distribución normal (Flores & Flores, 2021; Gandica, 2021).

Estas pruebas son fundamentales para garantizar la validez de los supuestos estadísticos, ya que la suposición de normalidad es crucial para la aplicación de técnicas estadísticas paramétricas. Ignorar este supuesto puede resultar en conclusiones erróneas y una interpretación incorrecta de los resultados (Gandica, 2021).

Los resultados obtenidos en este estudio confirman la importancia de estas pruebas. Por ejemplo, Shapiro-Wilk (Flores, Muñoz, & Sánchez, 2019) mostró un estadístico de 0.92 con un valor p de 0.005, lo que indica un rechazo claro de la normalidad. Este resultado es consistente con la literatura, ya que la prueba de Shapiro-Wilk es considerada una de las más robustas para evaluar la normalidad (Molina y otros, 2023).

Asimismo, la prueba de Kolmogórov-Smirnov reveló un estadístico D de 0.31 y un valor p inferior a 0.001, lo que confirmó la no normalidad y proporcionó información sobre la posible asimetría positiva de los datos (Platas, 2021). La prueba de Anderson-Darling, centrada en las colas de la distribución, también apoyó esta conclusión, con un estadístico AD de 17.12 y un valor p menor a 0.005, sugiriendo desviaciones significativas en los extremos de la distribución. Este hallazgo es particularmente relevante dado que los eventos extremos en el contexto de los homicidios pueden tener implicaciones críticas para la comprensión y gestión del fenómeno criminal (Molina & Molina, 2025).

En cuanto a la prueba de Jarque-Bera, los resultados mostraron un estadístico de 94.41 con una probabilidad asociada cercana a cero, lo que refuerza la conclusión de no normalidad, al tiempo que proporciona información sobre la asimetría (1.84) y la curtosis (5.28) de la distribución. Estos resultados sugieren la presencia de períodos con tasas de homicidios excepcionalmente altas, y una distribución leptocúrtica, lo que indica una mayor frecuencia de valores extremos tanto altos como bajos (Lind y otros, 2012).

La prueba de Ryan-Joiner también rechazó la hipótesis de normalidad, con un valor p de 0.010. Aunque el valor fue menos extremo que el de otros tests, la representación gráfica asociada mostró una clara desviación de los puntos respecto a la línea de referencia normal, especialmente en los extremos, lo que aportó una visualización intuitiva de la no normalidad de los datos (Soto & Herrera, 2024).

La convergencia de estos resultados tiene implicaciones significativas para el análisis y la interpretación de los datos de homicidios. La no normalidad observada sugiere que los métodos estadísticos paramétricos que asumen normalidad podrían no ser adecuados para estos datos (Webster, 2000). Por lo tanto, se recomienda considerar enfoques no paramétricos o métodos robustos que no dependan de supuestos de normalidad (Pedrosa y otros, 2015). Además, la asimetría positiva y la presencia de colas pesadas indican la necesidad de prestar especial atención a los valores extremos y de emplear modelos que puedan capturar adecuadamente estas características.

Es importante destacar que la no normalidad en los datos de homicidios no es sorprendente y

puede reflejar la complejidad inherente al fenómeno criminal (Romero M., 2016). Factores como eventos sociopolíticos, cambios en las políticas de seguridad o dinámicas específicas del crimen organizado pueden contribuir a patrones no lineales y a la presencia de valores atípicos en las series temporales de homicidios.

IV. CONCLUSIONES

La normalidad sigue siendo un componente fundamental en el análisis estadístico, siendo crucial para la aplicación de muchas técnicas y métodos paramétricos. Ignorar el supuesto de normalidad puede llevar a conclusiones incorrectas y a una interpretación errónea de los resultados, lo que resalta la importancia de evaluar cuidadosamente esta condición antes de aplicar métodos que la asumen. La distribución normal, con su curva simétrica en forma de campana, es esencial tanto para la teoría estadística como para una variedad de modelos y pruebas inferenciales en diversas áreas.

Los tests de normalidad continúan siendo herramientas clave en el análisis estadístico, pero su aplicación e interpretación requieren un enfoque detallado. La elección adecuada de la prueba, la consideración del tamaño de la muestra y la comprensión de las implicaciones de la no normalidad son aspectos críticos que deben evaluarse en cualquier análisis estadístico riguroso. La suposición de normalidad sigue siendo crucial, pero es esencial que los investigadores reconozcan sus implicaciones, validen su aplicabilidad mediante pruebas adecuadas y consideren alternativas cuando sea necesario.

Para evaluar la normalidad, se han desarrollado métodos que combinan pruebas formales y enfoques gráficos. Estos tests miden la discrepancia entre la distribución empírica de los datos y la distribución normal teórica. La combinación de métodos gráficos, como los gráficos Q-Q e histogramas, con pruebas estadísticas formales permite una evaluación más completa de la normalidad. Este enfoque multifacético brinda a los investigadores una comprensión más profunda de la estructura de los datos y facilita la selección de los métodos de análisis adecuados.

A pesar de su utilidad, las pruebas de normalidad tienen limitaciones. En muestras grandes, incluso pequeñas desviaciones de la normalidad pueden

resultar en el rechazo de la hipótesis nula, mientras que, en muestras pequeñas, estas pruebas pueden no detectar desviaciones significativas. Esto resalta la necesidad de considerar el contexto y el tamaño de la muestra al interpretar los resultados, y no depender únicamente de los valores p .

Cuando los datos no siguen una distribución normal, se pueden aplicar transformaciones o métodos no paramétricos. Aunque estas opciones pueden ser útiles, las transformaciones deben aplicarse con cautela para evitar complicaciones en la interpretación de los resultados. Esta tensión entre cumplir con los supuestos estadísticos y mantener la interpretabilidad de los resultados refleja los desafíos en la práctica investigativa.

V. REFERENCIAS

- Álvarez, E., y Barreda, L. (2020). La estadística descriptiva en la formación investigativa del Instructor de Arte. *Revista Conrado*, 16(73), 100-107. <http://scielo.sld.cu/pdf/rc/v16n73/1990-8644-rc-16-73-100.pdf>
- Arguello, V., Cargua, S., Arguello, A., y Argurello, A. (2023). Distribución de Poisson en el análisis de defunciones en menores de un año. *Polo del conocimiento*, 8(5), 292-303. <https://doi.org/10.23857/pc.v8i5.5564>
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación*. Pearson. <http://librodigital.sangregorio.edu.ec/librosusgp/Boo61.pdf>
- Cruz, M., Álvarez, S. E., y Pérez, F. (2014). Sobre la Enseñanza de la Distribución de Poisson en Carreras de Ingeniería. *Boletim de Educação Matemática*, 28(50), 1117-1134. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=291232906007>
- Dagnino, J. (2014). La distribución normal. *Rev Chil Anest*, 43, 116-121. <https://revistachilenadeanestesia.cl/PII/revchilanestv43n02.o8.pdf>
- Delgado, R. (2022). El teorema central del límite: una visión ilustrativa. *Revista Varianza*, 20, 35-42. <https://doi.org/https://doi.org/10.53287/uufr-9587pp15b>
- Flores, C., y Flores, K. (2021). Pruebas para comprobar la normalidad de datos en procesos productivos: Anderson Darling, Ryan-Joiner, Shapiro-Wilk Y Kolmogórov-Smirnov. *Societas. Revista de Ciencias Sociales y Humanísticas*, 23(2), 83-97. <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/341/3412237018/3412237018.pdf>
- Flores, P., Muñoz, L., y Sánchez, T. (2019). Estudio de potencia de pruebas de normalidad usando distribuciones desconocidas con distintos niveles de no normalidad. *Perfiles*, 1(21), 4-11. <https://doi.org/https://doi.org/10.47187/perf.v1i21.42>
- Gandica, E. (2021). Potencia y Robustez en Pruebas de Normalidad con Simulación Montecarlo. *Revista Científica*, 5(18), 108-119. <https://doi.org/https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2020.5.18.5.108-119>
- Hernández, R. (2010). *Metodología de la investigación*. México: Macgraw Hill. <https://www.smuje-rescoahuila.gob.mx/wp-content/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf>
- Indira, L., y Llinás, H. (2014). Distribuciones Poisson y Gamma: Una Discreta y Continua Relación. *Prospect*, 12(1), 99-107. <https://doi.org/10.15665/rp.v12i1.156>
- Lemus, N., y Huincahue, J. (2019). Distribución Normal: Análisis histórico-epistemológico e implicaciones didácticas. *Revista Académica UC Maule*, 56, 1-24. <http://portal.amelica.org/ameli/journal/600/6002792003/>
- Lemus, N., y Huincahue, J. (2019). Distribución normal: análisis histórico-epistemológico e implicaciones didácticas. *UC Maule*(56), 29-57. <https://doi.org/http://doi.org/10.29035/ucmaule.56.29>
- Lind, Marchal, y Wathen. (2012). *Estadística Aplicada a los Negocios y la Economía*. Mcgraw Hill. https://www.academia.edu/17986600/Mcgraw_Hill_Estadística_Aplicada_a_los_Negocios_y_la_Economía
- Lugo, J., y Pino, L. (2022). Razonamiento inferencial de docentes de matemáticas de enseñanza media sobre

- el estadístico t-Student. *Uniciencia*, 36(1), 1-29. <https://doi.org/https://doi.org/10.15359/ru.36-1.25>
- Mares, A., y Domínguez, J. (2022). Evaluación estadística de índices de desempeño para el proceso de división de rollos de EVA. *Ingeniería, investigación y tecnología*, XXIII(2), 1-15. <https://doi.org/https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2022.23.2.013>
- Marques, J., Andrade, T., y Wagner dos, S. (2023). Relación entre la titulación del profesorado y la calidad de las instituciones de la Red Federal de Educación Profesional, Científica y Tecnológica brasileña. *Revista de estudios y experiencias en educación*, 22(48), 207-221. <https://doi.org/https://doi.org/10.21703/0718-5162.v22.n48.2023.012>
- Martínez , P., y Carleos, C. (2011). sobre el estadístico de Cramér – Von Mises. *Revista de Matematica: Teoría y Aplicaciones*, 19(1), 80-101. <https://www.researchgate.net/publication/262701897>
- Ministerio del Interior. (16 de Agosto de 2024). *Datos abiertos*. <https://datosabiertos.gob.ec/dataset/?organization=ministerio-del-interior>
- Molina, M. (2022). Análisis de normalidad. Una imagen vale más que mil palabras. *Rev elect anestesiar*, 14(4). <https://revistaanestesiar.org/index.php/rear/article/view/1093/1402>
- Molina, P., Molina, D., Pico, F., y Guevara, P. (2023). La valoración de empresas y las decisiones de inversión en el sector comercial farmacéutico. *Res Non Verba*, 13(1), 15-35. <https://doi.org/https://doi.org/10.21855/resnonverba.v13i1.689>
- Molina, P., Molina, D., Pico, F., y Velasco, K. (2023). Modelo de fragilidad empresarial Springate en empresas comerciales de productos veterinarios en Ecuador. (37), 7-14. <https://doi.org/https://doi.org/10.31243/bcoyu.37.2023.2081>
- Molina, P., Morán, E., Molina, D., y Caiza, E. (2023). Ineficiencia del mercado de valores de Ecuador a través del modelo de valoración de activos de capital (CAPM). *Revista de Investigación Sigma*, 10(2), 82-105. <https://doi.org/https://doi.org/10.24133/ris.v10i02.3127>
- Molina, P., y Molina, D. (2025). Crímenes en expansión: homicidios intencionales y los desafíos para los derechos humanos y la seguridad en Ecuador. *Tsafiqui - Revista Científica En Ciencias Sociales*, 15(1), 103-120. <https://doi.org/https://doi.org/10.29019/tsafiqui.v15i1.1463>
- Moraguez, A., Pilar, E., y Morales, L. (2017). La prueba de hipótesis Kolmogorov-Smirnov para dos muestras grandes con una cola. *Luz*, 16(3), 77-89. <https://www.redalyc.org/pdf/5891/589166504009.pdf>
- Muñoz , P., Muñoz , L., y Sánchez, T. (2021). Estudio de potencia de pruebas de normalidad usando distribuciones desconocidas con distintos niveles de no normalidad. *Perfiles*, 1(21), 4-11. <https://doi.org/https://doi.org/10.47187/perf.v1i21.42>
- Padilla, F. (2022). El valor p: cómo analizarlo para separarse del positivismo extremo e inductivismo ingenuo? *Investigación en educación médica*, 11(44), 105-114. <https://www.redalyc.org/journal/3497/349775300011/349775300011.pdf>
- Pedrosa, I., Baster, J., Robles, A., Basteiro, J., y García, E. (2015). Pruebas de bondad de ajuste en distribuciones simétricas, ¿qué estadístico utilizar?*. *Universitas Psychologica*, 14(1), 245-254. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.upsy13-5.pbad>
- Pek, Wong, y Wong. (2017). Confidence Intervals for the Mean of Non-Normal Distribution: Transform or Not to Transform. *Open Journal of Statistics*(7), 405-421. https://www.scirp.org/pdf/OJS_2017060814493596.pdf
- Platas, V. (2021). *Contrastes de normalidad*. https://minerva.usc.es/xmlui/bitstream/handle/10347/28978/Platas_Garc%C3%ADa_V%C3%ADctor.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Romero, H., Real, J., Ordoñez, J., Gavino, G., y Saldarriaga, G. (2020). *Metodologías de la investigación*. https://acvenisproh.com/libros/index.php/Libros_categoria_Academico/article/view/22/29
- Romero, M. (2016). Pruebas de bondad de ajuste a una distribución normal. *Revista Enfer-*

- mería del Trabajo*, 6(3), 105-114. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572018000300092
- Schaum. (1991). *Estadística de Schaum* (2da ed.). México: McGraw Hill. https://materiales.untrefvirtual.edu.ar/documentos_extras/0714_estadisticas/estadistica_schaum_1.pdf
- Soto, J., y Herrera, A. (2024). Conceptos básicos de la Distribución Normal. *Rev. Red Inv. Sal. Trab.*, 7(12), 73-82. [https://rist.zaragoza.unam.mx > article > download](https://rist.zaragoza.unam.mx/article/download)
- Webster, A. (2000). *Estadísticas aplicadas a los negocios y a la economía* (3ra ed.). México: McGraw Hill. https://dennismontes2.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/11/estadistica_negocios.pdf



Veterinaria y Biotecnología

Evaluación de dos anestésicos locales más dexmedetomidina intraperitoneal como coadyuvante en analgesia multimodal en ovariectomía veterinaria, Clínica Veterinaria Snap, Ambato

Julio Bonilla Silva¹; Rivelino Ramón Curay²; Jonnathan Arias Real³; Diego Barrera Villaroel⁴; Cristian Becerra Segura⁵

Resumen

Introducción: La ovariectomía es uno de los procedimientos quirúrgicos más comunes en la clínica veterinaria, a menudo asociado con un dolor significativo. Este dolor, en ocasiones, no se controla adecuadamente, lo que resalta la necesidad de estrategias efectivas de manejo del dolor durante y después de la cirugía. **Objetivo:** Evaluar la eficacia de la instilación intraperitoneal de dos anestésicos locales, junto con dexmedetomidina, como coadyuvantes en un enfoque multimodal para el control del dolor en perras sometidas a ovariectomía. **Metodología:** Se diseñaron cinco tratamientos: To (grupo control), T1 (lidocaína intraperitoneal), T2 (bupivacaína intraperitoneal), T3 (lidocaína más bupivacaína intraperitoneal) y T4 (lidocaína más dexmedetomidina intraperitoneal). Se evaluaron parámetros farmacológicos como la frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, saturación de oxígeno, presión arterial media, capnografía, temperatura corporal y la escala de dolor de Glasgow a los 30 minutos, 8 horas y 24 horas postoperatorias. **Resultados:** Se observó que, durante la cirugía, el 50% de los pacientes en el grupo To y el 12.5% en T1 experimentaron dolor. En contraste, el 100% de los animales en los grupos T2, T3 y T4 no presentaron dolor. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$) en las puntuaciones de dolor a lo largo del tiempo. Los grupos con anestésicos locales mantuvieron una analgesia adecuada sin requerir rescate analgésico. **Conclusión:** La instilación intraperitoneal de anestésicos locales proporciona un control efectivo del dolor postquirúrgico en ovariectomía, mejorando el bienestar animal tras el procedimiento.

Palabras clave: OVH, Anestésicos Locales, Dexmedetomidina, Glasgow.

Evaluation of two local anesthetics plus intraperitoneal dexmedetomidine as adjuvant in multimodal analgesia in veterinary ovariohysterectomy, snap veterinary clinic, Ambato

Abstract

Introduction: Ovariohysterectomy is one of the most commonly performed surgical procedures in veterinary practice and is frequently associated with considerable pain. This pain is often inadequately managed, underscoring the importance of effective intraoperative and postoperative pain control strategies. **Objective:** To assess the efficacy of intraperitoneal instillation of two local anesthetics, in combination with dexmedetomidine, as adjuvants within a multimodal pain management protocol in bitches undergoing ovariohysterectomy. **Methodology:** Five treatment groups were established: To (control group), T1 (intraperitoneal lidocaine), T2 (intraperitoneal bupivacaine), T3 (combination of lidocaine and bupivacaine), and T4 (lidocaine plus intraperitoneal dexmedetomidine). Physiological and pharmacological parameters—including heart rate, respiratory rate, oxygen saturation, mean arterial pressure, capnography, body temperature, and Glasgow Composite Pain Scale scores—were assessed at 30 minutes, 8 hours, and 24 hours following surgery. **Results:** During surgery, pain was observed in 50% of patients in group To and 12.5% in T1, whereas 100% of animals in groups T2, T3, and T4 remained pain-free. Statistically significant differences ($P < 0.05$) were detected in pain scores over time. Groups receiving local anesthetics maintained effective analgesia without requiring rescue analgesia. **Conclusion:** Intraperitoneal instillation of local anesthetics is an effective strategy for controlling post-surgical pain in ovariohysterectomized bitches, contributing to improved animal welfare and recovery.

Keywords: OVH, Local Anesthetics, Dexmedetomidine, Glasgow.

Recibido: 19 de diciembre de 2024

Aceptado: 16 de agosto de 2025

¹ Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Medicina Veterinaria, CP: 020150, Guaranda Ecuador, jubonilla@mailes.ueb.edu.ec, <https://orcid.org/0009-0007-9321-1534>

² Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Medicina Veterinaria, CP: 020150, Guaranda Ecuador, erivelino@ueb.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0001-6284-4223>

³ Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Medicina Veterinaria, CP: 020150, Guaranda Ecuador, joarias@mailes.ueb.edu.ec, <https://orcid.org/0009-0008-2518-7365>

⁴ Clínica Veterinaria SNAP, Ambato, CP: 180103, Ambato-Ecuador, jcresearch@outlook.es, <https://orcid.org/0000-0001-8772-8480>

⁵ Centro Médico Veterinario Mundo de las Mascotas, CP: 020150, Guaranda Ecuador, cristianbecerra1991@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-4046-5185>

I. INTRODUCCIÓN

La mayoría de las clínicas veterinarias han avanzado considerablemente en el manejo del dolor postoperatorio en animales pequeños. Antes se creía que el dolor era inevitable o que los animales no lo sentían, debido a la cultura y la falta de conocimiento sobre opciones terapéuticas (Reader *et al.*, 2021).

Resulta importante tener en cuenta que éticamente, todos los veterinarios intervencionistas de pequeños animales deberían considerar que la WSAVA y el GPC actualmente son los mayores responsables de proporcionar las directrices y las pautas para el manejo del dolor secundario a procedimientos quirúrgicos en pequeños animales, por lo que estas deberían considerarse como el punto de partida en la toma de decisión quirúrgica en los pacientes (Monteiro *et al.*, 2022).

La anestesia es un procedimiento médico reversible que induce inconsciencia o insensibilidad mediante fármacos. En anestesia general, el paciente pierde consciencia, siente analgesia y experimenta relajación muscular para facilitar la cirugía (Axiak, 2017). La triada anestésica tiene ambos efectos, pero la anestesia local solo desensibiliza un área al bloquear la función nerviosa, y se revierte rápidamente (Gates *et al.*, 2020). A pesar de la seguridad del proceso anestésico, existen varios riesgos de complicaciones debido al uso de los mismos. Simultáneamente, es más peligroso para los pacientes veterinarios que para los humanos (Axiak, 2017).

La evaluación preanestésica es crucial para identificar riesgos antes de administrar anestesia. Incluye anamnesis, examen físico y pruebas complementarias, como análisis sanguíneos e imágenes. Esta información orienta la elección del protocolo anestésico y asegura la estabilidad del paciente, con monitorización constante. La condición física del paciente se clasifica según la escala ASA, donde un mayor valor indica mayor riesgo durante la anestesia (Cogo *et al.*, 2021).

La preparación quirúrgica del paciente incluye ayuno (12 horas sólidos, 2 horas líquidos) y acceso venoso (periférico o central) para administrar anestésicos, según el tipo de cirugía y emergencias (Jones & West, 2019; Bennett, 2023).

La monitorización del paciente es clave para controlar el plano anestésico y evaluar su estado hemodinámico. En esto incluye el uso de

electrocardiogramas y pruebas como el tiempo de relleno capilar y la presión de pulso (Carellán & Casamián, 2022). Muchos pacientes tienen deshidratación subclínica, que causa taquicardia postinducción, tratada con fluidos intravenosos. Administrar oxígeno antes de la cirugía previene la hipoxemia, especialmente en intubaciones difíciles o patologías respiratorias (Bennett, 2023).

La premedicación es la primera fase del proceso anestésico, donde se administra al paciente fármacos analgésicos, antiinflamatorios, sedantes y relajantes musculares a través de un acceso parenteral. Esta etapa facilita el manejo del paciente y se ajusta según sus necesidades clínicas y clasificación ASA (Carellán & Casamián, 2022).

Durante la premedicación, se administran sedantes, antiinflamatorios, analgésicos o anestésicos para estabilizar al paciente antes de la inducción anestésica. La combinación de fármacos reduce las dosis necesarias de anestésicos posteriores y permite revertir efectos adversos. Se usan opioides, ansiolíticos y tranquilizantes ajustados al estado físico y necesidades del paciente (Axiak, 2017; Dehuisse *et al.*, 2019). La premedicación estabiliza al paciente usando anticolinérgicos, agonistas y antagonistas α_2 adrenérgicos, y benzodicepinas. Los agonistas α_2 , como la xilazina y dexmedetomidina, sedan, alivian el dolor y relajan músculos, con efectos cardiovasculares bifásicos. Los antagonistas α_2 , como el atipamezol, revierten estos efectos, aunque una sobredosis puede causar excitación, hipotensión y taquicardia (Julião & Abimussi, 2019). La inducción anestésica usa propofol y ketamina. Propofol induce inconsciencia rápida sin analgesia, y ketamina proporciona analgesia y amnesia. Combinados, aseguran una anestesia segura y eficaz en veterinari (Bennett, 2023; Polat, 2022).

La anestesia intravenosa total (TIVA) induce y mantiene la anestesia mediante fármacos intravenosos, sin utilizar anestésicos inhalatorios. Se administra a través de infusiones continuas, preferiblemente con jeringas de infusión para mayor precisión. TIVA no requiere una máquina de anestesia, pero es necesario asegurar una vía aérea permeable con tubo endotraqueal o dispositivo supraglótico. Un bolo inicial es crucial para alcanzar rápidamente la concentración plasmática terapéutica. La PIVA, una forma parcial de TIVA, combina fármacos

intravenosos con anestésicos inhalatorios para lograr un efecto equilibrado (Rocha, 2021). La anestesia loco-regional en veterinaria se usa para controlar el dolor en cirugías bloqueando la conducción nerviosa. Incluye anestesia local y regional, mejorando la analgesia multimodal frente a la general. Lidocaína y bupivacaína, que bloquean los canales de sodio, requieren monitoreo por posibles efectos tóxicos en el sistema nervioso y cardiovascular (Chang et al., 2022). La modulación del dolor en el sistema nervioso central permite ajustar la percepción del dolor a través del procesamiento somatosensitivo, afectando vías nociceptivas en la periferia, médula espinal, tallo encefálico y centros superiores. Esto permite que la percepción del dolor sea variable (Moens & Drummond, 2016). En animales, la evaluación del dolor es difícil debido a la falta de comunicación verbal, lo que hace que los sistemas de puntuación dependan de la observación humana y sean subjetivos, con un margen de error en la cuantificación del dolor (Axiak, 2017).

La analgesia reduce la intensidad del dolor (hipoalgesia) al interrumpir los procesos nociceptivos entre el nociceptor periférico y la corteza cerebral (Kramer et al., 2021). La nocicepción comprende cuatro etapas: transducción, transmisión, modulación y percepción. Los AINE disminuyen la producción de sustancias nocivas en el sitio de lesión, y los opioides amplifican la modulación. La analgesia multimodal combina diferentes tipos de analgésicos, actuando en distintas fases del proceso nociceptivo para reducir dosis y efectos adversos (Moens & Drummond, 2016; Polat, 2022). Los opioides son esenciales en el tratamiento del dolor veterinario, eficaces en traumatismos, cirugías y dolor crónico. Fentanilo, de acción breve, actúa rápido y dura 30 minutos. En ovariectomía, la analgesia multimodal reduce el dolor y la necesidad de más analgésicos, con técnicas como el bloqueo por salpicadura de lidocaína (Axiak, 2017; Reader et al., 2021; Lambertini et al., 2018; Mwangi et al., 2018).

Considerando este contexto, el objetivo del presente estudio se centró en evaluar la eficacia de la instilación intraperitoneal de dos anestésicos locales combinados con dexmedetomidina como coadyuvantes en la analgesia multimodal en ovariectomías realizadas en la clínica veterinaria SNAP Ambato.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló en la clínica veterinaria SNAP, la cual se encuentra en el cantón Ambato, en el sector de Huachi Chico.

II. METODOLOGÍA

Se utilizaron 40 perras como sujetos de estudio y los anestésicos detallados en la Tabla 1. En este trabajo se analizaron dos factores principales: Factor A, correspondiente a los anestésicos locales, y Factor B, relacionado con la puntuación de la escala de dolor de Glasgow veterinaria. La combinación de estos factores para definir los tratamientos se presenta en la tabla siguiente:

Tabla 1. Factores en estudio

Tratamientos	Descripción
To	Fentalino + Puntuación de Glasgow.
T1	Lidocaína intraperitoneal + Puntuación de Glasgow
T2	Bupivacaína intraperitoneal + Puntuación de Glasgow.
T3	Lidocaína más Bupivacaína intraperitoneal + Puntuación de Glasgow.
T4	Lidocaína más Dexmedetomidina intraperitoneal + Puntuación de Glasgow.

Nota. T0: Testigo, T1: Lidocaína, T2: Bupivacaína, T3: Lidocaína + Bupivacaína, T4: Lidocaína +

Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con la ayuda del siguiente modelo matemático; $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$; **Donde:** Y_{ij} : Observación de la unidad experimental; μ : Parámetro, efecto medio; τ_i : Parámetro, efecto del tratamiento; ϵ_{ij} : Valor aleatorio, error experimental.

Manejo de la investigación

El manejo de la investigación comenzó con la evaluación preanestésica, que incluyó el registro de datos del paciente, la reseña del motivo de consulta y la exploración física para estructurar la historia clínica. Durante la premedicación, se administraron dexmedetomidina (5 µg/kg IM), tramadol (3 mg/kg IM) y ketamina (1 mg/kg IM), logrando una sedación moderada. Además, se realizó una tricotomía en la zona de incisión y áreas adyacentes para reducir el riesgo de infecciones cruzadas.

La preparación del paciente incluyó hidratación, ayuno previo a la cirugía y la creación de un acceso

venoso permeable para la infusión continua de anestésicos. Se realizó una pre-infusión de lidocaína (2 mg/kg/hr), ketamina (5 µg/kg/min), dexmedetomidina (1 µg/kg/min) y fentanilo (5 µg/kg/hr) durante 5 minutos. La pre-oxigenación se llevó a cabo con una máscara de gasificación a 2 litros de oxígeno para reducir el riesgo de hipoxemia. La inducción anestésica se realizó con Propofol (1 mg/kg/min), seguido de desinfección con clorhexidina antes del embrocado. La monitorización de constantes fisiológicas se realizó con un monitor multiparámetros, y el mantenimiento anestésico se hizo mediante anestesia intravenosa total (TIVA) con propofol (10 mg/kg/h), ketamina, dexmedetomidina, lidocaína y fentanilo.

El procedimiento de ovariectomía se llevó a cabo en condiciones asépticas siguiendo las directrices de Fossum (2009) mediante laparotomía medial. Se realizó la instilación intraperitoneal de anestésicos tras incidir la cavidad abdominal, aplicando lidocaína (2 mg/kg), bupivacaína (1.5 mg/kg) y dexmedetomidina (1 µg/ml) en los pedículos ováricos y el cuello uterino. En el postoperatorio, se observó al paciente y se evaluó el dolor utilizando la escala de Glasgow, considerando dos dominios, a los 30 minutos, 8 horas y 24 horas después de la cirugía, observando las reacciones y alteraciones del comportamiento.

Métodos de evaluación

El dolor intraoperatorio se evaluó mediante el registro del aumento de parámetros fisiológicos (frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria y presión arterial media) durante el procedimiento

quirúrgico, considerando que al menos dos de estos debían estar elevados entre los minutos 10 y 45.

Frecuencia cardíaca (FC): Registrada en latidos por minuto a través de un monitor multiparamétrico.

Saturación parcial de oxígeno (SpO₂): Medida con un pulsioxímetro periférico en la lengua, expresada en porcentaje.

Frecuencia respiratoria (FR): Contada en respiraciones por minuto y registrada en el monitor multiparamétrico.

Presión arterial media (PAM): Calculada a partir de la presión arterial sistólica y diastólica, y medida durante la cirugía en mmHg.

Capnografía (EtCO₂): Registrada mediante un sensor de CO₂, midiendo los niveles de CO₂ alveolar espirado en mmHg.

Temperatura corporal (T°): Medida no invasivamente en grados centígrados.

Evaluación de Glasgow

La evaluación de Glasgow a las 24 horas postoperatorias se realizó de forma subjetiva, analizando el comportamiento del perro en dos dominios: en la jaula y durante la dinámica.

Análisis estadístico

El dolor intraoperatorio se evaluó con la prueba de Chi-Cuadrado, comparando diferencias entre las frecuencias esperadas y observadas según las constantes fisiológicas.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Valoración del dolor intraoperatorio

Tabla 2. Valoración del dolor intraoperatorio mediante Chi-cuadrado

Tratamientos	Si	%	No	%	Total	Valor	P
T0	4	50	4	50	8	13.71	0.0083
T1	1	12.5	7	87.5	8		
T2	0	0	8	100	8		
T3	0	0	8	100	8		
T4	0	0	8	100	8		
Total	5	12.5	35	87.5	40		

Nota. T0: Testigo, T1: Lidocaína, T2: Bupivacaína, T3: Lidocaína + Bupivacaína, T4: Lidocaína +

Dexmedetomidina.

El análisis Chi-cuadrado reveló diferencias significativas ($P < 0.05$) en la valoración del dolor intraoperatorio entre los grupos. En el grupo T0, el

50% de los pacientes experimentaron un aumento en dos o más constantes fisiológicas, mientras que el otro 50% no mostró alteraciones. En el grupo T1, más del 12% presentó aumentos, y más del 87% no mostró

cambios (tabla2). En los grupos T2, T3 y T4, el 100% de los pacientes no presentó alteraciones en los parámetros fisiológicos durante el acto quirúrgico. Brioschi et al. (2023) compararon la eficacia de la irrigación intraperitoneal e incisional con lidocaína o ropivacaína para la analgesia posoperatoria en perros, y concluyeron que la instilación intraperitoneal constituye un método seguro,

sencillo y rentable para el control del dolor tanto intraoperatorio como posoperatorio. Los anestésicos locales actúan modulando la transmisión de señales somáticas, viscerales y peritoneales hacia los centros de procesamiento del dolor en el sistema nervioso central, lo que contribuye a disminuir la percepción de estímulos nociceptivos durante la cirugía.

Valoración de la frecuencia cardíaca (Fc)

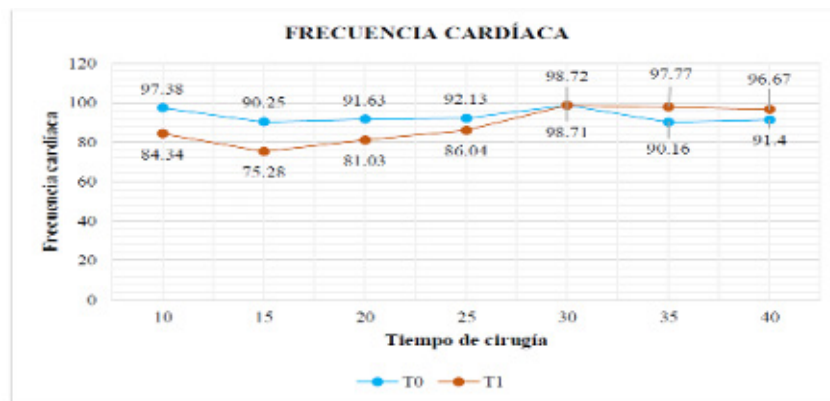


Figura 1. Valoración de la frecuencia cardíaca

Nota. T0: testigo; T1: Instilación intraperitoneal de anestésico local

El análisis estadístico mostró que no hubo diferencias significativas ($P > 0.05$) en la frecuencia cardíaca entre los tratamientos durante los primeros 10 a 40 minutos de la cirugía. Aunque inicialmente se observaron diferencias en la frecuencia cardíaca entre los pacientes con instilación intraperitoneal de anestésicos locales y el grupo control, la frecuencia en el grupo T1 fue más baja, pero estas diferencias disminuyeron entre los minutos 30 y 40. Ullrich (2024) investigó el efecto analgésico de la bupivacaína en cirugías de ovariectomía en caninos, encontrando que la Fc disminuyó de 124.12 l/m a 102.75 l/m a los 10 minutos post-administración de 2.5 mg/kg de bupivacaína intraperitoneal, atribuyendo esto a un efecto cardiotóxico por el bloqueo de los canales de sodio. Otero (2012)

reportó que el uso de propofol, fentanilo, ketamina y dexmedetomidina en CRI mantiene el plano anestésico y el perfil hemodinámico estable. Por su parte, Cicirelli et al. (2022) no encontraron alteraciones cardiológicas al comparar la irrigación tópica y la inyección de lidocaína en ovariectomías caninas. Los resultados de Ullrich coinciden con los hallazgos de esta investigación, indicando un efecto bradicárdico hasta los 15 minutos después de la aplicación de los anestésicos. Se observó una tendencia creciente en la Fc hasta los 30 minutos de cirugía, probablemente debido a la disminución del efecto farmacológico.

Valoración de la saturación parcial de oxígeno (SpO₂)

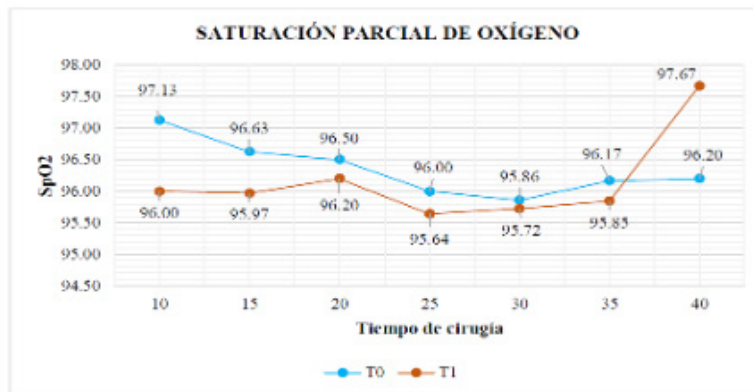


Figura 2. Valoración de la saturación de oxígeno (SpO2)

Nota. T0: testigo; T1: Instilación intraperitoneal de anestésico local

Los resultados mostraron diferencias no significativas ($P > 0.05$) en la SpO2 entre tratamientos de 10 a 40 minutos. El grupo control presentó valores por debajo del 90% entre 25 y 30 minutos, mientras que los que recibieron anestésicos locales mostraron valores bajos entre 15 y 35 minutos, indicando un mayor riesgo metabólico. Viteri (2020) halló que la bupivacaína redujo la SpO2 en el 73.5% de los caninos, y Huayta (2016) sugirió

que las amino amidas disminuyen la captación de oxígeno por la hemoglobina. La reducción de SpO2 en los pacientes tratados se considera un indicativo de riesgo anestésico, posiblemente por interacciones sinérgicas entre fármacos.

Valoración de la frecuencia respiratoria (Fr)

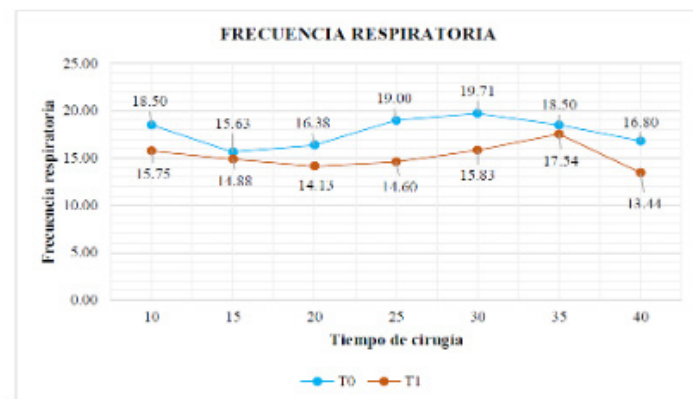


Figura 3. Valoración de la frecuencia respiratoria (Fr)

Nota. T0: testigo; T1: Instilación intraperitoneal de anestésico local

Los resultados no mostraron diferencias significativas ($P > 0.05$) en la frecuencia respiratoria (Fr) entre tratamientos de 10 a 40 minutos, evidenciando igualdad en ese intervalo. El grupo control registró valores de Fr por debajo de 10 rpm entre 15 y 20 minutos, mientras que los que recibieron anestésicos locales mostraron un mayor riesgo de hipoventilación, con valores inferiores a 10 rpm desde el minuto 10. Kibar et al. (2019) hallaron

que la lidocaína redujo la Fr a un promedio de 11.50 resp/min a los 15 minutos post-administración, indicando depresión respiratoria tras su uso. Esto se corroboró en esta investigación, donde el grupo T1 mostró una disminución en la Fr a los 15 minutos, por debajo del rango normal.

Valoración de la presión arterial media (PAM)

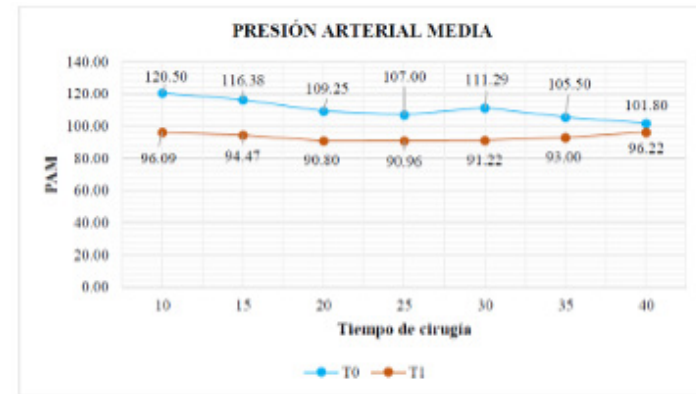


Figura 4. Valoración de la presión arterial media (PAM), a partir de los 10 minutos hasta los 40 minutos intraoperatorio

Los resultados mostraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en la presión arterial media (PAM) entre tratamientos de 10 a 35 minutos, pero no a los 40 minutos ($P > 0.05$). El grupo control (T0) presentó valores de PAM fuera del rango referencial (80-120 mmHg) entre 10 y 25 minutos, mientras que los que recibieron anestésicos locales también mostraron variaciones fuera de este rango durante la cirugía. Chávez (2019) halló que solo el 15.8% de los pacientes con bloqueo local presentaron variaciones en la PAM, relacionadas con cambios en la frecuencia

cardíaca y respiratoria. Rodríguez (2018) observó diferencias entre la infiltración de lidocaína (85.40 mmHg) y el grupo control (114.50 mmHg), atribuyéndolas a la estimulación dolorosa. Esta investigación respalda estos hallazgos, sugiriendo que la instilación de anestésicos locales reduce la PAM, aunque ambos grupos mostraron alteraciones por encima del rango referencial.

Valoración de la capnografía (EtCO₂)

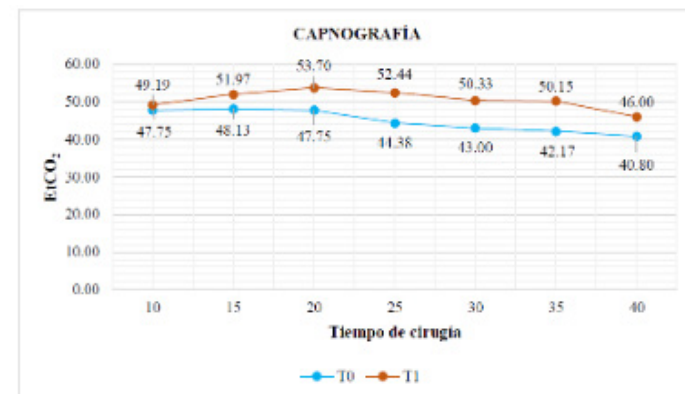


Figura 5. Valoración de la capnografía (EtCO₂)

Los resultados estadísticos mostraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en la capnografía (EtCO₂ 35-45 mmHg) entre tratamientos desde el minuto 30 hasta el 35 del procedimiento quirúrgico. En los minutos 10, 15, 20, 25 y 40, el efecto fue no significativo ($P > 0.05$). Chávez (2019) comparó tres métodos de bloqueo local con lidocaína en ovariectomía laparoscópica y no encontró diferencias significativas en la EtCO₂, observando que los

pacientes estaban normoventilados. Además, destacó que las alteraciones en la EtCO₂ están asociadas al plano anestésico y los fármacos utilizados, correlacionándose con la frecuencia respiratoria, donde valores < 35 mmHg indican hiperventilación y > 45 mmHg hipoventilación.

Valoración de la temperatura corporal (T°)

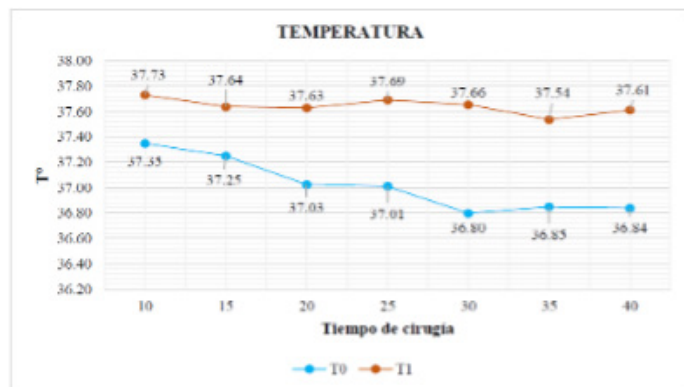


Figura 6. Valoración de la temperatura corporal

Los resultados estadísticos mostraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en la temperatura corporal entre los minutos 20 y 40 del procedimiento quirúrgico, mientras que no hubo diferencias significativas entre los minutos 10 y 15 ($P > 0.05$). El grupo control presentó una disminución en la temperatura corporal a partir del minuto 15, mientras que el grupo con anestésicos locales mantuvo una temperatura estable. Ullrich (2024) encontró que la bupivacaína no afectó la temperatura corporal, que se mantuvo en rangos referenciales. Fonseca

(2022) observó que los fármacos anestésicos pueden afectar la termorregulación. En concordancia, esta investigación sugiere que los cambios en la temperatura están más relacionados con los medicamentos intravenosos que con la instilación intraperitoneal de anestésicos locales.

Comparación de la analgesia intravenosa versus instilación intraperitoneal de anestésico locales.

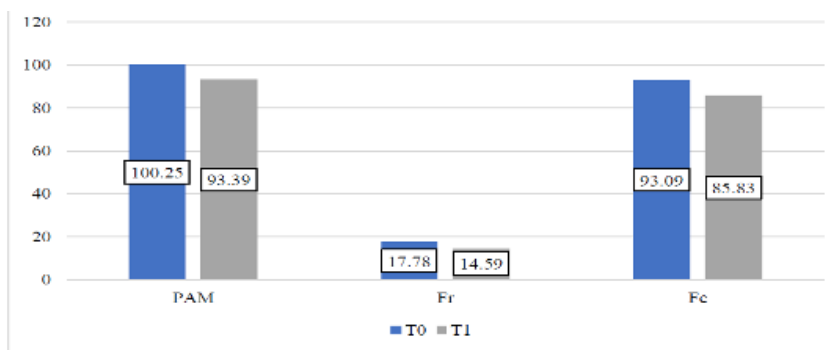


Figura 7. Valoración de la estabilidad de las constantes fisiológicas entre esquemas anaestésicos

Nota. T0: analgesia intravenosa; T1: instilación intraperitoneal de anestésicos locales

Los análisis estadísticos revelaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en la presión arterial media (PAM) y la frecuencia respiratoria entre la anestesia intravenosa (T0) y la instilación intraperitoneal de anestésicos locales (T1), mientras que no hubo diferencias significativas ($P > 0.05$) en la frecuencia cardíaca. El grupo T0 presentó una PAM promedio de 100.25 ± 6.44 mmHg frente a 93.39 ± 2.88 mmHg del grupo T1. En la frecuencia respiratoria, T0 tuvo un promedio de 17.78 ± 1.52 rpm y T1 de 14.59 ± 1.29 rpm. La frecuencia cardíaca registrada fue de 93.09

± 2.47 lpm en T0 y de 85.83 ± 8.17 lpm en T1. Shah y Gurung (2023) también reportaron la ausencia de diferencias significativas en las constantes fisiológicas durante el procedimiento quirúrgico, lo que indica una adecuada estabilidad hemodinámica y sugiere que los pacientes no presentaron signos de dolor. Estos resultados son consistentes con los hallazgos de la presente investigación.

Valoración del dolor Glasgow a los 30 minutos postoperatorio.

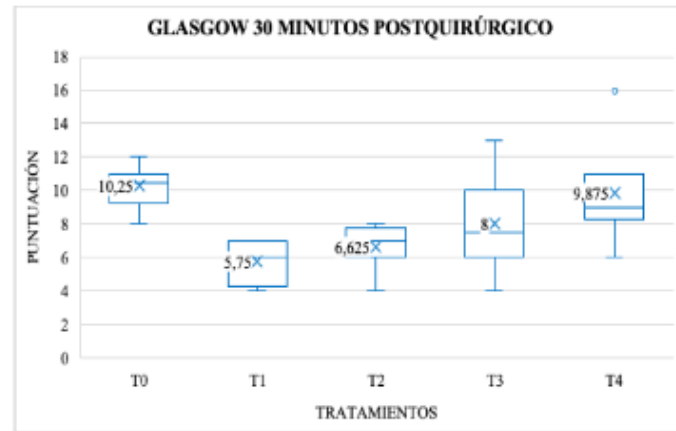


Figura 8. Estimación de las medias de la variable Glasgow 30 minutos postquirúrgico de los tratamientos propuestos

Nota. T0: testigo; T1: Lidocaína; T2: Bupivacaína; T3: Lidocaína + Bupivacaína; T4: Lidocaína + Dexmedetomidina.

Los resultados mostraron una influencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$) a nivel de tratamiento en la escala de dolor de Glasgow a los 30 minutos postoperatorios, indicando que la combinación de anestésicos locales y dexmedetomidina intraperitoneal en perras sometidas a ovariectomía (OVH) generó diferencias en las puntuaciones de dolor. El grupo T0 presentó la mayor puntuación (10.24), seguido por T4 (9.87), T3 (8.00), T2 (6.62) y T1 (5.75). Las puntuaciones inferiores a 6 no requirieron administración de analgesia de rescate. Ulukan et al. (2023) reportaron que, a los 30 minutos del

postoperatorio, el grupo tratado con anestésicos locales presentó una puntuación media de 10.35, en comparación con 11.35 en el grupo control, lo que refleja una disminución del dolor percibido. Los autores concluyen que la instilación peritoneal de lidocaína contribuye a reducir la necesidad de analgesia complementaria, permitiendo alcanzar puntuaciones por debajo del umbral clínico de intervención.

Valoración del dolor Glasgow a las 8 horas postoperatorio.

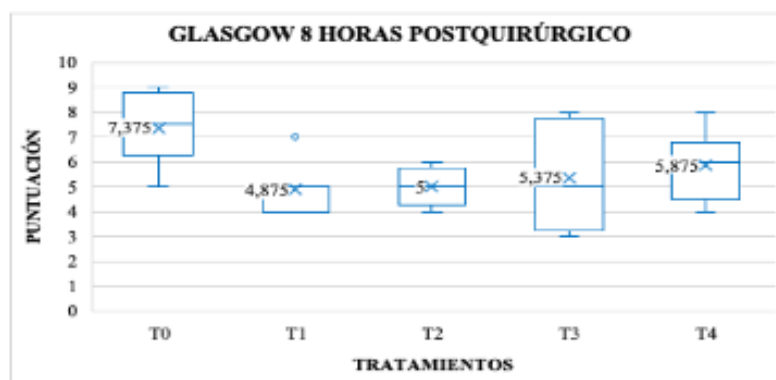


Figura 9. Estimación de las medidas de la variable Glasgow a las 8 horas postquirúrgico de los tratamientos propuestos

Nota. T0: testigo; T1: Lidocaína; T2: Bupivacaína; T3: Lidocaína + Bupivacaína; T4: Lidocaína + Dexmedetomidina.

Los resultados mostraron una influencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$) a nivel de tratamiento, aunque no se encontraron diferencias en la escala de dolor de Glasgow a las 8 horas postoperatorias. La combinación de anestésicos

locales y dexmedetomidina intraperitoneal en perras sometidas a ovariectomía (OVH) generó variaciones en las puntuaciones de dolor. Según la comparación de Duncan, el grupo T0 tuvo la puntuación más alta (7.37), mientras que los

grupos T4, T3, T2 y T1 presentaron puntuaciones similares (5.87, 5.38, 5.00 y 4.88), indicando que no necesitaron rescate analgésico. Ulukan et al. (2023) reportaron una puntuación promedio de 5.45 tras el uso intraperitoneal de lidocaína y bupivacaína, frente a 5.20 en el grupo control, que requirió rescate analgésico. Kibar et al. (2019) encontraron puntuaciones de 2.50 para lidocaína, 4.28 para procaína y 7 para el control a las 8 horas postcirugía.

Estos hallazgos son consistentes con la presente investigación, reflejando un comportamiento analgésico similar de los anestésicos locales en comparación con el grupo control según las puntuaciones de la escala de dolor de Glasgow.

Valoración del dolor Glasgow a las 24 horas postoperatorio.

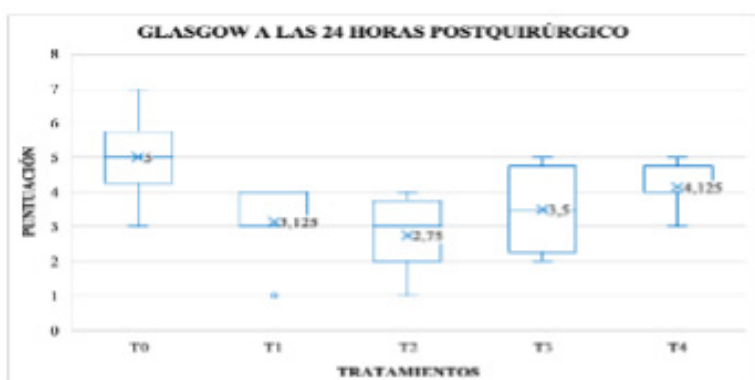


Figura 10. Estimación de las medidas de la variable Glasgow a las 24 horas postquirúrgico de los tratamientos propuestos

Nota. T0: testigo; T1: Lidocaína; T2: Bupivacaína; T3: Lidocaína + Bupivacaína; T4: Lidocaína + Dexmedetomidina.

Los resultados evidenciaron una influencia estadísticamente significativa del tratamiento ($P < 0.05$); sin embargo, no se registraron diferencias en las puntuaciones de la escala de dolor de Glasgow a las 24 horas tras la intervención quirúrgica. Los anestésicos locales con dexmedetomidina instilados intraperitonealmente en perras sometidas a ovariectomía (OVH) presentaron variaciones en estas puntuaciones. La comparación promedial de Duncan indicó que el grupo T0 tuvo la mayor puntuación (5.00), seguido por T4 (4.12), T3 (5.50), T2 (3.12) y T1 (2.75), todos sin necesidad de rescate analgésico. Ulukan et al. (2023) encontraron que, a las 24 horas tras la cirugía, la puntuación promedio fue de 5.45 tras el uso de lidocaína y bupivacaína, frente a 5.20 en el grupo control, que requirió rescate analgésico tras un registro inicial de 12 puntos. Kibar et al. (2019) observaron puntuaciones de 2.38 para lidocaína, 3.88 para procaína y 6.88 para el control, utilizando carprofeno como analgésico de rescate. Estos hallazgos son coherentes con la presente investigación, mostrando similitudes en el comportamiento analgésico de los anestésicos locales en comparación con el grupo control.

IV. CONCLUSIONES

Durante la cirugía, el 50% de los animales del grupo testigo experimentaron dolor transitorio, mientras que solo el 12.5% en el grupo T1 reportaron dolor, y los grupos T2, T3 y T4 no mostraron ninguna sensación dolorosa. La instilación intraperitoneal de anestésicos locales promovió mayor estabilidad hemodinámica y control del dolor en comparación con la analgesia intravenosa.

Las puntuaciones de dolor en la escala de Glasgow revelaron diferencias significativas ($P < 0.05$) a los 30 minutos, 8 horas y 24 horas postquirúrgicas. El grupo T1 mostró un buen control del dolor a los 30 minutos, pero los otros tratamientos tuvieron puntuaciones superiores a 6. A las 8 horas, los grupos con anestésicos locales no necesitaron rescate analgésico, manteniendo puntuaciones por debajo de 6 puntos. A las 24 horas, todos los pacientes continuaron con analgesia adecuada.

AGRADECIMIENTO: Los autores expresan su gratitud al Centro de Investigación en Microbiología Aplicada, Biotecnología y Fitoquímica (CIMABiF) de la Universidad Estatal de Bolívar, por facilitar

el uso de los laboratorios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y el apoyo brindado por el Vicerrectorado de Investigación y Vinculación.

V. BIBLIOGRAFÍA

- Axiak, S. (2017). Veterinary anaesthesia and analgesia. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 44(1), P1.
- Bennett, R. (2023). A new year and a new era for veterinary anaesthesia and analgesia. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 50(1), 6–8. [https://www.vaajournal.org/article/S1467-2987\(22\)00215-X/abstract](https://www.vaajournal.org/article/S1467-2987(22)00215-X/abstract)
- Brioschi, F., Ravasio, G., Ferrari, F., Amari, M., Cesare, D., Visentin, M., & Robbogliatti, V. (2023). Comparison of intraperitoneal and incisional lidocaine or ropivacaine irrigation for postoperative analgesia in dogs undergoing major abdominal surgeries. *PLOS ONE*, 18(4), e0284379. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0284379>
- Carellán, A., & Casamián, D. (2022). The perioperative management of small animals with previously implanted pacemakers undergoing anaesthesia. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*. <https://doi.org/10.1016/j.vaa.2022.04.003>
- Chávez, J. (2019). *Cicirelli, Vincenzo; Burgio, Matteo; Lacalandra, Giovanni; Aiudi, Giulio* [Tesis de posgrado, Universidade Federal de Santa Maria].
- Cicirelli, V., Lacalandra, G., Cseh, S., Mrenoshki, D., Lillo, E., Bianchi, F., & Aiudi, G. (2022). Analgesic comparison between topical irrigation (splash block) versus injection of lidocaine on the ovarian pedicle in canine ovariectomy. *Veterinary Medicine and Science*, 8(5), 1893–1897. <https://doi.org/10.1002/vms3.841>
- Cogo, J., Rodríguez, F., López, M., & Cervino, C. (2021). Estudio comparativo de la anestesia inducida por agonistas $\alpha 2$ combinados con ketaminas en ratas. *Revista Argentina de Anestesiología*, 79, 11–19. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/215919>
- Dehuisser, V., Bosmans, T., Kitshoff, A., Duchateau, L., Rooster, H., & Polis, I. (2019). Effect of premedication on dose requirement, cardiovascular effects and recovery quality of alfaxalone total intravenous anaesthesia in dogs. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 46(4), 421–428. doi: 10.1016/j.vaa.2019.02.008
- Fonseca, P. (2022). *Comparação entre duas técnicas de cirurgia eletiva em cadelas: ovariectomia por laparotomia e ovariectomia laparoscópica* [Tesis de posgrado, Universidade de Évora].
- Fossum, T. (2009). *Cirugía en pequeños animales* (3.^a ed.). Elsevier.
- Gates, C., Littlewood, K., Kongara, K., Odom, T., Sawicki, R. (2020). Cross-sectional survey of anaesthesia and analgesia protocols used to perform routine canine and feline ovariohysterectomies. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 47(1), 38–46. doi: 10.1016/j.vaa.2019.06.008
- Huayta, J. (2016). Evaluación de cuatro protocolos de anestesia sobre las variaciones en las funciones vitales en la ovariohisterectomía canina. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 27(3), 458–466. <https://doi.org/10.15381/rivep.v27i3.12289>
- Jones, R., & West, E. (2019). Environmental sustainability in veterinary anaesthesia. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 46(4), 409–420. <https://www.vaa-journal.org/article/S1467-2987%2819%2930018-2/fulltext>
- Julião, G., & Abimussi, C. (2019). Uso de dexmedetomidina em medicina veterinária: revisão de literatura. *Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia*, 17(1), 26–32. <https://www.revistamvez-crmv-sp.com.br/index.php/recmvz/article/view/37840>
- Kibar, M., Tuna, B., Kisadere, I., & Güzelbektes, H. (2019). Comparison of instilled lidocaine and procaine effects on pain relief in dogs undergoing elective ovariohysterectomy. *Israel Journal of Veterinary Medicine*, 74(3), 148–154. <https://www.ijvm.org.il/sites/default/files/7kilbar.pdf>
- Kramer, B., Hellyer, P., Rishniw, M., & Kogan, L. (2021). Anesthetic and analgesic techniques used for dogs

- undergoing ovariohysterectomies in general practice in the United States. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 49(6), 556–562. doi: 10.1016/j.vaa.2022.07.010.
- Lambertini, C., Kluge, K., Lanza, M., Bruhl, R., & Kalchofner, K. (2018). Comparison of intraperitoneal ropivacaine and bupivacaine for postoperative analgesia in dogs undergoing ovariohysterectomy. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 45(6), 865–870.
- Moens, Y., & Drummond, G. (2016). Símbolos en anestesia y analgesia veterinaria: ¿Una torre de Babel? *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 588–589.
- Monteiro, B., Lascelles, X., Murrell, J., Robertson, S., Steagall, V., & Wright, B. (2022). Directrices de WSAVA para el reconocimiento, evaluación y tratamiento del dolor. *WSAVA Global Veterinary Community*, 10–19.
- Mwangi, W., Mogoa, E., Mwangi, J., Mbuthia, P., & Mbugua, S. (2018). A systematic review of analgesia practices in dogs undergoing ovariohysterectomy. *Veterinary World*, 11(12), 1725–1732. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2018.1725-1732>
- Otero, P. (2012). *Protocolos anestésicos y manejo del dolor en pequeños animales: Reporte de casos*. Inter-Médica.
- Polat, E. (2022). Diagnóstico y tratamiento del caso de cuerpo extraño gástrico (pendiente) en un gato. *Revista MVZ Córdoba*, 27(3), e2523. <https://doi.org/10.21897/rmvz.2523>
- Reader, R., Olaitan, O., & McCobb, E. (2021). Evaluation of prescribing practices for gabapentin as an analgesic among veterinary professionals. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 48(4), 775–781.
- Rocha, P. (2021). *Protocolos anestésicos en cesáreas para pacientes caninas ASA I mediante TIVA*. [Tesis de pregrado].
- Rodrigues, G. (2018). *Avaliação de parâmetros fisiológicos com e sem infiltração intraovariana de lidocaína durante o transoperatório de cadelas submetidas à ovariohisterectomia* [Tesis de pregrado, Universidade Federal de Uberlândia].
- Shah, M., & Gurung, Y. (2023). The effect of local analgesics for postoperative pain control after ovariohysterectomy (OVH) in dogs. *The Journal of University Grants Commission*, 2(1), 14.
- Ullrich, H. (2024). *Evaluación del efecto analgésico de la bupivacaína mediante instilación en cirugías de ovariohisterectomía en caninos* [Tesis de pregrado, Universidad Estatal de Bolívar].
- Ulukan, G., Pekcan, Z., Kadir, Z., Etikan, I., Sayner, S., Zabitler, F., & Eser, F. (2023). Assessing the early postoperative analgesic effects of intraoperative lidocaine–bupivacaine use at the incision line and/or around the ovary in ovariohysterectomy operations of dogs on pain mediators. *Pakistan Journal of Zoology*, 56(4), 1923–1932.
- Viteri, V. (2020). *Uso de bupivacaína en infusión continua intraquirúrgica para la disminución de la concentración alveolar mínima de sevoflurano en pacientes sometidos a profilaxis dental en la clínica veterinaria UDLA* [Tesis de pregrado, Universidad de Las Américas].

Revisión corta: mejoramiento genético en especies de animales mediante la tecnología de transferencia de embriones (TTE)

María Morejón García¹; Deysi Guanga Chunata²;
Joscelito Solano Gaibor³; Angélica Tigre-León⁴

Resumen

El incremento sostenido de las demandas agroproductivas asociadas al crecimiento poblacional ha impulsado el desarrollo y aplicación de biotecnologías reproductivas en el ámbito pecuario. Entre estas, la mejora genética en especies animales constituye una estrategia fundamental, destacándose la transferencia de embriones como una de las técnicas más eficaces en bovinos, porcinos y ovinos. Esta biotecnología permite la multiplicación acelerada del mérito genético de hembras élite, optimizando la eficiencia reproductiva y acelerando el progreso genético en los rebaños. Como resultado, se incrementa la calidad fenotípica y productiva del hato, contribuyendo al fortalecimiento de la competitividad ganadera a nivel global. Para esta revisión, se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica exhaustiva en bases de datos científicas como Science Direct, Google Académico y Redalyc, utilizando términos clave como genética animal, mejora genética, biología molecular, inseminación artificial y transferencia embrionaria. De un total de 38 fuentes revisadas, se seleccionaron 21 publicaciones científicamente relevantes y actualizadas. Los resultados evidencian que la transferencia de embriones ha transformado las estrategias reproductivas en la ganadería. Innovaciones recientes, como la vitrificación embrionaria y los procedimientos de transferencia no quirúrgica, han superado barreras técnicas previas, especialmente en la especie porcina, posicionando esta técnica como una herramienta clave para el desarrollo ganadero sostenible y tecnológicamente avanzado.

Palabras clave: Mejora genética, especies animales, TTE.

Short review: genetic improvement in animal species using embryo transfer technology (ETT)

Abstract

The sustained increase in agri-productive demands associated with population growth has driven the development and application of reproductive biotechnologies in the livestock sector. Among these, genetic improvement in animal species has become a fundamental strategy, with embryo transfer standing out as one of the most effective techniques in cattle, swine, and sheep. This biotechnology enables the accelerated multiplication of elite females' genetic merit, optimizing reproductive efficiency and expediting genetic progress within herds. As a result, the phenotypic and productive quality of livestock is enhanced, contributing to the strengthening of global livestock competitiveness.

For this review, an exhaustive literature search was conducted using scientific databases such as Science Direct, Google Scholar, and Redalyc, employing key terms such as animal genetics, genetic improvement, molecular biology, artificial insemination, and embryo transfer. Out of 38 sources reviewed, 21 scientifically relevant and up-to-date publications were selected. The findings demonstrate that embryo transfer has revolutionized reproductive strategies in animal husbandry. Recent innovations, such as embryo vitrification and non-surgical transfer procedures, have overcome previous technical limitations, particularly in swine, positioning this technique as a key tool for sustainable and technologically advanced livestock development.

Keywords: Genetic improvement, animal species, ETT.

Recibido: 19 de diciembre de 2024

Aceptado: 15 de agosto de 2025

¹ Universidad Estatal de Bolívar, Departamento de Posgrado y Educación Continua, Carrera de Medicina Veterinaria, CP:020150, Guaranda-Ecuador, mmorejon@ueb.edu.ec, <https://orcid.org/0009-0009-2449-9647>

² Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Centro de Investigación en Microbiología Aplicada, Biotecnología y Fitoquímica (CIMABIF), dguanga@ueb.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0002-6548-5585>

³ Universidad Estatal de Bolívar, Departamento de Posgrado y Educación Continua, Carrera de Medicina Veterinaria, CP:020150, Guaranda-Ecuador, jsolano@ueb.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0002-5109-2713>

⁴ Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Centro de Investigación en Microbiología Aplicada, Biotecnología y Fitoquímica (CIMABIF), CP:020150, Guaranda-Ecuador, rtigre@ueb.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0003-2984-9457>

I. INTRODUCCIÓN

Es importante recordar que la genética es una disciplina científica de la biología que estudia la herencia biológica y cómo se transmiten los rasgos o caracteres de una generación a la otra. Uno de los pioneros de esta ciencia, y de hecho considerado el padre de la genética fue Gregor Mendel, un monje y botánico austriaco que realizó experimentos con guisantes en el siglo XIX. Con sus descubrimientos, Mendel descubrió las leyes de la herencia y estableció los principios básicos de la genética, que asentaron base para el desarrollo de esta ciencia como hoy la conocemos (Falk, 2010).

Estos precedentes sirvieron para luego en años posteriores se descubra el estudio de los cromosomas con Walter Sutton y Theodor Boveri en 1902. Ellos establecieron que los genes se encuentran en los cromosomas y que la herencia se produce a través de la segregación y la recombinación de estos (Cruz-Coke, 2003).

Años más tarde, James Watson y Francis Crick descubrieron la estructura de la molécula de ADN, conocida como la doble hélice. Descubrimiento importante que permitió conocer el mecanismo de la herencia (Salamanca Gómez, 2004).

En la actualidad, la genética abarca una amplia gama de disciplinas, incluyendo la genética clásica, la genética molecular, la genética de poblaciones, la genética del desarrollo y la genética médica. Estas áreas de estudio tienen aplicaciones en campos tan diversos como la agricultura, la medicina, la conservación de especies y la biotecnología (IHGSC, 2021).

Así surgen los procesos moleculares de mejora, con el fin de alcanzar altos rendimientos, e incluso la mejora de individuos, más sanos y productivos. Se le conoce comúnmente como mejora genética. La mejora genética se refiere al proceso de manipulación de los genes de organismos vivos para obtener características deseables o mejorar su rendimiento en áreas como la agricultura, la ganadería y la medicina (Whitelaw et al., 2015). En el caso de las especies animales, el mejoramiento genético permite prácticamente mejorar la productividad, la resistencia a enfermedades, así como también, la resistencia al medio ambiente, generando de esta manera una mejor adaptación de las especies (Wray-Cahen et al., 2022). Las experiencias de

distintos países han permitido concluir que los pasos de un plan de mejoramiento genético animal por lo general resultan similares en cualquier especie, independientemente del lugar donde se desarrolle y del sistema de producción (Pineira et al., 2009).

En la región latinoamericana, la mejora genética no está exenta de desafíos, y esta se ha centrado específicamente en mejora para la producción en ganado, bovino, porcino, caprino, ovino, y avicultura (Revidatti, & Pinto, 2017; Araújo, & Tonhati, 2016).

En este contexto, la técnica de producción in vitro y transferencia de embriones ha adquirido gran relevancia, ya que permite obtener embriones a bajo costo con fines comerciales (Mucci et al., 2006), lo que contribuye a satisfacer la demanda interna del país donde se implemente.

II. METODOLOGÍA

Para llevar a cabo la presente revisión, se tomaron en cuenta parámetros de búsqueda de información, siendo esta revisión bibliográfica de procesos previos experimentales, que reposan en los diferentes repositorios y bases de datos informáticos.

Las bases de datos utilizadas para la búsqueda de información fueron Science Direct, Google Académico y Redalyc. Para ello se utilizaron las siguientes palabras clave: Genética, mejora genética en especies animales, biología molecular, inseminación, transferencia de embriones, especies.

Se consultaron alrededor de 38 fuentes bibliográficas de entre artículos científicos y tesis, de los cuales 21 fueron utilizadas en esta revisión corta.

III. DESARROLLO

En muchos países, la mejora genética en animales se ha aplicado principalmente en especies ganaderas con el objetivo de obtener animales más productivos, resistentes a enfermedades y con características específicas. La mejora genética ha sido implementada con éxito en diversas especies animales, destacándose los bovinos, porcinos y ovinos por su relevancia en la producción agropecuaria (Marizancén Silva, & Artunduaga Pimentel, 2017).

En el ámbito de la ganadería bovina, se han implementado programas de mejora genética dirigidos a optimizar las razas predominantes en el país, tales como la Holstein, destinada a la producción

lechera, y las razas Cebú y sus cruzamientos, orientadas a la producción cárnica. Se han aplicado técnicas de selección artificial, inseminación artificial destacando la transferencia de embriones para obtener animales con características como mayor producción de leche, mejor conversión alimenticia, resistencia a enfermedades y adaptación a diferentes climas (**Lenis Sanin et al., 2017; Marizancén Silva, & Artunduaga Pimentel, 2017**).

La tecnología de transferencia de embriones fue introducida en la década de 1980, y a partir del año 2001 comenzó su expansión a nivel global. Es importante destacar que, bajo condiciones naturales e ideales de reproducción, una vaca en servicio puede producir una sola cría por año. Con la técnica de superovulación y transferencia de embriones se obtiene un promedio de 8 a 10 terneros por año, de 4 o 5 padres diferentes, con diferentes combinaciones genéticas (**Tocarruncho Cely, 2015**).

Transferencia de embriones en ganado bovino

La transferencia de embriones en ganado bovino, también denominada Tecnología de Transferencia de Embriones (TTE), constituye un procedimiento reproductivo avanzado orientado a generar descendencia de alto valor genético y acelerar el progreso genético en los rebaños, es un proceso utilizado en la reproducción bovina para generar una descendencia superior y acelerar el progreso genético en el ganado (**Barros-Delgadillo, & Castillo-Ruiz, 2017**).

Esta tecnología consta de etapas como:

1. Selección de la hembra donante (Se elegirá una hembra bovina con características genéticas deseables, como alta producción de leche, calidad de carne, resistencia a enfermedades)
2. Superovulación (la hembra donante se somete a un tratamiento hormonal para estimular el desarrollo y liberación de múltiples óvulos).
3. Inseminación artificial (Se insemina a la hembra donante con semen de toros de alta calidad genética “colocación de semen previamente seleccionado en el útero de la hembra”).

4. Recolección de embriones (En un aproximado de siete días después de la inseminación)
5. Evaluación y selección de embriones (Observación microscópica de los embriones recolectados, esto con el fin de evaluar su calidad y viabilidad).
6. Transferencia de embriones (Los embriones seleccionados se transfieren a hembras receptoras “esto mediante la colocación directa de los embriones en el útero de las receptoras”).
7. Gestación y nacimiento (Si el proceso de transferencia de embriones es exitoso, las hembras receptoras llevan a término la gestación y dan a luz a los terneros de alquiler) (**Sanoja Breña, 2016**).

Transferencia de embriones en ganado porcino

La transferencia de embriones (TE) en cerdos es una tecnología con aplicaciones significativas en la producción ganadera. Sin embargo, su uso ha estado limitado debido a desafíos como la dificultad para crioconservar los embriones porcinos y la necesidad de métodos quirúrgicos para su transferencia en las receptoras (**Yoon et al., 2020; Grupen, 2014**).

En los últimos años, se han producido avances significativos que han mejorado la viabilidad de la transferencia de embriones en cerdos. Uno de estos avances es la técnica de vitrificación, que permite la criopreservación eficiente de embriones porcinos, superando así la dificultad previa en este aspecto (**Urbán Duarte et al., 2020**).

Además, se ha desarrollado un procedimiento innovador llamado transferencia no quirúrgica (TnQ), que ha cambiado drásticamente el panorama. Mediante la TnQ, los embriones se transfieren en la profundidad del útero de las receptoras sin necesidad de cirugía. Esto ha simplificado el proceso y reducido los riesgos asociados con la transferencia quirúrgica de embriones en cerdos (**Mancias Andrade, 2020**).

Estos avances en la crioconservación embrionaria y las técnicas de transferencia no quirúrgica han permitido superar las limitaciones previas en el uso de la TE en cerdos. Como resultado, se espera que esta tecnología juegue un papel crucial en el sector porcino, brindando beneficios en términos de mejora

genética, eficiencia reproductiva y producción ganadera (Urbán Duarte et al., 2020; Grupen, 2014).

Transferencia de embriones en ganado ovino

La transferencia de embriones en ovinos es una técnica utilizada en la reproducción animal que permite la multiplicación de animales genéticamente superiores y acelerar el mejoramiento de los rebaños ovinos. En este proceso, al igual que en los casos ya descritos en bovinos y porcinos, los embriones se recolectan de ovejas donantes con características genéticas deseables y se transfieren a ovejas receptoras para su gestación y posterior nacimiento (Bruno-Galarraga et al., 2014; Martínez-Rojero et al., 2017).

En definitiva, la transferencia de embriones en ovinos es una herramienta valiosa para los productores que desean acelerar el progreso genético en sus rebaños y mantener y multiplicar la genética de ovejas con características superiores. Esta técnica puede ayudar a mejorar la productividad, la calidad de la carne y la lana, y fortalecer la resistencia a enfermedades en los rebaños ovinos (Martínez-Rojero et al., 2017).

IV. CONCLUSIÓN

En la actualidad se han desarrollado programas de mejora genética en animales, donde la transferencia de embriones permite multiplicar el potencial genético de las mejores hembras bovinas y acelerar el mejoramiento genético en un rebaño. Esto significa que se pueden producir más descendientes de calidad superior en menos tiempo, en comparación con la reproducción natural. Es una herramienta valiosa para los productores de ganado que desean mejorar rápidamente sus rebaños y conservar la genética valiosa de ciertas líneas de ganado.

En el contexto ecuatoriano y latinoamericano, esta tecnología representa una oportunidad estratégica para fortalecer la competitividad del sector pecuario, mejorar la calidad genética del hato nacional y responder a las demandas del mercado interno y externo. Su aplicación contribuye además a la seguridad alimentaria, al desarrollo sostenible del agro y a la valorización de razas adaptadas a las condiciones locales.

V. BIBLIOGRAFÍA

- Araújo, F. R., & Tonhati, H. (2016). Genetic improvement in pigs in Latin America. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 45(12): 835-843. DOI: 10.1590/S1806-92902016001200007.
- Barros-Delgadillo, JC, & Castillo-Ruiz, AK. (2017). Resultados de los ciclos con transferencia de embriones desvitrificados: experiencia institucional de seis años. *Ginecología y obstetricia de México*, 85(7), 421-432. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0300-90412017000700421&lng=es&tlng=es.
- Bruno-Galarraga, M.M., Cueto, M., Gibbons, A.E., Pereyra-Bonnet, F., Catalano, R., González, B. (2014). Repeatability of superovulatory response to successive FSH treatments in Merino sheep. *Small Ruminant Research*. 120 (1), 84-89. DOI: 10.106/j.smallrumres.2014.04.002.
- Cruz-Coke, M.R. (2003). Valoración de trabajos clásicos en la historia de la genética. *Revista médica de Chile*, 131(2): 220-224. <https://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872003000200014>
- Falk, R. (2010). Mendel's legacy: The origins of classical genetics. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 2(4): a000374. DOI: 10.1101/cshperspect.a000374.
- Grupen, C.G. (2014). The evolution of porcine embryo *in vitro* production. *Theriogenology* 2014;(81): 24-37. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24274407/>.
- IHGSC (2021). International Human Genome Sequencing Consortium. Initial sequencing and analysis of the human genome. *Nature*, 409 (6822): 860-921. DOI: 10.1038/35057062.
- Lenis Sanin, Y., Carrillo González, D.F., Barrios, D. Rincón, J.C. (2021). Inseminación artificial y liderazgo rural. *Editorial, Universidad Nacional de Colombia*. Colecciones Sede Palmira. pp 76. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/81417>.
- Mancias Andrade, O.V. (2020). Producción in vitro y transferencia de embriones porcinos: Revisión de Li-

- teratura. *Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras*, 1.28. <https://bdigital.zamorano.edu/items/1fae2e9c-e28e-446b-b8ab-bd402707efd6>
- Marizancén Silva, M. A., & Artunduaga Pimentel, L. (2017). Mejoramiento genético en bovinos a través de la inseminación artificial y la inseminación artificial a tiempo fijo. *Revista De Investigación Agraria Y Ambiental*, 8(2), 247-259. <https://doi.org/10.22490/21456453.2050>.
- Martínez-Rojero, R., Mejía-Villanueva, O., Zarco-Quintero, L., Mastache-Lagunas, A., Reyna-Santamaría, L. (2017). Evaluación de un protocolo de superovulación para transferencia de embriones en ovejas Criollas de la Montaña de Guerrero. *Abanico veterinario*, 7(3): 30-36. <https://doi.org/10.21929/abanivet2017.73.3>
- Mucci, N., Aller, J.F., Kaiser, G.G., Hozbor, F., Alberio, R.H. (2006). Producción in vitro de embriones bovinos: suplementación de los medios de cultivo con suero. *Archivos de Medicina Veterinaria*. 38(2): 97-104. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301-732X2006000200002&script=sci_arttext
- Piñeira, J., Riveros, J.L., Felmer, R. (2009). Herramientas de última generación para mejoramiento genético animal, INIA Tierra Adentro, mayo junio: 42-45. <https://inia.uy/proyectos/herramientas-para-incrementar-el-mejoramiento-genetico-animal>.
- Revidatti, M. A., & Pinto, L. F. B. (2017). Animal breeding in Latin America: Current status and future perspectives. *Frontiers in Genetics*, 8, 196. DOI: 10.3389/fgene.2017.00196.
- Salamanca Gómez, F. (2004). III. Nature, 25 de abril de 1953. *Gaceta médica de México*, 140 (2), 246-250. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0016-38132004000200029&lng=es&tlng=es.
- Sanoja Breña, A. (2016). Doble transferencia embrionaria consecutiva D3/D5-6: una alternativa para mejorar las tasas de embarazo en pacientes sometidas a fertilización in vitro/transferencia embrionaria (FIV/TE). *Revista de Obstetricia y Ginecología de Venezuela*, 76(4), 266-276. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0048-77322016000400006&lng=es&tlng=es.
- Tocarruncho Cely, F. A. (2015). Superovulación y transferencia de embriones en bovinos. pp 34. https://ciencia.lasalle.edu.co/medicina_veterinaria/372
- Urbán Duarte, D., Álvarez Gallardo, H., Pérez Reynoso, S., & Torre Sánchez, J. F. (2020). Producción in vitro de embriones porcinos con el uso de un sistema de medios de cultivo químicamente semi-definidos. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 11(1): 102-115. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i1.4757>
- Whitelaw, C. B., Sheets, T. P., & Lillico, S. G. (2015). Engineering animal genomes: Progress and prospects. *Journal of Animal Science*, 93(1), 28-35. DOI: 10.2527/jas.2014-8527.
- Wray-Cahen, D., Bodnar, A., Rexroad, C. et al. (2022) Advancing genome editing to improve the sustainability and resiliency of animal agriculture. *CABI Agric Biosci* 3, 21. <https://doi.org/10.1186/s43170-022-00091-w>.
- Yoon KW, Shin TY, Park JI, Roh S, Lim J, Lee BC, Hwang WS, Lee ES. 2000. Development of porcine oocytes from preovulatory follicles of different sizes after maturation in media supplemented with follicular fluids. *Reproduction, Fertility and Development*, 12:133-139. doi: 10.1071/rd00027.

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.

Wolchik, 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 18 - Número 49, 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

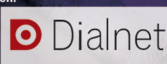
Milagro, Ecuador

Ciencia

UNEMI

CRAI
UNEMI
EDIFICIO
ARQ. MIGUEL ÁNGEL RAPADO PELAYO

Indexada en:



En Catálogo



UNEMI
UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

Centro de Recursos para el
Aprendizaje y la Investigación

f/CRAI.Unemi

X@J/CRAIUNEMIEC