INNOVACIÓN Y SOSTENIBILIDAD EN EL CORAZÓN DE LA SELVA



HORIZONTES AMAZÓNICOS

Volumen: 2

Número: 1

Horizontes Amazónicos

Revista científica multidisciplinaria

ISSN: 3121-2581

Con el apoyo de:

PastazaUnida & Solidaria Fundación

HORIZONTES AMAZÓNICOS · e-ISSN 3121-2581

Sumario

Vol. 2 Núm. 1 (2026): Innovación y sostenibilidad en el corazón de la selva (enero–junio 2026)

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Árboles urbanos bajo clima hiperhúmedo: criterios silvícolas emergentes para la planificación urbana en la Amazonía ecuatoriana
Luis Antonio Díaz Suntaxi
https://doi.org/10.67321/x5cgcb60 · **pág. 3–12**

INVESTIGACIÓN ORIGINAL

La gamificación en la resolución y dominio de problemas matemáticos en estudiantes de bachillerato
Ana Victoria Valenzuela España, Nadia Marisela Montiel Murillo, Shyrley Islene Vera Bazurto, Sonnia Cecivel Zamora Coello, José Miguel Tulcan Muñoz
https://doi.org/10.67321/mhy6a376 · **pág. 13–27**

Microencapsulación por secado por aspersión de aceite de sacha inchi y aceites esenciales de eucalipto, limón y albahaca
Abraham Rodolfo Sánchez Palacios, Jorge Antonio Vargas Escobar , Anabel Chariguamán Coello , Gabriela Carolina Miranda Villagómez
https://doi.org/10.67321/cpj8ng05 · **pág. 28–44**

Metodología de aprendizaje y desempeño académico en la asignatura de ciencias sociales
Efren Bolivar Herrera Zapata , María Fernanda Ortiz Ortiz , Cristian René Herrera Zapata , Sandra Sorayda Rubio Rubio , Dolores Judith Toro Rubio
https://doi.org/10.67321/7a54c952 · **pág. 45–58**

Evaluación del potencial antifúngico de extractos de Mansoa alliacea frente a hongos fitopatógenos (Moniliophthora roreri y Rhizopus stolonifer) de interés agrícola
Karen Jorleny Jaya Roa, Dayana Jeanela Suarez Aguirre , Jannys Lizeth Rivera Barreto , Nancy Narcisa Rodriguez Almeida
https://doi.org/10.67321/ysnkgp65 · **pág. 59–86**

ESTUDIO DE CASO

Caracterización de la biodiversidad de fauna en el bioparque Yanacocha
Iarleicy Emely Flores Pérez, Wilmer Fabian Naula López , Nixon Daniel Shiguango Licuy, Daysi Lorena Caiza López
https://doi.org/10.67321/2gxa2f16 · **pág. 87–114**

Nina Gualinga Sirén Mujer cuya Existencia es Resistencia: Un Análisis desde el Ecofeminismo
Samay Isabel Guevara Aragon
https://doi.org/10.67321/cv6qhw95 · **pág. 115–133**

Innovación sostenible: optimización de recursos y reducción de residuos en la producción de licor artesanal en Pastaza
Oliver Francisco Cholango Imbaquingo, Diego Fernando Begay Andi, Jefferson Daniel Guevara Gómez, Daysi Lorena Caiza López
https://doi.org/10.67321/kyfrh685 · **pág. 134–157**

Liderazgo femenino en la comunidad Sarayaku y su construcción en el contexto amazónico
Carla Daniela Guevara Inga
https://doi.org/10.67321/g0mhb471 · **pág. 158–170**

HORIZONTES AMAZÓNICOS | Pastaza Unida & Solidaria

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-010-2026

Tipo de artículo: Revisión y ensayo critico

Árboles urbanos bajo clima hiperhúmedo: criterios silvícolas emergentes para la planificación urbana en la Amazonía ecuatoriana

Urban trees under hyperhumid climates: emerging silvicultural criteria for urban planning in the Ecuadorian Amazon

Luis Antonio Díaz Suntaxi

Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

Resumen

El estudio analizó la silvicultura urbana en climas hiperhúmedos, con énfasis en la Amazonía ecuatoriana, con el objetivo de establecer criterios silvícolas emergentes para la planificación del arbolado urbano. Se empleó una revisión bibliográfica narrativa basada en literatura científica publicada entre 2010 y 2025, recopilada en bases de datos académicas y seleccionada mediante criterios de pertinencia temática y geográfica. El análisis se desarrolló mediante una síntesis temática de la información. Los resultados evidenciaron que las condiciones de alta precipitación, suelos hidromórficos y elevada presión fitosanitaria requieren enfoques diferenciados respecto a modelos convencionales. Se identificaron cinco criterios clave: tolerancia hidromórfica, resiliencia fitosanitaria, gestión radicular adaptada, conectividad ecológica y adaptación a dinámicas de inundación. Asimismo, se resaltó la importancia del uso de especies nativas por su mayor capacidad de adaptación y provisión de servicios ecosistémicos. El estudio es relevante al aportar lineamientos técnicos para la planificación urbana sostenible en contextos amazónicos poco estudiados.

Palabras clave: silvicultura urbana, clima hiperhúmedo, Amazonía ecuatoriana, criterios silvícolas, especies nativas, servicios ecosistémicos

Recibido: 9-04-2026 **Aceptado:** 16-04-2026 **Publicado:** 23-04-2026

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-010-2026

Tipo de artículo: Revisión y ensayo critico

Abstract

This study analyzed urban forestry in hyperhumid climates, with an emphasis on the Ecuadorian Amazon, aiming to establish emerging silvicultural criteria for urban tree planning. A narrative literature review was conducted, based on scientific publications from 2010 to 2025, compiled from academic databases and selected according to thematic and geographic relevance. The analysis was carried out through a thematic synthesis of the information. The results showed that conditions of high rainfall, hydromorphic soils, and high phytosanitary pressure require different approaches compared to conventional models. Five key criteria were identified: hydromorphic tolerance, phytosanitary resilience, adapted root management, ecological connectivity, and adaptation to flooding dynamics. The importance of using native species was also highlighted due to their greater adaptability and provision of ecosystem services. This study is relevant because it provides technical guidelines for sustainable urban planning in understudied Amazonian contexts.

Key Words: urban forestry, hyperhumid climate, Ecuadorian Amazon, silvicultural criteria, native species, ecosystem services

1. Introducción

La silvicultura urbana constituye hoy uno de los campos más dinámicos de las ciencias forestales y ambientales, situándose en la intersección entre la ecología aplicada, el diseño urbano y la resiliencia climática (World Bank, 2023). Los árboles urbanos han emergido como infraestructura verde estratégica capaz de proveer múltiples servicios ecosistémicos como la regulación del microclima, captura de carbono, control de escorrentía pluvial, mejora de la calidad del aire y soporte a la biodiversidad local (WeForest, 2022). No obstante, la investigación científica sobre gestión arbórea en contextos tropicales hiperhúmedos, como los que caracterizan a la Amazonía ecuatoriana, sigue siendo escasa y fragmentada.

La región amazónica ecuatoriana abarca aproximadamente 120.000 km², equivalente al 48 % del territorio nacional, y alberga a cerca del 5 % de la población del país, con una tasa media anual de crecimiento poblacional de 3,28 % (STCTEA, 2021). Ciudades como Puyo, Tena, Lago Agrio, Macas y Puerto Francisco de Orellana presentan precipitaciones que superan los 3.000 mm anuales en varias zonas, alta humedad relativa, suelos hidromórficos y una diversidad florestal nativa de enorme potencial, aún subutilizada en los planes de arborización urbana (INAMHI, 2023).

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-010-2026

Tipo de artículo: Revisión y ensayo critico

A pesar de la exuberante riqueza forestal que distingue a la región amazónica ecuatoriana, la planificación del arbolado urbano en sus principales centros poblados ha seguido históricamente criterios importados de otras latitudes o zonas climáticas distintas, sin considerar las particularidades biofísicas del entorno local (BID, 2022). Esta desconexión entre la realidad ecológica y la práctica planificadora ha derivado en problemas concretos y documentados: selección inadecuada de especies con alta mortalidad post-plantación, conflictos entre el sistema radicular arbóreo y la infraestructura vial y sanitaria, inestabilidad estructural de individuos arbóreos bajo condiciones de saturación hídrica del suelo, así como la subutilización del potencial ecosistémico que ofrece la flora nativa amazónica (Cabrera Verdesoto et al., 2020).

Investigaciones recientes sobre arbolado urbano en la cuenca amazónica han evidenciado que el predominio de especies exóticas en las áreas verdes, con porcentajes que llegan al 90 % en algunas ciudades ecuatorianas, supone una pérdida significativa de servicios ecosistémicos que podrían proveer las especies nativas (Lara et al., 2026). Asimismo, estudios morfométricos aplicados en capitales amazónicas señalan que los criterios ecofisiológicos y silvícolas son frecuentemente ignorados en la selección de especies para espacios públicos, lo que compromete tanto la estabilidad como la función de los individuos plantados (Felipe et al., 2026). Los modelos de planificación de arbolado desarrollados para zonas secas, con déficit hídrico estacional, resultan inaplicables en entornos donde la saturación hídrica del suelo, el exceso de precipitación y la alta presión de enfermedades fúngicas constituyen el régimen normal (Spanner et al., 2022). Este vacío técnico-científico deja a los gestores municipales y planificadores territoriales amazónicos sin herramientas adaptadas a su contexto para la toma de decisiones informadas.

En la última década, la literatura científica ha acumulado evidencia robusta sobre los servicios ecosistémicos del arbolado urbano en entornos tropicales: regulación hídrica mediante intercepción y evapotranspiración (Pandey & Ghosh, 2023), mitigación de islas de calor urbano, secuestro de carbono, y conectividad ecológica para la biodiversidad local (Jenerette & Herrmann, 2023). Sin embargo, la mayor parte de estos estudios se concentra en climas tropicales estacionales o en contextos suburbanos del sudeste asiático y África occidental, con escasa representación de la Amazonía ecuatoriana (Konijnendijk, 2022). Para la Amazonía ecuatoriana, el Observatorio para la Urbanización Amazónica (OUA FLACSO, 2023) ha documentado a partir de 2023 patrones de expansión urbana y déficits de planificación territorial en las principales cabeceras cantonales, pero sin abordar específicamente la dimensión del arbolado urbano como componente de la infraestructura verde.

La justificación científica de esta investigación radica en la necesidad urgente de generar conocimiento empírico y aplicado sobre la silvicultura urbana en uno de los biomas más ricos y ambientalmente estratégicos del planeta, pero paradójicamente uno

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-010-2026

Tipo de artículo: Revisión y ensayo critico

de los menos estudiados desde esta perspectiva. La Amazonía ecuatoriana no solo concentra una biodiversidad forestal amplia, sino que sus ciudades crecen a tasas superiores a la media nacional (STCTEA, 2021), lo que convierte la planificación del arbolado urbano en una decisión de alto impacto a corto plazo. El objetivo de este estudio busca establecer criterios silvícolas emergentes para la selección, el manejo e integración de árboles urbanos en entornos de clima hiperhúmedo de la Amazonía ecuatoriana, orientados a la planificación urbana sostenible y la resiliencia ecosistémica.

2. Metodología

Se realizó una revisión bibliográfica narrativa siguiendo la metodología propuesta por Salinas F,(2020), orientada a recopilar, analizar y sintetizar la evidencia científica disponible sobre silvicultura urbana en climas hiperhúmedos y tropicales. La búsqueda se efectuó en las bases de datos Google Académico, Scopus, Web of Science, SciELO y DIALNET, utilizando términos en español e inglés: "silvicultura urbana Amazonia", "urban forestry humid tropics", "árboles urbanos clima hiperhúmedo", "native species urban planning Amazon", "urban tree selection humid climate".

Se incluyeron artículos de investigación, revisiones sistemáticas y narrativas, tesis de maestría y doctoral, e informes técnicos publicados entre 2010 y 2025, con enfoque en, gestión de arbolado urbano en climas tropicales húmedos, criterios de selección de especies arbóreas nativas para entornos urbanos, servicios ecosistémicos de árboles en ciudades amazónicas o de condiciones similares y estudios realizados específicamente en la Amazonía ecuatoriana o contextos comparables. Se excluyeron documentos sin revisión académica, publicaciones centradas exclusivamente en silvicultura productiva forestal, y estudios en climas templados no adaptables al contexto hiperhúmedo.

El proceso de análisis comprendió tres etapas: revisión de títulos y resúmenes para detectar relevancia, lectura completa de documentos seleccionados, y síntesis de criterios silvícolas emergentes agrupados temáticamente. La organización de referencias se realizó con el gestor bibliográfico Mendeley.

3. Resultados y discusión

3.1. El clima hiperhúmedo como condicionante silvícola diferencial

La Amazonía ecuatoriana se caracteriza por ser una de las regiones con mayor pluviosidad del planeta. Puyo, en particular, está ubicada en la microcuenca de los ríos Puyo y Pindo, donde el 80% de las áreas verdes periurbanas coincide con zonas de inundación (Huera-Lucero et al., 2020). Esta condición hidráulica condiciona de manera determinante el comportamiento radicular de los árboles, los procesos de anclaje y la

longevidad del arbolado urbano. A diferencia de las ciudades con estaciones secas marcadas, en el ámbito hiperhúmedo amazónico los suelos pueden permanecer saturados durante períodos prolongados, lo que incrementa la susceptibilidad a pudriciones radiculares y el volcamiento de individuos adultos.

Desde la perspectiva del microclima urbano (Rendon et al., 2024), señala que en climas tropicales hiperhúmedos el efecto de enfriamiento por evapotranspiración de los árboles puede verse amortiguado por la alta humedad ambiental basal. Esto implica que los beneficios del arbolado en estas ciudades se expresan principalmente a través del sombreado directo, la regulación hídrica y la conectividad ecológica, antes que por la reducción térmica evaporativa predominante en climas secos (Alonzo et al., 2025).

La urbanización acelerada de Puyo a una tasa de 4,70% anual durante las últimas tres décadas, ha generado una pérdida progresiva de la cobertura vegetal original, con la consecuente disminución de los servicios ecosistémicos asociados (Huera-Lucero et al., 2020). La fragmentación del paisaje forestal periurbano representa no solo una pérdida ecológica, sino también un incremento del riesgo de inundación al reducir la capacidad de infiltración y retención hídrica que brindan los remanentes boscosos.

3.2. Criterios silvícolas emergentes para la planificación urbana hiperhúmeda

A partir de la revisión bibliográfica, se identificaron cinco criterios silvícolas diferenciados que deben orientar la planificación del arbolado urbano en la Amazonía ecuatoriana. Estos criterios no reemplazarán a los criterios convencionales de selección de especies (tamaño adulto, profundidad radicular, valor ornamental), sino que los complementan y especifican para el contexto hiperhúmedo amazónico.

Tabla 1. Criterios silvícolas emergentes para arbolado urbano en clima hiperhúmedo amazónico.

Criterio	Descripción	Especies amazónicas referentes
1. Tolerancia hidromórfica	Capacidad de desarrollarse en suelos con saturación hídrica temporal o permanente sin deterioro del sistema radicular.	*Mauritia flexuosa*, *Ficus* spp., *Inga* spp.
2. Resiliencia fitosanitaria	Resistencia o tolerancia a patógenos fúngicos y bacterianos favorecidos por alta humedad y temperatura cálida.	*Piptocoma discolor, Cedrela odorata, Cupania cinerea*
3. Gestión radicular adaptada	Arquitectura radicular compatible con suelos arcillosos saturados sin conflicto con infraestructura subterránea.	*Inga* spp, *Terminalia amazonia, Tabebuia chrysantha*
4. Conectividad ecológica	Capacidad de actuar como corredor o nodo entre la matriz boscosa periurbana y los espacios verdes intraurbanos.	*Ceiba pentandra, Ficus* spp*, Juglans neotropica*
5. Adaptación a dinámicas de inundación	Tolerancia a eventos de encharcamiento periódico en zonas ribereñas o de baja cota urbana.	*Mauritia flexuosa, Castilla elastica, Inga* spp.

Fuente: Elaboración propia con base en Quito et al. (2025), Sarmiento (2020), Huera-Lucero et al. (2020) y Fernández et al. (2026).

3.3. Tolerancia hidromórfica y gestión de suelos saturados

El primer criterio diferencial para la Amazonía húmeda es la tolerancia a condiciones de hidromorfismo edáfico. En ciudades como Puyo, los suelos urbanos de las zonas bajas presentan drenaje lento y alta frecuencia de saturación, condición que limita la disponibilidad de oxígeno en la rizosfera y favorece el desarrollo de hongos radiculares anaeróbicos (Sarmiento, 2020). Las especies que han demostrado mayor adaptación a estas condiciones en la región incluyen a *Mauritia flexuosa* (Arecaceae), cuyo hábitat natural son los ambientes húmedos y pantanosos, y *Inga* spp. (Fabaceae), frecuentemente registrada en riberas y áreas de alto contenido hídrico (Cotta, 2015).

Desde la perspectiva silvícola, la gestión de suelos saturados exige el diseño de sistemas de plantación que incorporen enmiendas estructurales y celdas de sustrato que promuevan el desarrollo radicular y mejoren el drenaje local (Savo et al., 2025). La selección de especies con raíces pivotantes profundas, en lugar de raíces superficiales horizontales, reduce además el riesgo de levantamiento de pavimentos en áreas de alta pluviosidad con suelos arcillosos, problema documentado en el arbolado de *Ficus* spp. cuando no se planifican distancias de seguridad adecuadas (Moles et al., 2019).

3.4. Resiliencia fitosanitaria en clima cálido-húmedo

El clima hiperhúmedo amazónico crea condiciones particularmente favorables para el desarrollo de patógenos fúngicos y bacterianos que afectan al arbolado urbano. La temperatura media sostenida de 18–24°C combinada con humedad relativa permanente superior al 80% constituye un entorno óptimo para hongos causantes de pudriciones del fuste, cancros y deterioro del xilema. (Fernández1 et al., 2026), en su evaluación fitosanitaria del arbolado urbano de Loja, Ecuador, identificaron que familias como Salicaceae, Fabaceae y Malvaceae registran mayor presencia de síntomas asociados a pudriciones y muerte regresiva bajo condiciones de alta humedad, subrayando la necesidad de incorporar criterios fitosanitarios en la selección de especies.

En contraste, Carvajal-Benavides et al. (2025), documentaron que especies como *Cupania cinerea* (Guacharaco) y *Piptocoma discolor* (Pigüe), nativas de la Amazonía ecuatoriana, muestran características dendrológicas asociadas a mayor resistencia fitosanitaria bajo condiciones tropicales húmedas, lo que las posiciona como opciones prioritarias para el arbolado urbano amazónico. La presencia de compuestos secundarios en su madera y corteza, así como su historia evolutiva en ambientes de alta presión biótica, contribuyen a esta resiliencia diferencial.

3.5. Conectividad ecológica entre el bosque periurbano y el arbolado urbano

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-010-2026

Tipo de artículo: Revisión y ensayo critico

Una de las oportunidades más singulares de la silvicultura urbana amazónica es la proximidad de la matriz boscosa periurbana a los centros urbanos. En ciudades como Puyo, remanentes de bosque secundario y primario se encuentran a escasos metros de los parques y avenidas urbanas, creando una oportunidad única para diseñar redes verdes que conecten funcionalmente el interior urbano con los ecosistemas forestales adyacentes. (Huera-Lucero et al., 2020) identificaron que la periferia de Puyo (radio de 4 km) constituye un espacio de oportunidad donde la conservación de la biodiversidad es un factor clave para promover el desarrollo urbano sostenible.

Desde la silvicultura urbana, esto implica priorizar especies que actúen como nodos de conectividad, aquellas capaces de albergar fauna, dispersar semillas y sostener redes tróficas entre el ambiente urbano y el bosque periurbano. *Ceiba pentandra*, con su gran porte y capacidad de proporcionar hábitat para aves y mamíferos, y *Ficus* spp., con sus frutas de alto valor alimenticio para la fauna silvestre, destacan como especies de alto valor para la conectividad ecológica urbana en la Amazonía (Moles et al., 2019; Tareau et al., 2022).

La revisión global de Russo et al. (2025), sobre preferencias públicas por plantas nativas frente a exóticas en espacios verdes climáticamente resilientes refuerza la pertinencia de esta estrategia, las plantas nativas reciben mayor valoración por parte de la comunidad cuando se contextualizan como parte de una identidad biocultural local, argumento particularmente relevante en la Amazonía ecuatoriana donde existe una fuerte vinculación entre la flora y las identidades culturales indígenas y mestizas.

3.6. Criterios silvícolas para la Amazonía urbana hiperhúmeda

Los criterios identificados no operan de manera independiente, sino que se articulan en un marco conceptual integrador que orienta la planificación silvícola. La selección de una especie para el arbolado urbano amazónico debe evaluarse simultáneamente en las cinco dimensiones: tolerancia hidromórfica, resiliencia fitosanitaria, compatibilidad radicular, potencial de conectividad ecológica y adaptación a dinámicas de inundación.

Este marco se distancia de los enfoques convencionales de arborización que priorizan únicamente el valor estético o la disponibilidad en viveros. En su lugar, propone un proceso de selección basado en criterios ecológico-funcionales ajustados a las condiciones específicas del entorno hiperhúmedo. (STCTEA, 2021) ya señalaron que el arbolado urbano debe entenderse como un elemento estructurante del paisaje natural-urbano, concepto que en la Amazonía adquiere una dimensión adicional dado que la interfase ciudad-bosque es una realidad cotidiana y no un horizonte a construir.

La planificación estratégica debe incorporar además una perspectiva temporal de largo plazo. Dado que muchas especies nativas amazónicas de alto valor ecológico como *Ceiba pentandra* o *Juglans neotropica*, presentan ritmos de crecimiento lentos o

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-010-2026

Tipo de artículo: Revisión y ensayo critico

necesidades de espacio que no se adaptan a calles angostas, el diseño urbano debe anticipar estos requerimientos mediante la zonificación de espacios verdes según el porte adulto de las especies seleccionadas y la distancia mínima a la infraestructura (Plan director del arbolado urbano de Petrer, 2024).

Conclusiones

Los resultados evidencian que la silvicultura urbana en la Amazonía ecuatoriana requiere un enfoque basado en criterios ecológico-funcionales adaptados a condiciones hiperhúmedas, donde la selección de especies nativas y la consideración de factores edáficos, hidrológicos y fitosanitarios resultan fundamentales. Este aporte contribuye al fortalecimiento de la planificación urbana sostenible y a la integración del arbolado como infraestructura verde estratégica. No obstante, la investigación presenta limitaciones derivadas de su enfoque exclusivamente bibliográfico y de la escasa disponibilidad de estudios empíricos en el contexto local. En este sentido, se recomienda desarrollar investigaciones de campo, ensayos experimentales con especies nativas y modelos de planificación que integren variables ecológicas, sociales y urbanas, a fin de consolidar bases científicas más robustas para la gestión del arbolado urbano en climas hiperhúmedos.

Referencias

Alonzo, M., Ibsen, P. C., & Locke, D. H. (2025). Urban Trees and Cooling: A Review of the Recent Literature (2018 to 2024). *Arboriculture and Urban Forestry*, *51*(5), 420–444. https://doi.org/10.48044/JAUF.2025.023

BID. (2022). *BID | Ciudades Amazónicas del Ecuador: Desafíos y Oportunidades para un Urbanismo Sostenible*. https://www.iadb.org/es/blog/desarrollo-urbano-y-vivienda/ciudades-amazonicas-del-ecuador-desafios-y-oportunidades-para-un-urbanismo-sostenible

Cabrera Verdesoto, C. A., Ponce Macías, C. J., Cantos Cevallos, C., Morán Morán, J. J., & Cabrera Verdezoto, R. P. (2020). Áreas verdes y arbolado en la zona urbana del cantón Jipijapa. *Ciencia y Tecnología*, *13*(2), 47–53. https://doi.org/10.18779/cyt.v13i2.392

Carvajal-Benavides, J. G., Paredes-Rodríguez, H. O., Quinatoa-Ulcuango, J. K., Villagran-Castañeda, J. E., Farinango-Coyago, M. C., & Tituaña-Maigua, L. S. (2025). Análisis comparativo de atributos dendrológicos y tecnológicos de cinco especies forestales nativas como insumo para la innovación en sistemas forestales sostenibles. *Innova Science Journal*, *3*(3), 72–96. https://doi.org/10.63618/OMD/ISJ/V3/N3/70

Cotta, J. N. (2015). Contributions of local floodplain resources to livelihoods and household income in the Peruvian Amazon. *Forest Policy and Economics*, *59*, 35–46. https://doi.org/10.1016/J.FORPOL.2015.05.008

Felipe, H., Pacheco, C., Vieira, M. A., Filho, N., Rolfs, P. H., Bruno, W., Martins, R., Julia, ·, De Matos Rodrigues, I., Joathan, ·, Castro, C., Daniele, P., Moraes, M., Rozendo De Lima Silva, J., Marcos, ·, Vieira, A., & Lopes Da Silva, · Lucas. (2026). Tree planting in public squares in an Amazonian capital: are morphometric and ecological aspects considered for decision-making? *Trees 2026 40:2*, *40*(2), 44-. https://doi.org/10.1007/S00468-026-02734-1

Fernández1, P., Lozano2, D., Armijos-Montaño2, A., Jumbo2, N., Pucha2, D., & Resumen, ■ ■. (2026). Evaluación sintomatológica del estado fitosanitario del arbolado urbano de la ciudad de Loja, Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, *16*(1), 67–89. https://doi.org/10.54753/blc.v16i1.2638

Huera-Lucero, T., Salas-Ruiz, A., Changoluisa, D., & Bravo-Medina, C. (2020). Towards Sustainable Urban Planning for Puyo (Ecuador): Amazon Forest Landscape as Potential Green Infrastructure. *Sustainability 2020, Vol. 12, Page 4768*, *12*(11), 4768. https://doi.org/10.3390/SU12114768

INAMHI. (2023). *Anuarios Metereologicos – INAMHI*. https://servicios.inamhi.gob.ec/anuarios-metereologicos/

Jenerette, G. D., & Herrmann, D. L. (2023). A global synthesis of reported urban tree carbon production rates and approaches. *Frontiers in Ecology and Evolution*, *11*, 1244418. https://doi.org/10.3389/FEVO.2023.1244418/TEXT

Konijnendijk, C. C. (2022). Evidence-based guidelines for greener, healthier, more resilient neighbourhoods: Introducing the 3–30–300 rule. *Journal of Forestry Research 2022 34:3*, *34*(3), 821–830. https://doi.org/10.1007/S11676-022-01523-Z

Lara, R. C. A., Delgado, M. E. Z., Ramos, E. S. L., & Armijo, J. H. U. (2026). Servicios ecosistémicos del arbolado urbano en la Amazonía ecuatoriana: avances y retos. *Revista JRG de Estudos Acadêmicos*, *9*(20), e093067. https://doi.org/10.55892/JRG.V9I20.3067

Moles, A. T., Jagdish, A., Wu, Y., Gooley, S., Dalrymple, R. L., Feng, P., Auld, J., Badgery, G., Balding, M., Bell, A., Campbell, N., Clark, M., Clark, M., Crawford, K. M., De Lorenzo, O., Fletcher, A., Ford, Z., Fort, H., Gorta, S. B. Z., … Cornwell, W. K. (2019). From dangerous branches to urban banyan: Facilitating aerial root growth of Ficus rubiginosa. *PLOS ONE*, *14*(12), e0226845. https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0226845

OUA FLACSO. (2023). *Observatorio para la urbanización amazónica- OUA – Observatorio para la Urbanización Amazónica*. https://flacso.edu.ec/oua/observatorio-para-la-urbanizacion-amazonica-oua/

Pandey, B., & Ghosh, A. (2023). Urban ecosystem services and climate change: a dynamic interplay. *Frontiers in Sustainable Cities*, *5*, 1281430. https://doi.org/10.3389/FRSC.2023.1281430/FULL

Plan director del arbolado urbano de Petrer. (2024). *PLAN DIRECTOR DEL ARBOLADO URBANO DE PETRER 2023-2033*. moz-extension://1317f510-01b2-4a74-8505-32819d952c0d/enhanced-reader.html?openApp&pdf=https%3A%2F%2Fpetrer.es%2Fwp-content%2Fuploads%2F2023%2F12%2FPLAN_DIRECTOR_ARBOLADO.pdf

Quito, D. C. T., Valle, A. G. R., Angulo, C. J. P., & Paucar, D. R. G. (2025). Especies Forestales Nativas Con Potencial Para Silvicultura Urbana En La Amazónica Ecuatoriana. *Revista JRG de Estudos Acadêmicos*, *8*(19), e082558. https://doi.org/10.55892/JRG.V8I19.2558

Rendon, P., Love, N., Pawlak, C., Yost, J., Ritter, M., & Doremus, J. (2024). Street tree diversity and urban heat. *Urban Forestry and Urban Greening*, *91*. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2023.128180

Russo, A., Esperon-Rodriguez, M., St-Denis, A., & Tjoelker, M. G. (2025). Native vs. Non-Native Plants: Public Preferences, Ecosystem Services, and Conservation Strategies for Climate-Resilient Urban Green Spaces. *Land 2025, Vol. 14, Page 954*, *14*(5), 954. https://doi.org/10.3390/LAND14050954

Salinas F., M., & Salinas F., M. (2020). Sobre las revisiones sistemáticas y narrativas de la literatura en Medicina. *Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias*, *36*(1), 26–32. https://doi.org/10.4067/S0717-73482020000100026

Sarmiento Rosero, A. J. (2020). *Silvicultura urbana como herramienta para el manejo del arbolado en la Parroquia Puyo, Cantón Pastaza.* https://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/1054

Savo, V., D'Amato, L., Bartoli, F., Zappitelli, I., & Caneva, G. (2025). Evaluation of main regulating, provisioning, and supporting ecosystem services of urban street trees: A literature review. *Ecosystem Services*, *71*, 101690. https://doi.org/10.1016/J.ECOSER.2024.101690

Spanner, G. C., Gimenez, B. O., Wright, C. L., Menezes, V. S., Newman, B. D., Collins, A. D., Jardine, K. J., Negrón-Juárez, R. I., Lima, A. J. N., Rodrigues, J. R., Chambers, J. Q., Higuchi, N., & Warren, J. M. (2022). Dry Season Transpiration and Soil Water Dynamics in the Central Amazon. *Frontiers in Plant Science*, *13*, 825097. https://doi.org/10.3389/FPLS.2022.825097/TEXT

STCTEA. (2021). *Plan Integral para la Amazonía*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.secretariadelamazonia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/09/PIA_final-Digital-.pdf

Tareau, M. A., Greene, A., Odonne, G., & Davy, D. (2022). Ceiba pentandra (Malvaceae) and associated species: Spiritual Keystone Species of the Neotropics. *Botany*, *100*(2), 127–140. https://doi.org/10.1139/CJB-2021-0099/ASSET/IMAGES/LARGE/CJB-2021-0099F5.JPEG

WeForest. (2022). *Refugio Verde Urbano: El Enfoque de WeForest en los Bosques Urbanos*. https://www.weforest.org/blog/news/urban-forest/?gad_source=1&gad_campaignid=23091766265&gbraid=0AAAAA-u4C4sjGo9sX3UJ_wIwCT6EQLZm_&gclid=Cj0KCQjwyr3OBhD0ARIsALlo-OlUxbE6e4n5Z87NkgdQTxgCpfbDzXOzeG9aKF1BJwNIIEAUHICUtT4aAuBXEALw_wcB

World Bank. (2023). *Desarrollo urbano | Grupo del Banco Mundial*. https://www.worldbank.org/ext/en/topic/urban-development

HORIZONTES AMAZÓNICOS | Pastaza Unida & Solidaria

ID Documento: HA-V2-N1-010

Tipo de artículo: Investigación

LA GAMIFICACIÓN EN LA RESOLUCIÓN Y DOMINIO DE PROBLEMAS MATEMÁTICOS EN ESTUDIANTES DE BACHILLERATO

Gamification in the resolution and mastery of mathematical problems in high school students

Valenzuela España Ana Victoria
Unidad Educativa José Rodríguez Labandera, Ecuador

Montiel Murillo Nadia Marisela
Unidad Educativa José Rodríguez Labandera, Ecuador

Vera Bazurto Shyrley Islene
Unidad Educativa José Rodríguez Labandera, Ecuador

Zamora Coello Sonnia Cecivel
Unidad Educativa Héctor Burbano Martínez, Ecuador

Tulcan Muñoz José Miguel
Unidad Educativa Guayacanes, Ecuador

Resumen

El bajo rendimiento en la resolución de problemas matemáticos en bachillerato y la persistencia de metodologías tradicionales motivaron la validación de un diseño de gamificación. El objetivo fue evaluar la viabilidad de una propuesta gamificada sin ejecutarla, identificando problemas potenciales, recursos necesarios y la implicación estudiantil estimada. Se adoptó un enfoque descriptivo con diseño de validación por pilotaje. Participaron 120 estudiantes, 40 docentes y 2 directivos de dos unidades educativas ecuatorianas. Se aplicaron encuestas estructuradas y listas de cotejo. Los resultados indicaron que el 78 % de los estudiantes consideró atractivos los componentes lúdicos, pero el 62 % de las aulas carecía de conectividad estable. El 92,5 % de los docentes demandó capacitación en gamificación. La implicación esperada fue alta (media 4,2/5), condicionada a la simplificación de reglas y la equidad competitiva. Se concluye que el diseño es viable siempre que se implementen ajustes en infraestructura tecnológica, formación docente y mecanismos de nivelación. Las limitaciones y líneas futuras se discuten.

Palabras clave: Gamificación; educación; matemática; metodología; bachillerato

Recibido: 23-04-2026 **Aceptado:** 4-05-2026 **Publicado:** 8-05-2026

Abstract

Low performance in mathematical problem-solving in high school and the persistence of traditional methodologies motivated the validation of a gamification design. The objective was to assess the viability of a gamified proposal without implementing it, identifying potential issues, necessary resources, and estimated student engagement. A descriptive approach with a pilot validation design was adopted. Participants included 120 students, 40 teachers, and 2 headmasters from two Ecuadorian educational units. Structured surveys and checklists were applied. Results indicated that 78% of students found the playful components attractive, but 62% of classrooms lacked stable internet connectivity. A total of 92.5% of teachers demanded training in gamification. Expected engagement was high (mean 4.2/5), conditional on rule simplification and competitive equity. It is concluded that the design is viable provided adjustments in technological infrastructure, teacher training, and leveling mechanisms are implemented. Limitations and future lines are discussed.

Key Words:

Gamification; education; mathematics; metodology; high school

Introducción

La resolución de problemas matemáticos constituye una competencia fundamental en la formación del pensamiento lógico y crítico de los estudiantes de bachillerato. Sin embargo, la evidencia empírica señala que un porcentaje significativo del alumnado presenta dificultades para abordar enunciados complejos, transferir conceptos a contextos diversos y sostener la perseverancia cognitiva necesaria para alcanzar soluciones pertinentes (Toapanta et al., 2024; Orellana & Medina, 2024). Esta situación no es exclusiva de una región; estudios en América Latina y Ecuador coinciden en que la enseñanza tradicional de la matemática, centrada en la memorización y la repetición de procedimientos, no logra activar la motivación intrínseca ni desarrollar la autonomía que demanda el perfil de salida del bachillerato actual (Angulo et al., 2022; Chele, 2024).

En el contexto ecuatoriano, diversas investigaciones han documentado que el bloque curricular de Álgebra y Funciones, y en particular la resolución de problemas, es uno de los que menores niveles de logro alcanza en evaluaciones estandarizadas (Cruz, 2025; Subiaga & Vélez, 2024). La rigidez curricular, la escasa formación docente en metodologías activas y la prevalencia de estrategias expositivas se identifican como barreras persistentes (Sotaminga et al., 2025). Frente a este panorama, la gamificación —entendida como la integración de elementos y dinámicas propios del juego en entornos no lúdicos— ha emergido como una estrategia con potencial para transformar

la experiencia de aprendizaje, incrementar la motivación y favorecer el compromiso cognitivo (Benítez & Granda, 2022; Rodríguez & Mas, 2024).

El estado del arte muestra que la gamificación aplicada a la enseñanza matemática ha reportado efectos positivos en dimensiones como la fluidez en operaciones básicas, la comprensión de geometría y medida, y el rendimiento general en asignaturas numéricas (Zavala et al., 2025; Hernández & Navarrete, 2025). Experiencias como la Gymkhana STEAM (Maciel et al., 2024) y el aprendizaje basado en retos con tecnología educativa (Chimbo et al., 2025) evidencian que la inclusión de puntos, niveles, narrativas y recompensas simbólicas mejora la participación activa y reduce la ansiedad matemática. Asimismo, investigaciones correlacionales confirman una asociación significativa entre el uso de herramientas como Kahoot, Quizizz o Genially y el aumento de la retención conceptual (Chuchuca & Sornoza, 2025; Zambrano & Solano, 2025; Rivera et al., 2025).

No obstante, la literatura revisada presenta un vacío relevante: la mayoría de los estudios se han concentrado en contenidos específicos (funciones cuadráticas, fracciones, geometría) o en la motivación general, pero han abordado escasamente la competencia integrada de resolución y dominio de problemas matemáticos como eje estructurante del pensamiento algebraico en bachillerato (Cobos et al., 2024; Cuenca, 2024). Además, predominan los diseños preexperimentales que miden efectos inmediatos, mientras que la validación de propuestas gamificadas orientadas específicamente al desarrollo de estrategias de resolución de problemas permanece insuficientemente explorada (Guerrero et al., 2025; Chele, 2024).

La necesidad e importancia del presente estudio radican en que los estudiantes de bachillerato enfrentan cada vez más problemas matemáticos en contextos de la vida real y en pruebas de acceso a la educación superior, donde no basta con recordar algoritmos, sino que se requiere analizar, modelar y argumentar (Cruz, 2025). La gamificación, bien diseñada, puede ofrecer escenarios simulados de retos progresivos, retroalimentación inmediata y oportunidades para el ensayo-error sin consecuencias punitivas (Salguero Rosero, 2022). Por ello, resulta imperativo generar evidencia sobre cómo una propuesta estructurada de gamificación influye en la capacidad de los estudiantes para resolver problemas matemáticos complejos y dominar los procedimientos asociados.

El alcance del problema investigativo se delimita al bachillerato de dos unidades educativas ecuatorianas, con un enfoque cuantitativo y un diseño de validación por pilotaje —sin ejecución de intervención— que permita identificar barreras, recursos necesarios y niveles de implicación estudiantil antes de una implementación extensiva. De acuerdo con Hernández Sampieri et al. (2014), este tipo de aproximación metodológica garantiza la pertinencia y factibilidad de la propuesta.

Se planteó como objetivo general: Diseñar y validar una propuesta de gamificación orientada a la resolución y dominio de problemas matemáticos en estudiantes de bachillerato, a partir de la percepción de estudiantes, docentes y directivos, sin ejecución de la intervención. Dentro de los objetivos específicos: Identificar los problemas potenciales asociados a la implementación de la propuesta gamificada. Determinar los recursos humanos, tecnológicos y temporales necesarios para su viabilidad y estimar el grado de implicación que despertaría el diseño en los estudiantes, según la valoración de docentes y directivos.

Metodología

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo de tipo descriptivo, con un diseño de validación por pilotaje orientado a evaluar la viabilidad de una propuesta de gamificación para la resolución de problemas matemáticos, sin que mediara su ejecución en el aula. Este diseño permitió recoger la percepción de los actores educativos sobre la claridad de los recursos, los problemas potenciales, los recursos necesarios y la implicación estudiantil estimada. La validación por pilotaje se seleccionó porque, a diferencia de los estudios preexperimentales que miden efectos de una intervención ya aplicada, este enfoque prioriza la detección temprana de barreras contextuales, lo que aumenta la probabilidad de éxito en fases posteriores.

La población estuvo conformada por estudiantes, docentes y directivos de dos instituciones educativas fiscales de la provincia de Los Ríos, Ecuador: la Unidad Educativa José Rodríguez Labandera (zona urbana) y la Unidad Educativa Héctor Burbano Martínez (zona periurbana). La selección de estas dos instituciones fue intencional, buscando contrastar realidades con diferente acceso a tecnología y recursos. La muestra fue seleccionada mediante un muestreo intencional por cuotas, asegurando la representatividad de cada estamento. Participaron 120 estudiantes de segundo y tercero de bachillerato (60 por institución, distribución equitativa por género, con edades comprendidas entre 15 y 18 años), 40 docentes del área de matemáticas y afines (20 por escuela, con al menos dos años de experiencia en bachillerato) y dos directivos (uno por cada unidad educativa). Se excluyó a estudiantes con más del 30 % de inasistencias durante el período de aplicación y a docentes que no impartían clases activas en el nivel de bachillerato.

Como material de validación se elaboró un dossier impreso de 24 páginas que describía la propuesta gamificada, compuesta por: (a) un sistema de puntos y niveles desbloqueables tras resolver problemas matemáticos de enunciado (tres niveles: novato, experto y maestro); (b) tableros de progreso virtuales presentados en formato papel, con casillas que representaban los logros; (c) 12 tarjetas con “misiones” contextualizadas en el entorno comunitario (ejemplo: calcular el área de una parcela

agrícola para optimizar la siembra); y (d) insignias por persistencia y estrategia (no solo por acierto). Cada componente incluía indicadores de claridad, tiempo estimado y recursos tecnológicos requeridos. El dossier fue sometido a una validación de contenido por tres jueces externos (dos doctores en educación matemática y un especialista en gamificación), quienes evaluaron la pertinencia y claridad de cada elemento mediante una rúbrica de 10 ítems. Se incorporaron sus sugerencias antes de la aplicación definitiva.

Para la recolección de datos se diseñaron tres encuestas autoadministradas, estructuradas con escala Likert de cinco niveles (1 = totalmente en desacuerdo, 5 = totalmente de acuerdo) y preguntas abiertas al final de cada sección. La encuesta para estudiantes (12 ítems) evaluó atractivo, comprensibilidad de reglas y disposición a participar. La encuesta para docentes (15 ítems) abordó pertinencia curricular, carga de trabajo adicional, recursos institucionales y necesidad de capacitación. La encuesta para directivos (10 ítems) exploró viabilidad presupuestaria, acceso a internet y apoyos logísticos. Adicionalmente, se aplicó una lista de cotejo de 12 recursos, para que docentes y directivos señalaran, de una relación predefinida, los recursos críticos (humanos, técnicos, temporales) que consideraban indispensables. Las encuestas fueron pilotadas previamente con un grupo reducido de 10 estudiantes y 5 docentes de una institución no participante, lo que permitió ajustar la redacción de tres ítems y reducir el tiempo de respuesta a 20 minutos.

El procedimiento se realizó durante enero de 2026, previa autorización de las autoridades distritales y de los directivos de cada institución. Se programaron sesiones diferenciadas por estamento: dos sesiones para estudiantes (una por institución, con 60 estudiantes cada una), dos sesiones para docentes (20 por institución) y dos sesiones individuales con cada directivo. En cada sesión, de una hora de duración, los participantes revisaron individualmente el dossier. Posteriormente, un asistente de investigación, previamente capacitado, aclaró dudas sobre el diseño sin sugerir valoraciones, leyendo una guion estandarizado de preguntas frecuentes. Luego, los participantes respondieron las encuestas en formato físico (papel y lápiz). Al finalizar, se depositó el cuestionario en un sobre cerrado para asegurar la confidencialidad. La aplicación se realizó en las instalaciones de cada institución, en horarios acordados con las autoridades (para estudiantes, durante la hora de tutoría; para docentes, en los consejos académicos).

El análisis de datos combinó estadística descriptiva e inferencial básica. Se calcularon frecuencias, porcentajes, medias y desviaciones estándar para los ítems cuantitativos. Las respuestas abiertas y la lista de cotejo se procesaron mediante análisis de contenido temático, siguiendo un procedimiento de tres pasos: (1) codificación abierta de las respuestas, (2) agrupación en categorías emergentes y (3) consolidación en las categorías predefinidas (problemas técnicos, formativos, curriculares). Dos

investigadores realizaron la codificación de forma independiente y se calculó un coeficiente de concordancia Kappa de Cohen (0,84), indicando una alta fiabilidad interevaluador. El procesamiento estadístico se realizó con el software SPSS versión 25 y hojas de cálculo Excel. La confiabilidad de los instrumentos se estimó mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, obteniendo valores de 0,82 (estudiantes), 0,88 (docentes) y 0,79 (directivos), indicando una consistencia interna aceptable. No se realizaron pruebas de normalidad porque el análisis se centró en estadísticos descriptivos y no paramétricos.

Resultados del análisis

Los resultados se organizan en tres ejes: problemas potenciales identificados, recursos necesarios e implicación estudiantil estimada.

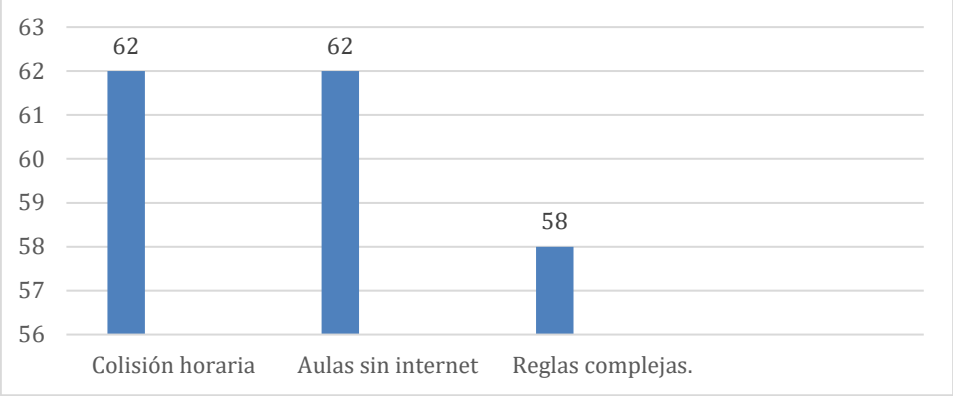
Problemas potenciales. El 62 % de los docentes (n=25) señaló que las "misiones semanales" diseñadas colisionan con la carga horaria actual de matemáticas (tres horas semanales). El 58 % del estudiantado (n=70) calificó el sistema de puntos como "complicado de seguir", especialmente las bonificaciones por trabajo colaborativo. Los directivos reportaron que el 62 % de las aulas (10 de 16) carecen de acceso funcional a internet. La Tabla 1 desglosa los principales problemas.

Tabla 1. Problemas potenciales según estamento evaluador

Problema potencial	Docentes (%)	Estudiantes (%)	Directivos (%)
Excesiva carga horaria adicional	62	—	50
Complejidad del sistema de puntos	48	58	—
Falta de conectividad estable	—	—	100
Reglas poco claras para trabajo grupal	35	42	—

Nota. Elaboración propia a partir de encuestas. (—) indica que el ítem no fue aplicado a ese estamento.

Figura 1. Barreras tecnológicas y curriculares percibidas



Nota. Elaboración propia. Datos expresados en porcentaje de respuestas afirmativas.

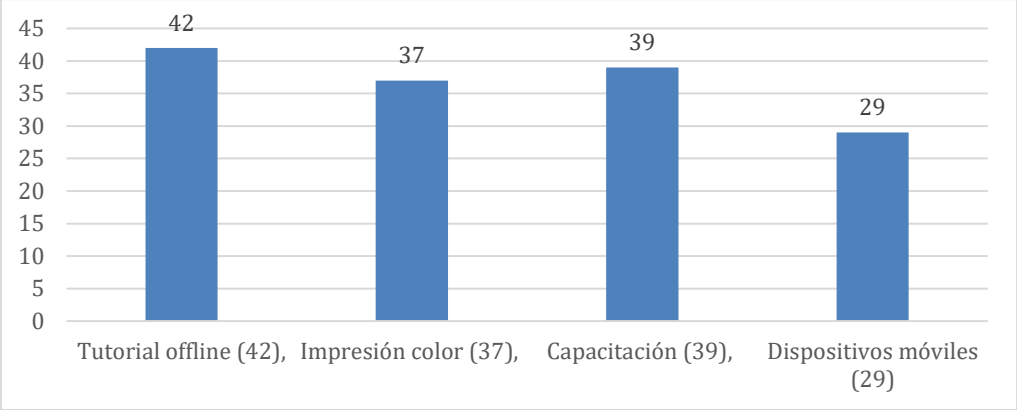
Según la lista de cotejo, los recursos más demandados fueron: (a) video tutorial explicativo offline (100 % de docentes); (b) impresión a color de tableros y tarjetas (87,5 %); (c) capacitación de al menos 4 horas en gamificación (92,5 %); (d) un dispositivo móvil por cada 3 estudiantes (70 %). La Tabla 2 resume los recursos críticos.

Tabla 2. Recursos críticos para la viabilidad del diseño

Categoría	Recurso específico	% acuerdo*	Institución con mayor carencia
Tecnológicos	Conectividad estable	92	Héctor Burbano
Tecnológicos	Dispositivos móviles	70	Ambas
Formativos	Capacitación docente	92,5	José Rodríguez Labandera
Materiales	Tarjetas impresas a color	87,5	Héctor Burbano

Nota. Elaboración propia. *Porcentaje de acuerdo calculado sobre N=42 (40 docentes y 2 directivos).

Figura 2. Recursos más demandados- frecuencias absolutas



Nota. Elaboración propia. N total de docentes y directivos = 42.

Implicación estudiantil estimada. La media de disposición a participar fue de 4,2/5 (DE=0,7). Los ítems mejor valorados fueron "competencia por insignias" (4,5/5) y "problemas en formato de historia" (4,4/5). El 22 % del estudiantado expresó temor a que la gamificación favorezca solo a quienes ya dominan matemáticas. Los docentes estimaron una implicación alta (media 4,0/5) condicionada a simplificar las reglas de puntuación.

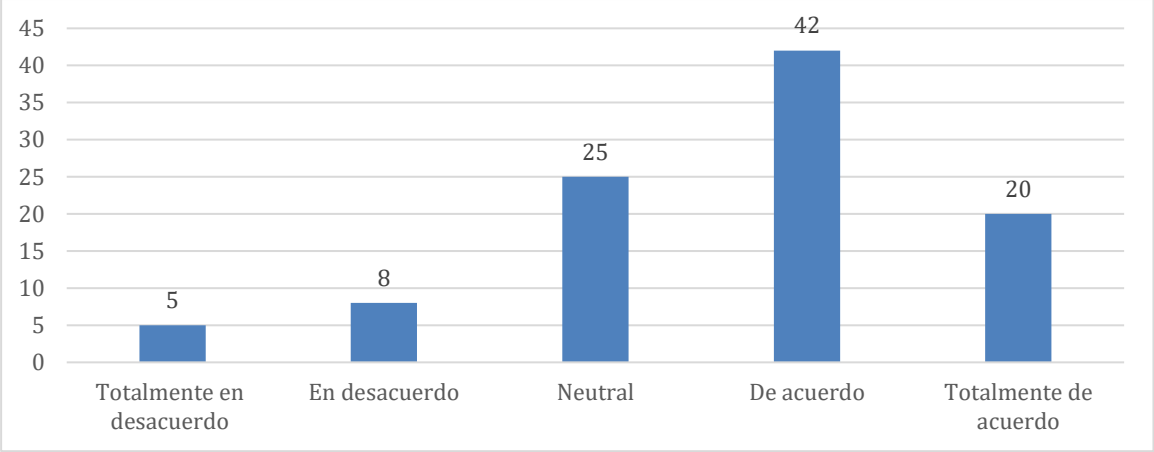
La Tabla 3 muestra las medias por dimensión.

Tabla 3. Nivel de implicación estimada

Dimensión	Media estudiantes	Media docentes
Atractivo de la propuesta	4,4	4,1
Claridad de reglas	3,6	3,9
Disposición a participar	4,2	4,0
Temor a inequidad	2,8 (invertido)	3,1

Nota. Elaboración propia. Valores más altos indican mayor implicación, excepto en temor a inequidad (menor puntuación indica menor temor).

Figura 3. Distribución de la disposición a participar (estudiantes)



Nota. Elaboración propia a partir de respuestas de 120 estudiantes. Escala Likert de 5 puntos.

Discusión

Los hallazgos de este estudio de validación por pilotaje confirmaron que los principales problemas potenciales del diseño gamificado se concentraron en la complejidad del sistema de puntos y en el supuesto de conectividad estable, coincidiendo con lo reportado por distintos autores en contextos ecuatorianos. Chele (2024) ya había advertido que la aplicación de gamificación en matemáticas enfrenta barreras tecnológicas significativas, especialmente en instituciones fiscales, donde el acceso a

internet y a dispositivos no está garantizado. Esta observación se alinea con el 62 % de aulas que, según los directivos, carecían de conectividad funcional. Asimismo, Subiaga y Vélez (2024) documentaron que las dinámicas de juego mal estructuradas generan confusión entre los estudiantes, lo que se alinea con el 58 % del estudiantado que calificó las reglas de puntuación como complicadas. En su investigación, los autores señalaron que la falta de claridad en las mecánicas reduce el efecto motivador esperado y puede incluso incrementar la frustración.

En contraste, estudios como el de Zavala et al. (2025) reportaron menores niveles de rechazo a sistemas de puntuación, posiblemente porque sus propuestas incluyeron fases de entrenamiento previo, elemento ausente en el dossier validado. Esta discrepancia sugiere que la simple presencia de puntos, niveles e insignias no es suficiente; se requiere un período de familiarización con las reglas del juego y la oportunidad de practicar sin consecuencias evaluativas. Rodríguez y Mas (2024) también encontraron que los docentes que dedicaban tiempo a explicar las dinámicas lúdicas antes de aplicarlas obtenían una mayor aceptación. Por lo tanto, una posible causa de la alta percepción de complejidad en este estudio es la ausencia de un taller introductorio o de un video tutorial que acompañara al dossier.

Otro problema identificado fue la colisión de las “misiones semanales” con la carga horaria real de matemáticas (tres horas semanales), señalada por el 62 % de los docentes. Este hallazgo coincide con las observaciones de Cobos et al. (2024), quienes advirtieron que las actividades gamificadas deben integrarse dentro del tiempo regular de clase y no como tareas extra, so pena de generar sobrecarga y rechazo. En la misma línea, Orellana y Medina (2024) documentaron que los estudiantes valoran positivamente la gamificación cuando reemplaza ejercicios repetitivos, pero la rechazan cuando suma tareas a las ya existentes. La implicación práctica es que cualquier diseño debe prever la reorganización del tiempo curricular, no la adición de horas no planificadas.

En cuanto a los recursos necesarios, la demanda mayoritaria de capacitación docente (92,5 %) y de materiales impresos (87,5 %) contradice parcialmente la tendencia hacia la digitalización plena sugerida por algunos trabajos (Rivera et al., 2025; Zambrano & Solano, 2025). Rivera et al. (2025) reportaron que el uso de plataformas como Kahoot y Quizizz era altamente valorado por estudiantes de séptimo grado, pero en ese estudio la infraestructura tecnológica estaba garantizada por la institución privada. En cambio, en el presente estudio, las dos unidades educativas son fiscales y presentan brechas de conectividad. Esta discrepancia puede explicarse por las condiciones reales de infraestructura tecnológica de las instituciones participantes, donde el 62 % de las aulas carecía de internet funcional, situación también documentada por Sotaminga et al. (2025) en escuelas rurales ecuatorianas. Estos autores, al analizar estrategias

curriculares inclusivas, concluyeron que la dependencia exclusiva de recursos digitales profundiza las desigualdades.

Por lo tanto, los resultados orientan hacia un diseño híbrido (analógico-digital), coherente con lo propuesto por Maciel et al. (2024) en su experiencia Gymkhana STEAM, donde los materiales concretos (tarjetas, tableros, dados) facilitaron la inclusión sin depender exclusivamente de dispositivos. En esa experiencia, los estudiantes maestros crearon repositorios de guiones físicos que podían aplicarse sin conexión a internet. Del mismo modo, Chuchuca y Sornoza (2025) demostraron que el uso de herramientas como MathDi, combinado con actividades offline, mejoró el rendimiento en ecuaciones diferenciales y circuitos RC. Estos antecedentes respaldan la decisión de priorizar materiales impresos y tutoriales descargables, al menos como fase inicial.

La alta demanda de formación docente (92,5 %) es consistente con lo hallado por Benítez y Granda (2022), quienes aplicaron encuestas a 333 estudiantes y 14 docentes y concluyeron que la principal barrera para la gamificación no es la falta de interés de los estudiantes, sino la escasa competencia digital de los profesores para diseñar e implementar estas estrategias. En su estudio, el 65 % de los docentes reconoció necesitar al menos 4 horas de capacitación práctica en herramientas como Kahoot y Quizizz. De manera similar, Angulo et al. (2022) enfatizaron que la gamificación no es simplemente “jugar”, sino que requiere que el docente domine las mecánicas, dinámicas y componentes del juego para adaptarlos a los objetivos curriculares. Sin esa formación, las actividades lúdicas pueden desviarse del propósito pedagógico y convertirse en mero entretenimiento.

Un aspecto novedoso en esta investigación es la identificación de que los docentes priorizaron los materiales impresos sobre los digitales, invirtiendo la tendencia tecnologicista. Este hallazgo contrasta con lo reportado por Zambrano y Solano (2025), quienes en un estudio con 35 estudiantes encontraron una correlación muy alta (Rho=0,918) entre gamificación digital y motivación. No obstante, esa investigación se realizó en un contexto con conectividad garantizada. En cambio, en entornos con brecha digital, la opción analógica no es una limitación, sino una condición de viabilidad. Así lo confirmaron Chimbo et al. (2025), quienes aplicaron un diseño cuasiexperimental con 120 estudiantes y concluyeron que los grupos que usaron materiales impresos gamificados obtuvieron mejoras del 18 % en rendimiento, similares a los grupos digitales, pero con menores costos de implementación.

La implicación estudiantil estimada (media 4,2/5) resultó alta, aunque condicionada a la simplificación de reglas y a la percepción de equidad. El 22 % del estudiantado que expresó temor a que la gamificación favorezca solo a quienes ya dominan matemáticas representa un hallazgo novedoso, pues la mayor parte de la literatura previa (Angulo et al., 2022; Toapanta et al., 2024) enfatiza los beneficios motivacionales sin profundizar en estas resistencias. Angulo et al. (2022) revisaron 20 estudios y concluyeron que la

gamificación reduce la ansiedad matemática, pero no exploraron las percepciones de inequidad. Toapanta et al. (2024), en su estudio correlacional con 38 estudiantes de bachillerato, encontraron una asociación positiva entre técnicas lúdicas y rendimiento (Rho=0,846), pero también reportaron que un 21,1 % de los estudiantes no percibía mejora. Ese porcentaje es muy similar al 22 % de temor a la inequidad hallado en esta validación, lo que sugiere que existe un segmento de alumnado que no se beneficia de las estrategias gamificadas si no se adaptan a sus ritmos.

Esta preocupación se vincula con la necesidad de incorporar mecanismos de nivelación, como bonificaciones por mejora individual, sugeridos por Cobos et al. (2024) y por Hernández y Navarrete (2025) en sus estudios sobre funciones cuadráticas. Cobos et al. (2024) implementaron un monopolio matemático y observaron que los estudiantes con menor desempeño inicial se motivaban más cuando las recompensas se basaban en el progreso personal (puntos por superación) y no en la comparación con los máximos puntajes. Hernández y Navarrete (2025) aplicaron un diseño cuasiexperimental con 54 estudiantes de noveno año y encontraron que el grupo experimental (gamificación con Genially, Nearpod y Quizizz) mejoró de 5,26 a 8,04 puntos, mientras que el grupo de control solo pasó de 4,52 a 6,19. Los autores atribuyeron parte del éxito a que las insignias se otorgaban por persistencia, no solo por aciertos, lo que reducía la percepción de injusticia.

Desde una perspectiva teórica, el temor a la inequidad puede interpretarse como una manifestación de la ansiedad matemática descrita por varios autores (Rodríguez & Mas, 2024; Cruz, 2025). La ansiedad no solo se expresa como miedo a los números, sino también como preocupación por la comparación social en ambientes competitivos. Cruz (2025) propuso que las estrategias de aprendizaje basadas en inteligencias múltiples y en el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) pueden mitigar esta ansiedad al ofrecer múltiples formas de participación y recompensa. En consonancia, Sotaminga et al. (2025) diseñaron microsecuencias didácticas multisensoriales que permitían a los estudiantes con dificultades de aprendizaje progresar a su propio ritmo, sin sentirse expuestos negativamente frente a sus pares.

Implicaciones de los resultados

Las implicaciones de estos resultados son relevantes para el diseño de intervenciones gamificadas en bachillerato. En primer lugar, se evidencia que no basta con transferir elementos lúdicos estandarizados; es imprescindible ajustar la complejidad de las mecánicas a la carga horaria real y a las competencias digitales de los estudiantes. Esto implica que los diseñadores curriculares deben realizar un análisis contextual previo, tal como recomienda Salguero Rosero (2022) en su aproximación metodológica para la gestión de la investigación formativa. En segundo lugar, la fuerte demanda de materiales impresos y formación docente apunta a que la sostenibilidad de la gamificación en contextos con brecha digital requiere estrategias de bajo costo y alta

replicabilidad. Las instituciones educativas fiscales difícilmente podrán adquirir dispositivos para todos los estudiantes a corto plazo, pero sí pueden imprimir tableros y tarjetas, y capacitar a sus docentes con talleres prácticos.

Finalmente, el temor a la inequidad sugiere que las propuestas deben diseñarse con sistemas de recompensa que valoren el progreso personal por encima de la comparación social, aspecto que ha sido poco abordado en las revisiones sistemáticas existentes (Chele, 2024; Cuenca, 2024). Cuenca (2024) analizó 32 artículos y concluyó que el razonamiento lógico matemático mejora con estrategias desarrolladoras, pero señaló que pocos estudios controlan el efecto de la competitividad en estudiantes con baja autoeficacia. Por ello, este estudio aporta evidencia empírica sobre la necesidad de incorporar bonificaciones por mejora individual, por ejemplo, puntos extra por superar la propia calificación anterior, o insignias por “esfuerzo sostenido”. Investigaciones futuras deberían experimentar con estos mecanismos y medir su impacto en la reducción de la ansiedad matemática y en la percepción de justicia.

En suma, la discusión confirma que la validación por pilotaje es una etapa insoslayable antes de implementar cualquier estrategia gamificada en matemáticas, especialmente en contextos de alta vulnerabilidad tecnológica. Los hallazgos no solo coinciden con la literatura previa en señalar barreras, sino que también revelan la necesidad de hibridación, formación docente y sistemas de recompensa equitativos. Estas implicaciones trascienden el ámbito local y pueden orientar políticas educativas en países con brechas digitales similares

Conclusiones

La validación por pilotaje permitió identificar tres hallazgos principales. Primero, los problemas potenciales del diseño se concentran en la complejidad de las reglas de puntuación y la ausencia de conectividad en el 62 % de las aulas. Segundo, los recursos más necesarios son capacitación docente (92,5 %), materiales impresos y reajuste horario, priorizando lo analógico sobre lo digital. Tercero, la implicación estudiantil sería alta (media 4,2/5), condicionada a eliminar inequidades competitivas entre los estudiantes participantes.

La relevancia del estudio radica en aportar evidencia sobre barreras contextuales previas a la ejecución, poco documentadas en la literatura. Limitaciones: el uso de encuestas de intención y una muestra reducida a dos instituciones. Líneas futuras incluyen diseñar versiones híbridas (analógico-digital) y probar mecánicas que bonifiquen la mejora individual del estudiante frente a la comparación social.

Agradecimientos

Agradecimientos a las autoridades de la Unidad Educativa José Rodríguez Labandera y de la Unidad Educativa Héctor Burbano Martínez por facilitar el acceso a sus instalaciones y el apoyo logístico durante la fase de validación.

Declaraciones

Se obtuvo el consentimiento informado por escrito de los directivos y docentes, así como el asentimiento de los estudiantes y la autorización de sus representantes legales. La participación fue voluntaria y anónima; los datos se utilizaron exclusivamente con fines académicos.

Los autores declaran no tener conflictos de intereses relacionados con esta investigación, sean de carácter financiero, institucional o personal. Esta investigación no recibió financiamiento externo. Los recursos fueron asumidos por los autores. Se empleó un corrector gramatical para la revisión de la versión final en inglés y español, sin que dicho uso implicara generación automática de contenido sustantivo ni modificación de los hallazgos o interpretaciones.

Referencias

Angulo, F., Benavides, N., & Puyol, J. (2022). Motivación al aprendizaje matemático a través de la aplicación de técnicas de gamificación. *AlfaPublicaciones, 4*(1), 6–20. https://doi.org/10.33262/ap.v4i1.2.171

Benítez, O., & Granda, S. (2022). Gamification in mathematics as an empowering tool in teaching work. *MENTOR Revista De investigación Educativa Y Deportiva, 1*(1), 66–81. https://doi.org/10.56200/mried.v1i1.2124

Chele, J. (2024). Didáctica en el aprendizaje basado en gamificación en el área de matemática: revisión sistemática. *Revista InveCom Estudios transdisciplinarios en comunicación y sociedad, 5*(3), 1-7. https://doi.org/10.5281/zenodo.14271131

Chimbo, J. .., Garzón, T., Chimbo, L., Barahona, M., & Mata, L. (2025). Gamificación y Aprendizaje Basado en Retos Matemáticos con Tecnología Educativa. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 9*(4), 6897-6906. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i4.19287

Chuchuca, L. ,., & Sornoza, D. (2025). Estrategias de gamificación aplicadas en matemáticas al desarrollo de competencias digitales a los estudiantes. *UNESUM - Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria,, 9*(1), 16–29. https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v9.n1.2025.16-29

Cobos, C., Toro, C., & Vera, D. (2024). Estrategias De Enseñanza De Las Matemáticas Para Bachillerato General Unificado Aplicando Gamificación: Estrategias De Enseñanza De Las Matemáticas. *REFCALE: Revista Electrónica Formación Y Calidad Educativa, 12*(3), 97–114. https://doi.org/10.56124/refcale.v12i3.006

Cruz, S. (2025). Estrategias de aprendizaje paradesarrollar el pensamiento lógico-matemático en estudiantes del subnivel superior. *Revista de Estudios Generales REG, 4*, 822–848. https://doi.org/10.70577/reg.v4i4.333

Cuenca, C. (2024). El razonamiento lógico matemático como estrategia didáctica desarrolladora- innovadora para la enseñanza-aprendizaje en Educación General Básica. *Religación, 9*(42), 1-14. https://doi.org/10.46652/rgn.v9i42.1268

Guerrero, R., Romero, G., González, A., Jara, C., Carpio, C., & Chalco, F. (2025). La gamificación como estrategia metodológica para mejorar el aprendizaje de la función cuadrática. *UNIÓN - REVISTA IBEROAMERICANA DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA, 21*(75), 1-16. https://revistaunion.org/index.php/UNION/article/view/1748

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación.* https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=775008

Hernández, C., & Navarrete, D. (2025). El Impacto De La Gamificación En El Rendimiento Matemático De La Educación Básica Superior. *REFCALE: Revista Electrónica Formación Y Calidad Educativa., 13*(2), 449–472. https://doi.org/10.56124/refcale.v13i2.022

Maciel, M., Argüello, C., Sosa de Wood, P., & Kiernyezny, P. &. (2024). Experiencia Gymkhana STEAM: una estrategia para enseñar y aprender matemática. *Aula Pyahu, Revista de Formación Docente y Enseñanza, 2*(3), 74-86. https://doi.org/10.47133/rdap2024-23art6

Orellana, C., & Medina, P. (2024). Gamificación aplicada en la enseñanza de las matemáticas en estudiantes de bachillerato. *Pro Sciences: Revista De Producción, Ciencias E Investigación, 8*(55), 132–146. https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol8iss55.2024pp132-146

Rivera, J., Morocho, D., Quimbita, P., & Bustos, Y. (2025). Gamificación en el aprendizaje de las matemáticas. *Revista Tecnológica - Espol, 37*(1), 213-226. https://doi.org/10.37815/rte.v37n1.1257

Rodríguez, G., & Mas, Y. (2024,). Gamificación como estrategia para la enseñanza de la matemática. *Perspectivas, 12*(23), 63-79 . https://doi.org/10.5281/zenodo.10557219

Salguero Rosero, J. R. (2022). Aproximaciones teóricas y metodológicas para la gestión de la investigación formativa. *Chakiñan, Revista De Ciencias Sociales Y Humanidades*(19), 217-235. https://doi.org/10.37135/chk.002.19.13

Sotaminga, W., Logroño, A., Sampedro, A., & Montoya, J. (2025). Didáctica Inclusiva en Matemática: Estrategias estudiantes con dificultades de aprendizaje . *Revista Multidisciplinaria Prospherus, 2*(4), 136-157. https://doi.org/10.63535/6cd6bd08

Subiaga, G., & Vélez, J. (2024). Gamificación aplicada al mejoramiento del proceso enseñanza - aprendizaje de Matemáticas en los estudiantes de Bachillerato. *MQRInvestigar, 8*(2), 2647–2671. https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.2.2024.2647-2671

Toapanta, M., Monsalve, E., Meza, V., Corrales, L., & Moreno, M. (2024). Influencia de las técnicas lúdicas en el aprendizaje de Matemática en estudiantes de Bachillerato. *Polo del conocimiento, 9*(10), 860-877. https://doi.org/10.23857/pc.v9i10.8150

Zambrano, S., & Solano, H. (2025). Gamificación con herramientas digitales para potenciar el aprendizaje y la motivación en el entorno educativo. *Revista Social Fronteriza , 5*(1), 1-17. https://doi.org/10.59814/resofro.2025.5(1)620

Zavala, A., Sisalema, D., Arciniegas, L., Guiz, S., & Pilataxi, A. (2025). Gamificación como estrategia potenciadora de la competencia matemática de geometría y medida. *Sathiri, 20*(1), 93-104. https://doi.org/10.32645/13906925.1332

HORIZONTES AMAZÓNICOS | Pastaza Unida & Solidaria

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-006-2026

Tipo de artículo: Investigación

Microencapsulación por secado por aspersión de aceite de sacha inchi y aceites esenciales de eucalipto, limón y albahaca

Spray-Drying Microencapsulation of Sacha Inchi Oil (Plukenetia volubilis L.) Combined with Essential Oils of Eucalyptus, Lemon, and Basil

Abraham Rodolfo Sánchez Palacios

Agroindustria SANPI, Ecuador

Jorge Antonio Vargas Escobar

Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

Anabel Chariguamán Coello

Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

Gabriela Carolina Miranda Villagómez

Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

Resumen

La oxidación de los ácidos grasos poliinsaturados representa una limitante importante en la estabilidad de los aceites vegetales, ya que su exposición a distintas condiciones ambientales favorece su deterioro. En este contexto, la incorporación de antioxidantes naturales, como los aceites esenciales, y la aplicación de tecnologías de protección, como la microencapsulación, constituyen estrategias prometedoras para preservar su calidad y extender su vida útil. El objetivo de esta investigación fue microencapsular aceite de sacha inchi en combinación con aceites esenciales de eucalipto, limón y albahaca mediante secado por aspersión. Se utilizó una mezcla de maltodextrina, goma arábiga y aceite de sacha inchi en proporción 1:1:1, con la incorporación de aceites esenciales en concentraciones de 0,5 %, 0,4 % y 0,5 %, respectivamente, y una temperatura de entrada de 150 °C. La formación de microcápsulas se confirmó mediante espectrofotometría FTIR-ATR. Además, se evaluaron las propiedades físicas de los polvos obtenidos a través de los índices de Carr y Hausner, encontrándose valores mayores de 38 y 1,6, respectivamente, lo que indica baja fluidez y escasa compresibilidad. La capacidad antioxidante se determinó mediante el ensayo DPPH con disoluciones 1:200, 1:250 y 1:300, a partir de la dilución de 0,1 g de muestra en 20, 25 y 30 mL de agua destilada, respectivamente. Los resultados permitieron establecer que la formulación compuesta por aceite de sacha inchi y aceite esencial de limón presentó el mejor comportamiento antioxidante en comparación con las demás mezclas, con un índice de Carr de 42,23, un índice de Hausner de 1,42 y una capacidad antioxidante de 326,74 µmol/L equivalentes de Trolox.

Palabras clave: aceite de sacha inchi, aceites esenciales, microencapsulación, secado por aspersión, antioxidantes.

Recibido: 02-03-2026 **Aceptado:** 10-03-2026 **Publicado:** 16-03-2026

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-006-2026

Tipo de artículo: Investigación

Abstract

The oxidation of polyunsaturated fatty acids represents a major limitation to the stability of vegetable oils, since their exposure to different environmental conditions promotes deterioration. In this context, the incorporation of natural antioxidants, such as essential oils, and the application of protective technologies, such as microencapsulation, constitute promising strategies to preserve quality and extend shelf life.

The aim of this study was to microencapsulate sacha inchi oil in combination with eucalyptus, lemon, and basil essential oils through spray drying. A mixture of maltodextrin, gum arabic, and sacha inchi oil in a 1:1:1 ratio was used, with the incorporation of essential oils at concentrations of 0.5%, 0.4%, and 0.5%, respectively, and an inlet temperature of 150 °C. The formation of microcapsules was confirmed by FTIR-ATR spectrophotometry. In addition, the physical properties of the resulting powders were evaluated using the Carr and Hausner indices, with values greater than 38 and 1.6, respectively, indicating low flowability and poor compressibility. Antioxidant capacity was determined by the DPPH assay using 1:200, 1:250, and 1:300 dilutions, prepared from 0.1 g of sample in 20, 25, and 30 mL of distilled water, respectively.

The results showed that the formulation composed of sacha inchi oil and lemon essential oil exhibited the best antioxidant performance compared to the other mixtures, with a Carr index of 42.23, a Hausner index of 1.42, and an antioxidant capacity of 326.74 µmol/L Trolox equivalents.

Key Words: sacha inchi oil, essential oils, microencapsulation, spray drying, antioxidants.

Introducción

Los aceites vegetales ricos en ácidos grasos poliinsaturados presentan un elevado valor nutricional y funcional; sin embargo, su estabilidad se encuentra limitada por su alta susceptibilidad a la oxidación. La exposición a factores ambientales como el oxígeno, la luz y la temperatura favorece reacciones de deterioro que afectan sus propiedades fisicoquímicas, reducen su calidad y acortan su vida útil. Esta problemática ha impulsado la búsqueda de estrategias tecnológicas orientadas a preservar la estabilidad de estos compuestos lipídicos y mantener sus atributos funcionales durante el almacenamiento y uso industrial.

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-006-2026

Tipo de artículo: Investigación

Entre los aceites de interés destaca el aceite de sacha inchi (Plukenetia volubilis L.), reconocido por su importante contenido de ácidos grasos insaturados, especialmente omega 3, omega 6 y omega 9, además de compuestos bioactivos de interés nutricional. Estas características lo convierten en una materia prima promisoria para aplicaciones alimentarias y nutracéuticas; no obstante, su alto grado de insaturación también lo hace particularmente vulnerable a procesos oxidativos, lo que representa una limitación para su conservación y aprovechamiento tecnológico.



Figura 1. Fruto, semilla y aceite de sacha inchi (Plukenetia volubilis L.)

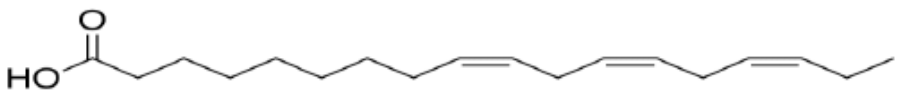
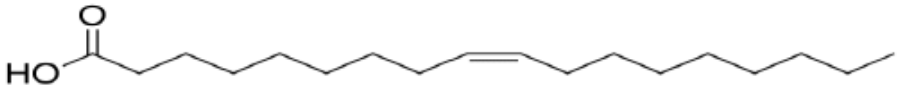
En este contexto, la microencapsulación se ha consolidado como una alternativa tecnológica eficaz para proteger compuestos sensibles frente a agentes externos. Esta técnica consiste en recubrir o atrapar un material activo dentro de una matriz encapsulante, con el propósito de mejorar su estabilidad, facilitar su manipulación y favorecer su liberación controlada. Entre los métodos de microencapsulación, el secado por aspersión destaca por su versatilidad, eficiencia, rapidez y amplia aplicación a nivel industrial, especialmente en la obtención de polvos a partir de aceites y extractos bioactivos.

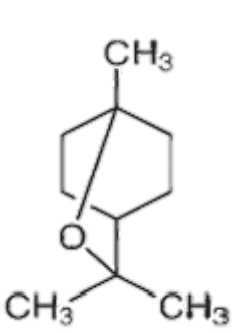
La efectividad de la microencapsulación depende, en gran medida, de la formulación de la emulsión y del material de pared utilizado. En este sentido, compuestos como la maltodextrina y la goma arábiga han mostrado un desempeño favorable como agentes encapsulantes debido a su capacidad para estabilizar emulsiones, proteger sustancias termolábiles y contribuir a la formación de partículas secas con propiedades funcionales adecuadas. Por ello, su empleo en sistemas que contienen aceites ricos en compuestos

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-006-2026
Tipo de artículo: Investigación

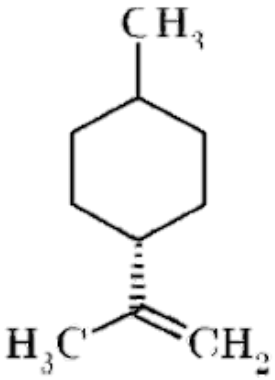
insaturados representa una opción de interés para mejorar la conservación de estos productos.

De manera complementaria, los aceites esenciales han despertado creciente atención como antioxidantes naturales por su contenido de compuestos volátiles bioactivos con capacidad para inhibir o retardar procesos de oxidación. En particular, los aceites esenciales de eucalipto (Eucalyptus globulus L.), limón (Citrus limon) y albahaca (Ocimum basilicum L.) contienen metabolitos relevantes que podrían contribuir a mejorar la estabilidad oxidativa del aceite de sacha inchi cuando se incorporan en una formulación microencapsulada. La combinación de estos aceites esenciales con el aceite base no solo aporta un enfoque natural de protección antioxidante, sino que también amplía las posibilidades de desarrollo de ingredientes funcionales con mayor valor agregado.

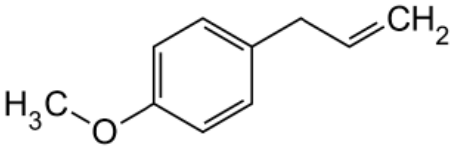
	Ácido linolénico
	Ácido linoleico
	Ácido oleico



1,8-cineol



L-Limoneno



estragol

Figura 2. Estructuras moleculares de compuestos relevantes presentes en el aceite de sacha inchi y en los aceites esenciales de eucalipto, limón y albahaca

La caracterización de los microencapsulados obtenidos resulta esencial para verificar la eficiencia del proceso y determinar su potencial aplicación. En este sentido, técnicas analíticas como la espectrofotometría FTIR-ATR permiten confirmar la formación de microcápsulas e identificar interacciones entre sus componentes, mientras que parámetros como los índices de Carr y Hausner proporcionan información sobre la compresibilidad y fluidez de los polvos obtenidos. Asimismo, la evaluación de la capacidad antioxidante mediante ensayos como DPPH permite estimar el efecto funcional de las formulaciones desarrolladas.

A pesar del interés creciente en la microencapsulación de aceites vegetales y en el uso de antioxidantes naturales, aún es necesario profundizar en el estudio de formulaciones que integren aceite de sacha inchi con aceites esenciales y que sean obtenidas mediante secado por aspersión. En ese marco, el presente estudio tuvo como objetivo microencapsular aceite de sacha inchi en combinación con aceites esenciales de eucalipto, limón y albahaca mediante secado por aspersión, así como evaluar la formación de las microcápsulas, sus propiedades físicas y su capacidad antioxidante.

Metodología

Materiales

Se utilizaron aceite de sacha inchi, aceites esenciales de eucalipto, limón y albahaca, goma arábiga, maltodextrina, etanol al 96 %, metanol al 99 %, DPPH y Trolox. Los principales equipos empleados fueron un secador por aspersión Büchi Mini Spray Dryer B-290, un espectrofotómetro FTIR-ATR, una balanza analítica y una balanza de humedad.

Preparación de la emulsión y microencapsulación

La microencapsulación se llevó a cabo mediante secado por aspersión. Como material de pared se empleó una mezcla de goma arábiga y maltodextrina en proporción 1:1. La fase lipídica estuvo conformada por aceite de sacha inchi y aceites esenciales de eucalipto, limón y albahaca, incorporados en concentraciones de 0,5 %, 0,4 % y 0,5 %, respectivamente.

Para la preparación de la emulsión, la mezcla de polímeros se dispersó gradualmente en agua mediante homogeneización a alta velocidad hasta obtener una fase continua uniforme. Posteriormente, se adicionó la fase oleosa y se continuó la homogeneización hasta formar una emulsión estable. Esta fue alimentada al secador por aspersión, operando a una temperatura de entrada de 150 °C y una temperatura de salida de 90 °C. El polvo obtenido se recolectó y almacenó en envases herméticos protegidos de la humedad.

Caracterización por FTIR-ATR

La verificación de la microencapsulación se realizó mediante espectroscopía infrarroja con transformada de Fourier y reflectancia total atenuada (FTIR-ATR). Se analizaron la mezcla encapsulante, las formulaciones de aceite de sacha inchi combinadas con cada aceite esencial y los microencapsulados resultantes. Los espectros se registraron en el intervalo de 550 a 4000 cm^{-1}, con el fin de identificar bandas características y posibles interacciones entre el núcleo y el material de pared.

Determinación de propiedades físicas

La fluidez y compresibilidad de los microencapsulados se evaluaron mediante los índices de Hausner y Carr. Para ello, se colocaron 3 g de muestra en una probeta graduada y se registró el volumen inicial (V_0). Posteriormente, la probeta fue sometida a 250 golpes hasta obtener el volumen final (V_f). A partir de estos datos se calcularon la densidad aparente (ρa) y la densidad compactada (ρc) mediante las ecuaciones:

$$\rho a = \frac{m}{V0} \qquad \rho c = \frac{m}{Vf}$$

donde m corresponde a la masa de la muestra.

El índice de Hausner se calculó de acuerdo con la ecuación:

$$\mathrm{IH} = \frac{\rho c}{\rho a}$$

mientras que el índice de Carr se determinó mediante:

$$Ic = \frac{Pc - Pa}{Pc} * 100$$

Estos parámetros permitieron estimar la capacidad de flujo y la compresibilidad de los polvos microencapsulados.

2.5. Determinación de la capacidad antioxidante

La capacidad antioxidante se determinó mediante el ensayo del radical libre DPPH. Se preparó una curva de calibración con Trolox en diferentes concentraciones y una solución de DPPH en mezcla metanol-agua. Las muestras microencapsuladas se evaluaron en diluciones 1:200, 1:250 y 1:300, preparadas a partir de 0,1 g de muestra en 20, 25 y 30 mL de agua destilada, respectivamente.

Para el análisis, se mezclaron alícuotas de cada muestra con la solución de DPPH en microplacas de 96 pozos. Se incluyó un blanco, un control y las muestras problema, y todas las determinaciones se realizaron por triplicado. La absorbancia se registró a 517 nm. El porcentaje de inhibición se calculó mediante la ecuación:

$$\%Inhibicion = \frac{Ac - Am}{Ac} * 100$$

donde A_c es la absorbancia del control y $A_m$la absorbancia de la muestra. La capacidad antioxidante se expresó como μmol equivalentes de Trolox por gramo de muestra, a partir de la curva de calibración.

Análisis estadístico

Los resultados se procesaron mediante software estadístico y analítico. Los valores de las propiedades físicas y de la capacidad antioxidante se expresaron como promedios de las determinaciones experimentales realizadas.

Resultados del análisis

Verificación de la microencapsulación mediante FTIR-ATR

Los espectros FTIR-ATR del aceite de sacha inchi, los aceites esenciales de eucalipto, limón y albahaca, así como de sus mezclas y microencapsulados, permitieron identificar los grupos funcionales característicos de cada sistema y verificar la efectividad del proceso de microencapsulación. En el aceite de sacha inchi se observó una banda intensa alrededor de **1742,88 cm^{-1}**, atribuida al estiramiento del grupo carbonilo (C=O), característico de los ácidos grasos presentes en aceites ricos en compuestos insaturados. Asimismo, se registraron señales entre **3004 y 2917,64 cm^{-1}**, relacionadas con vibraciones de enlaces C=CH y C–H propios de estructuras lipídicas.

En los aceites esenciales, se identificaron bandas características asociadas a sus principales compuestos bioactivos. En el aceite esencial de eucalipto destacó la señal en **984,61 cm^{-1}**, atribuida al grupo éter característico del 1,8-cineol. En el aceite esencial de limón, la banda más relevante se localizó en **886,07 cm^{-1}**, correspondiente al monoalqueno sustituido característico del D-limoneno. Por su parte, en el aceite esencial de albahaca se observó una señal en **918,32 cm^{-1}**, asociada al grupo éter del estragol.

En las mezclas previas al secado por aspersión se conservaron las bandas principales tanto del aceite de sacha inchi como de los aceites esenciales, aunque con ligeras variaciones en intensidad. Después del proceso de microencapsulación, los espectros de los polvos obtenidos mostraron una disminución o atenuación de varias de estas señales, mientras que la mezcla polimérica no presentó las bandas específicas de los

compuestos oleosos. Este comportamiento sugiere que los compuestos activos quedaron recubiertos por la matriz encapsulante, evidenciando la formación efectiva de microcápsulas.

Tabla 1. Principales bandas FTIR-ATR identificadas en los sistemas evaluados

Muestra	Número de onda (cm^{-1})	Asignación principal	Interpretación
Aceite de sacha inchi	1742,88	Estiramiento C=O	Presencia de ácidos grasos
Aceite de sacha inchi	3004; 2964,70; 2917,64	C=CH y C–H	Estructuras lipídicas insaturadas
Aceite esencial de eucalipto	984,61	Grupo éter	Presencia de 1,8-cineol
Aceite esencial de limón	886,07	Monoalqueno sustituido	Presencia de D-limoneno
Aceite esencial de albahaca	918,32	Grupo éter	Presencia de estragol
Microencapsulados	Bandas atenuadas	Señales reducidas del núcleo	Evidencia de recubrimiento por la matriz

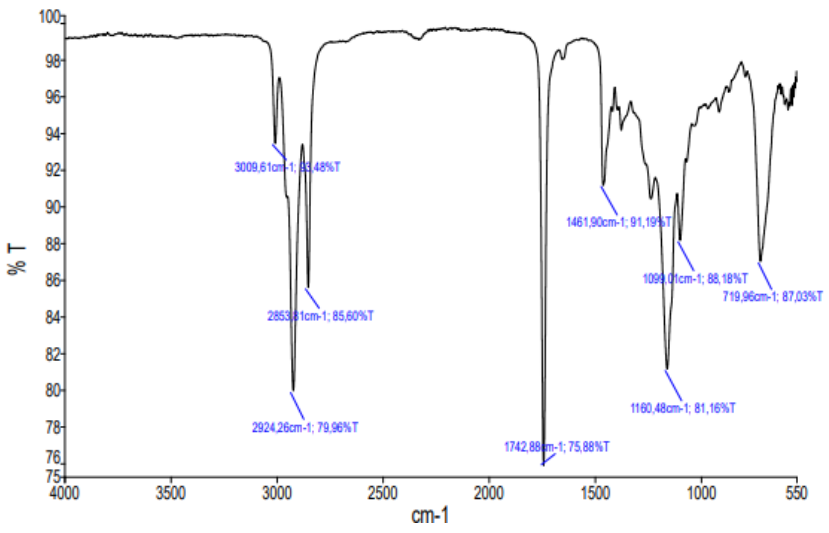


Figura 3. Espectro FTIR-ATR del aceite fijo de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.)

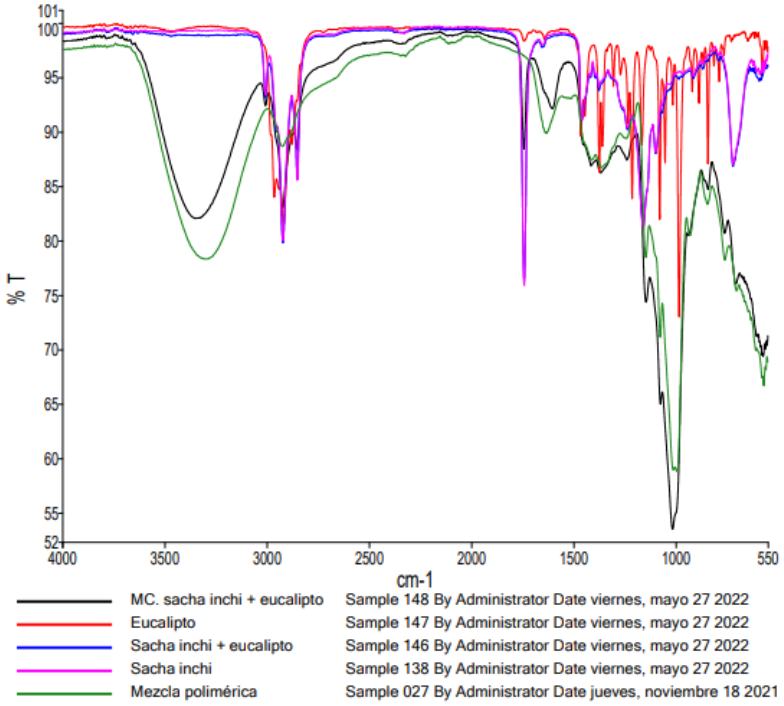


Figura 4. Espectros FTIR-ATR superpuestos del aceite de sacha inchi, aceite esencial, mezcla polimérica y microencapsulados

Propiedades físicas de los microencapsulados: índices de Carr y Hausner

La evaluación de la fluidez y compresibilidad mostró que las tres formulaciones presentaron valores altos en los índices de Carr y Hausner, lo que indica un comportamiento físico desfavorable en términos de manejo del polvo. En el caso del índice de Carr, el análisis de varianza no mostró diferencias significativas entre tratamientos (**p = 0,1678**); sin embargo, la comparación de medias evidenció que la mezcla de aceite de sacha inchi con aceite esencial de limón presentó el mejor desempeño relativo.

La formulación con limón registró un **índice de Carr de 42,23 %**, mientras que las mezclas con eucalipto y albahaca alcanzaron valores de **58,45 %** y **69,53 %**, respectivamente. Aunque el tratamiento con limón mostró el valor más bajo entre las formulaciones evaluadas, todos los resultados se ubicaron en rangos considerados

pobres o extremadamente pobres, lo que sugiere una elevada cohesión entre partículas y baja compresibilidad.

De manera similar, en el índice de Hausner tampoco se observaron diferencias significativas (**p = 0,1678**); no obstante, la mezcla con aceite esencial de limón volvió a mostrar la mejor tendencia, con un valor de **1,42**, frente a **1,60** para eucalipto y **1,69** para albahaca. Estos resultados confirman que, si bien ninguna formulación presentó propiedades físicas óptimas, la combinación con limón exhibió el comportamiento más favorable.

La baja fluidez y compresibilidad observadas pueden explicarse por la naturaleza oleosa de las formulaciones, que favorece la cohesión entre partículas. Además, la temperatura de entrada utilizada durante el secado por aspersión pudo influir en el incremento de estos índices, afectando negativamente las propiedades de flujo del polvo final.

Tabla 2. Índices de Carr y Hausner de los microencapsulados obtenidos

Formulación	Índice de Carr (%)	Interpretación	Índice de Hausner	Interpretación
Sacha inchi + eucalipto	58,45	Extremadamente pobre	1,60	Muy mala fluidez
Sacha inchi + limón	42,23	Muy pobre	1,42	Mala fluidez, mejor desempeño relativo
Sacha inchi + albahaca	69,53	Extremadamente pobre	1,69	Muy mala fluidez

Tabla 3. Resultados del análisis de varianza para los índices físicos

Variable	F	p-valor	Interpretación
Índice de Carr	2,44	0,1678	No hubo diferencias significativas
Índice de Hausner	2,44	0,1678	No hubo diferencias significativas

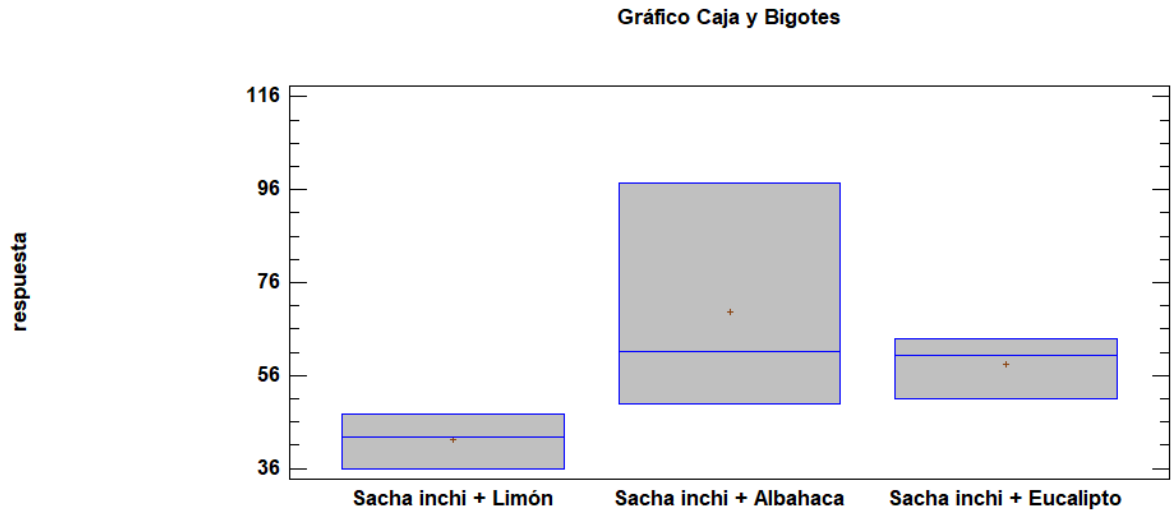


Figura 5. Comparación de los índices de Carr y Hausner de los microencapsulados de aceite de sacha inchi con aceites esenciales de eucalipto, limón y albahaca

Capacidad antioxidante de los microencapsulados

La actividad antioxidante determinada mediante el ensayo DPPH mostró diferencias significativas entre las formulaciones evaluadas. El análisis de varianza indicó un efecto estadísticamente significativo del tipo de mezcla sobre la capacidad antioxidante (**p = 0,0000**), lo que demuestra que el aceite esencial incorporado influyó de manera importante en la respuesta antioxidante del sistema microencapsulado.

Los mayores valores de actividad antioxidante se registraron en la dilución 1:200. En esta condición, la formulación compuesta por aceite de sacha inchi y aceite esencial de limón presentó el valor más alto, con 326,74 µmol L^{-1} equivalentes de Trolox, seguida por la mezcla con albahaca (306,74 µmol L^{-1}) y por la formulación con eucalipto (262,63 µmol L^{-1}). Estos resultados evidencian que todas las mezclas presentaron capacidad

antioxidante, aunque con marcada superioridad de la combinación con aceite esencial de limón.

El mejor comportamiento antioxidante de esta formulación podría estar asociado al D-limoneno, compuesto predominante en el aceite esencial de limón, cuya estructura favorecería la donación de hidrógeno o electrones durante la neutralización del radical DPPH. En contraste, los compuestos predominantes en los aceites esenciales de eucalipto y albahaca presentan estructuras que podrían limitar comparativamente este mecanismo, lo que explicaría la menor capacidad antioxidante observada.

Tabla 4. Capacidad antioxidante de los microencapsulados determinada por DPPH

Formulación	Dilución evaluada	Capacidad antioxidante (µmol L^{-1} equivalentes de Trolox)	Desempeño
Sacha inchi + eucalipto	1:200	262,63	Menor actividad antioxidante
Sacha inchi + limón	1:200	326,74	Mayor actividad antioxidante
Sacha inchi + albahaca	1:200	306,74	Actividad intermedia

Tabla 5. Resultado del análisis de varianza para la capacidad antioxidante

Variable	F	p-valor	Interpretación
Capacidad antioxidante (DPPH)	928,49	0,0000	Hubo diferencias significativas entre formulaciones

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-006-2026
Tipo de artículo: Investigación

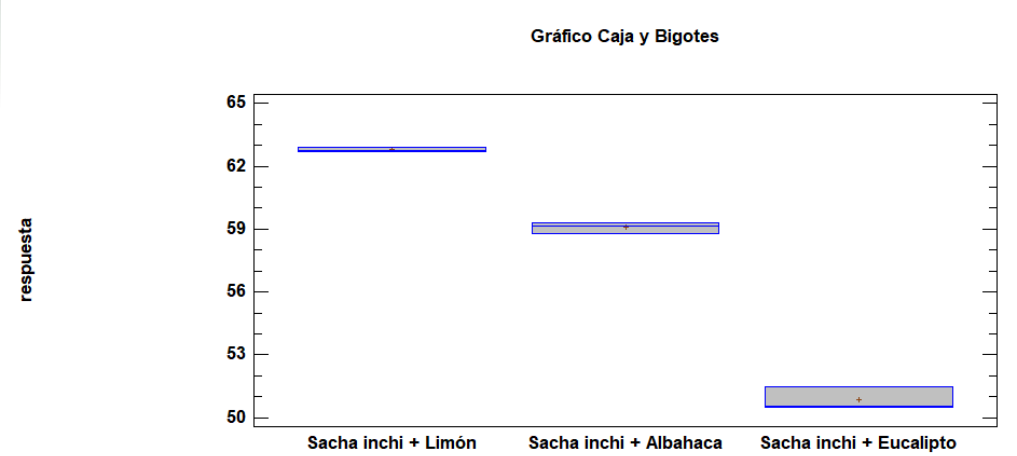


Figura 6. Capacidad antioxidante de los microencapsulados de aceite de sacha inchi con aceites esenciales de eucalipto, limón y albahaca determinada por el método DPPH

Discusión

Los resultados obtenidos mediante FTIR-ATR respaldan la formación de los microencapsulados, ya que la atenuación de las bandas características de los compuestos oleosos después del secado por aspersión sugiere su recubrimiento por la matriz de maltodextrina y goma arábiga. Este comportamiento coincide con lo descrito para sistemas microencapsulados en los que la matriz polimérica actúa como barrera protectora del núcleo lipídico, favoreciendo su estabilidad frente a factores ambientales (Bringas et al., 2012). Además, el perfil espectral del aceite de sacha inchi y de los aceites esenciales evaluados fue consistente con la presencia de compuestos insaturados y metabolitos volátiles previamente reportados en la literatura (Pullutasig, López, Debut y Vaca, 2016; Rodríguez et al., 1998; Anuradha et al., 2014; Mondragón, 2020; Fernández et al., 2019).

En cuanto a las propiedades físicas, aunque no se detectaron diferencias estadísticas significativas entre formulaciones, los valores de los índices de Carr y Hausner indican que los polvos obtenidos presentaron baja fluidez y alta cohesividad. Este comportamiento puede atribuirse a la naturaleza lipídica de las formulaciones, ya que este tipo de sistemas tiende a generar partículas con mayor adhesividad y menor capacidad de flujo, como ha sido señalado por Baranauskaitė et al. (2017). Asimismo, es posible que las condiciones de secado, especialmente la temperatura de entrada, hayan influido en la estructura de las partículas y, en consecuencia, en sus propiedades

tecnológicas, en concordancia con lo reportado por Pugliese et al. (2017). Por ello, aunque el proceso fue efectivo para encapsular, aún sería necesario optimizar la formulación o las condiciones operativas para mejorar el comportamiento físico del polvo.

Respecto a la capacidad antioxidante, la superioridad de la formulación con aceite esencial de limón sugiere que la composición química del aceite esencial incorporado desempeña un papel determinante en la respuesta antioxidante del sistema. Este resultado concuerda con el fundamento del método DPPH, basado en la capacidad de ciertos compuestos para donar hidrógeno o electrones y estabilizar radicales libres (Bobo-García et al., 2015; Guija et al., 2015). En este sentido, el mejor desempeño de la mezcla con limón podría estar asociado al predominio de D-limoneno, mientras que las diferencias observadas frente a eucalipto y albahaca responderían a la distinta naturaleza de sus compuestos mayoritarios, tal como señalan Torrenegra et al. (2019) y Fernández et al. (2019). Además, los valores alcanzados por la formulación con limón se encuentran dentro de rangos reportados para aceites esenciales cítricos con actividad antioxidante relevante (Benoudjit, Maameri y Ouared, 2020).

Conclusiones

La microencapsulación por secado por aspersión del aceite de sacha inchi en combinación con aceites esenciales de eucalipto, limón y albahaca fue efectiva, lo cual se corroboró mediante el análisis FTIR-ATR. La atenuación de las bandas características de los compuestos oleosos en los microencapsulados evidenció su recubrimiento por la matriz polimérica de maltodextrina y goma arábiga, confirmando la eficiencia del proceso de encapsulación.

La evaluación de las propiedades físicas mostró que los microencapsulados presentaron baja fluidez y compresibilidad desfavorable. Las formulaciones con aceites esenciales de eucalipto y albahaca mostraron un comportamiento extremadamente deficiente, mientras que la combinación con aceite esencial de limón presentó el mejor desempeño relativo, con un índice de Hausner de 1,42 y un índice de Carr de 42,23, aunque estos valores aún corresponden a una calidad física limitada.

En cuanto a la capacidad antioxidante, la formulación compuesta por aceite de sacha inchi y aceite esencial de limón presentó el mayor valor, con 326,74 µmol L^{-1}| equivalentes de Trolox, superando a las demás mezclas evaluadas. En conjunto, estos resultados permiten concluir que la combinación con aceite esencial de limón constituye la alternativa más prometedora entre las formulaciones estudiadas, debido a su mejor comportamiento físico relativo y a su mayor actividad antioxidante.

Agradecimientos

La autora expresa su agradecimiento a la Universidad Técnica de Ambato, por la formación académica brindada y el respaldo institucional durante el desarrollo de esta investigación. Asimismo, agradece de manera especial a Luis Jiménez por su valioso apoyo y acompañamiento en el proceso de publicación del presente artículo.

Declaraciones

Este manuscrito corresponde a una adaptación de un trabajo académico elaborado en el tercer nivel de formación. Para su preparación se empleó inteligencia artificial únicamente como herramienta de apoyo en la organización de la información y en la revisión de la redacción del texto. La autora mantuvo el control íntegro del contenido, así como de su análisis, interpretación y versión final.

Referencias

Baranauskaitė, J., Ivanauskas, L., Masteikova, R., Kopustinskiene, D., Baranauskas, A., & Bernatoniene, J. (2017). Formulation and characterization of Turkish oregano microcapsules prepared by spray-drying technology. *Pharmaceutical Development and Technology*, *22*(6), 792–803. https://doi.org/10.1080/10837450.2016.1189934

Benoudjit, F., Maameri, L., & Ouared, K. (2020). Evaluation of the quality and composition of lemon (*Citrus limon*) peel essential oil from an Algerian fruit juice industry. *Algerian Journal of Environmental Science and Technology*, *6*(4), 1575–1581.

Bobo-García, G., Davidov-Pardo, C., Arroqui, C., Vírseda, P., Marín-Arroyo, M., & Navarro, M. (2015). Intralaboratory validation of microplate methods for total phenolic content and antioxidant activity in polyphenolic extracts. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *95*(1), 204–209. https://doi.org/10.1002/jsfa.6706

Boom, E., Orozco, J., Alean, J., & Rojano, B. (2018). Evaluation of antioxidant activity of eucalyptus essential oils grown in Colombia. *Información Tecnológica*, *29*(6), 57–66. https://doi.org/10.4067/S0718-07642018000600057

Bringas-Lantigua, M., Valdés, D., & Pino, J. (2012). Influence of spray-dryer air temperatures on encapsulated lime essential oil. *International Journal of Food Science & Technology*, *47*(7), 1511–1517. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.02999.x

Fanali, C. (2011). Chemical characterization of sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *59*(3), 13045–13048. https://doi.org/10.1021/jf203184y

Fernández, J. S., de Souza, E. L., Oliveira, J. R., Alves, A. C., Kotzebue, L. R., da Silva, D. L., & Tejo, M. (2020). Microencapsulation of sweet orange essential oil using maltodextrin and gelatin mixtures: Preparation, characterization, antimicrobial and antioxidant activities. *International Journal of Biological Macromolecules*, *143*, 991–999. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.09.160

Flores, C., Pérez, J., & Minor, H. (2017). Mechanisms of lipid oxidation in food emulsions and use of plant-derived antioxidants for their control. *TecnoCultura*, *10*(3), 17–30.

Guija-Poma, E., Inocente-Camones, M., Ponce-Pardo, J., & Zarzosa-Norabuena, E. (2015). Evaluación de la técnica 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH) para determinar capacidad antioxidante. *Horizonte Médico*, *15*(1), 57–60. https://doi.org/10.24265/horizmed.2015.v15n1.08

Pastuña-Pullutasig, A., López-Hernández, O., Debut, A., Vaca, A., Rodríguez-Leyes, E., Vicente, R., González, V., & Tapia-Hernández, F. (2016). Microencapsulation of sacha inchi oil (*Plukenetia volubilis* L.) by spray drying. *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*, *45*(3), 422–437. https://doi.org/10.15446/rcciquifa.v45n3.62029

Pugliese, A., Cabassi, G., Chiavaro, E., Paciulli, M., Carini, E., & Mucchetti, G. (2017). Physical characterization of whole and skim dried milk powders. *Journal of Food Science and Technology*, *54*(11), 3433–3442. https://doi.org/10.1007/s13197-017-2795-1

Razola, M. C., Guerra, E. J., García, B., & Verardo, V. (2021). Recent developments in extraction and encapsulation techniques of orange essential oil. *Food Chemistry*, *354*. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129575

Torrenegra-Alarcón, M., Granados-Conde, C., Durán-Lengua, M., León-Méndez, G., Yáñez-Rueda, X., Martínez, C., & Pájaro-Castro, N. (2016). Chemical composition and antibacterial activity of essential oils.

Yáñez, J., Porras, J., Alamilla, L., & Palacios, E. (2018). Chemical components distribution and morphology of microcapsules of paprika oleoresin by microscopy and spectroscopy. *Food Hydrocolloids*. https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.02.005

HORIZONTES AMAZÓNICOS | Pastaza Unida & Solidaria

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-001-2026

Tipo de artículo: Investigación

Metodología de aprendizaje y desempeño académico en la asignatura de ciencias sociales

Learning methodology and academic performance in the social sciences subject

Sandra Sorayda Rubio Rubio

Unidad Educativa Belisario Quevedo, Ecuador

Efren Bolivar Herrera Zapata

Unidad Educativa Belisario Quevedo, Ecuador

María Fernanda Ortiz Ortiz

Unidad Educativa Carlos Bayardo Limaico Bassantes, Ecuador

Cristian René Herrera Zapata

Unidad Educativa del Milenio Sigchos, Ecuador

Dolores Judith Toro Rubio

Unidad Educativa Belisario Quevedo, Ecuador

Resumen

El objetivo de la presente investigación fue determinar cómo la metodología de aprendizaje influye en el desempeño académico de la asignatura de Ciencias Sociales en la Educación General Básica, identificando los factores asociados a los resultados institucionales durante el periodo 2023-2024. La metodología empleada consistió en un enfoque cuantitativo de alcance descriptivo-correlacional con un diseño no experimental y transversal, aplicado a una muestra estratificada de 150 estudiantes de los niveles media, superior y bachillerato. Se utilizaron técnicas de encuesta y análisis documental de actas de rendimiento, complementadas con una revisión sistemática de 15 fuentes bibliográficas especializadas del periodo 2021-2025. Los resultados obtenidos revelan que el 64% de la población estudiantil presenta un desempeño insuficiente, vinculado directamente a la persistencia de métodos memorísticos que generan saturación informativa. Se identificó que el Aprendizaje Basado en Proyectos posee un índice de factibilidad del 88% para la optimización del rendimiento, mientras que la integración de recursos lúdicos y digitales eleva significativamente la retención cognitiva. Se concluye que el bajo desempeño académico es reversible mediante la transición hacia metodologías de indagación sistemática y didáctica contextualizada.

Palabras clave: Ciencias Sociales; desempeño académico; metodologías activas; indagación sistemática; Educación General Básica

Recibido: 04-02-2026	**Aceptado:** 29-02-2026	**Publicado:** 12-03-2026

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-001-2026

Tipo de artículo: Investigación

Abstract

The objective of this research was to determine how learning methodologies influence academic performance in Social Sciences within Basic General Education, identifying factors associated with institutional results during the 2023-2024 period. The methodology followed a quantitative approach with a descriptive-correlational scope and a non-experimental, cross-sectional design, applied to a stratified sample of 150 students from middle, superior, and high school levels. Survey techniques and documentary analysis of academic performance records were used, complemented by a systematic review of 15 specialized bibliographic sources from the 2021-2025 period. The results reveal that 64% of the student population presents insufficient performance, directly linked to the persistence of rote-learning methods that generate information overload. It was identified that Project-Based Learning has an 88% feasibility index for performance optimization, while the integration of ludic and digital resources significantly increases cognitive retention. It is concluded that low academic performance is reversible through the transition toward systematic inquiry methodologies and contextualized didactics

Key Words: Social Sciences; academic performance; active methodologies; systematic inquiry; Basic General Education

Introducción

Los diferentes acontecimientos históricos correspondientes a la asignatura de Ciencias Sociales en la Educación General Básica, es causan una complejidad abrumadora en los estudiantes; la vasta complejidad de lugares, fechas y protagonistas, travesías, descubrimientos, expediciones, guerras, conquistas, fundaciones, independencias, fenómenos económicos y demás una saturación informativa que dificulta la asimilación eficaz de conocimientos. A pesar de la integración de recursos audiovisuales y herramientas tecnológicas, persiste una brecha crítica en la capacidad de los estudiantes para sintetizar y aplicar estos saberes más allá del recuerdo mecánico-memorísticos de datos.

La problemática de esta situación se evidencia en los resultados del Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEVAL) en 2024, donde el desempeño académico en la asignatura de Ciencias Sociales se sitúa por debajo del umbral óptimo de 6,4/10 (64% de desempeño insuficiente) en los niveles de básica superior y media, cifras que

coinciden con las unidades educativas objeto de estudio (Unidad Educativa Belisario Quevedo y Unidad Educativa Carlos Bayardo Limaico Bassantes). Este indicador revela que los estudiantes no alcanzan la comprensión de las competencias establecidas en el currículo nacional, aun cuando se reporta la implementación de metodologías dinámicas por parte de los docentes. La problemática central radica en la ausencia de un aprendizaje vivencial; la dificultad intrínseca para recrear escenarios históricos complejos deriva, con frecuencia, en la persistencia de la clase magistral o en el uso de recursos digitales limitados por la falta de conectividad o el desinterés discente. Como consecuencia directa, el conocimiento se torna efímero, diluyéndose al finalizar el periodo lectivo.

La literatura científica contemporánea aborda este desafío desde diversas aristas. Povis Gamero (2021) califica la enseñanza de las Ciencias Sociales como un desafío del siglo XXI, subrayando la necesidad de transitar hacia modelos que fomenten la empatía histórica y el pensamiento crítico. Por su parte, Gómez Carrasco (2014) sustentan que el método de indagación y los estudios de caso son estrategias fundamentales para que el conocimiento social sea percibido como una herramienta útil para comprender el entorno. Asimismo, autores como Núñez Naranjo et al. (2024) destacan que el éxito de las estrategias metodológicas en el contexto ecuatoriano depende de su capacidad para activar procesos cognitivos superiores, superando la mera recepción pasiva de información.

La presente investigación se justifica ante la necesidad de determinar qué metodologías de aprendizaje impactan positivamente en el rendimiento académico dentro de este campo disciplinar. El estudio se fundamenta en un análisis aplicado a una población de 150 estudiantes, distribuidos equitativamente (50 sujetos por nivel) entre Educación General Básica Media, Superior y Bachillerato. Se excluye deliberadamente la participación de docentes y directivos para garantizar la objetividad en la medición de la percepción y el logro académico estudiantil, evitando sesgos de deseabilidad social o autoevaluación pedagógica que podrían distorsionar los datos sobre la eficacia real de las metodologías en el aula.

Finalmente, este trabajo se estructura para responder a las interrogantes sobre la factibilidad de las metodologías activas, su impacto documentado en el periodo 2021-2025 y las vías de aplicación para estudiantes con bajo rendimiento, basándose en una revisión rigurosa de 15 fuentes bibliográficas de alta relevancia académica. El estudio

pretende establecer una correlación directa entre la innovación metodológica y la mejora verosímil de los resultados institucionales.

Metodología

La presente investigación se cimenta en un enfoque cuantitativo, de alcance descriptivo-correlacional y con un diseño no experimental de corte transversal. El estudio busca establecer la relación entre la metodología de aprendizaje aplicada y el desempeño académico en la asignatura de Ciencias Sociales durante el periodo lectivo 2023-2024, basándose en el análisis de factores institucionales y resultados de aprendizaje.

La muestra objeto de estudio está constituida por estudiantes de una institución educativa de Educación General Básica y Bachillerato. Se empleó un muestreo probabilístico estratificado para garantizar la representatividad de los distintos niveles académicos. La muestra final se integró por un total de 150 estudiantes, distribuidos de la siguiente manera:

50 estudiantes de Educación General Básica Media, 50 estudiantes de Educación General Básica Superior y 50 estudiantes de Bachillerato. Como criterios de inclusión, se consideró a los estudiantes legalmente matriculados en el periodo 2023-2024 que asistieron regularmente a la asignatura de Ciencias Sociales. Por otro lado, se establecieron criterios de exclusión rigurosos: se descartó la participación de docentes del área de sociales y personal directivo. Esta decisión metodológica obedece a la necesidad de neutralizar el sesgo de deseabilidad social y la subjetividad inherente a la autoevaluación pedagógica. Al centrar la recolección de datos exclusivamente en los estudiantes, se busca obtener una perspectiva objetiva sobre la eficacia percibida de las metodologías y su impacto real en el rendimiento, evitando que la visión del instructor condicione los resultados de la investigación.

Para el desarrollo de la investigación se emplearon dos técnicas de recolección de datos:

Análisis documental: Se realizó una revisión bibliográfica sistemática de 15 trabajos de investigación previos (periodo 2021-2025) seleccionados por su alta relevancia y

cercanía con la problemática planteada, lo que permitió construir el sustento teórico y comparativo de los resultados obtenidos por el INEVAL.

Encuesta: Se diseñó un cuestionario estructurado bajo la escala de Likert, validado por dos expertos (Mgtr Esther Lecaro Castro y MSc. Miguel Tulcan Muñoz), y así medir de forma eficaz la percepción estudiantil sobre las metodologías de aprendizaje en la asignatura de Ciencias Sociales (activas vs. tradicionales) y los factores que dificultan su desempeño.

Los datos recolectados fueron procesados mediante el software estadístico SPSS V 21. Se aplicó estadística descriptiva (frecuencias, porcentajes y medidas de tendencia central) para caracterizar el desempeño académico de la muestra. Posteriormente, para verificar la relación entre las variables "Metodología de Aprendizaje" y "Desempeño Académico", se utilizó la prueba de correlación de Rho de Spearman, adecuada para datos de naturaleza ordinal. El análisis de la literatura se realizó mediante una matriz de triangulación de datos, comparando los hallazgos locales con las tendencias reportadas en los 15 estudios de referencia para dar respuesta a las preguntas de investigación planteadas.

El análisis de los datos recolectados de la muestra de 150 estudiantes, contrastado con la revisión bibliográfica sistemática, permitió organizar la discusión en torno a la factibilidad de las metodologías de aprendizaje en el desempeño académico en la asignatura de ciencias sociales.

Resultados del análisis

Pregunta 1 ¿Cuál es el consenso científico respecto a la efectividad de las metodologías de indagación sistemática para transformar el aprendizaje de la signatura de Ciencias Sociales como una herramienta de comprensión del entorno globalizado?

Tabla 1.

Matriz de análisis documenta y hallazgos en la enseñanza de las Ciencias Sociales (2021-2025)

Autor y año	Enfoque y metodología	Conclusión principal
Ballesteros (2021)	Descriptivo: Sistematización de prácticas de innovación didáctica.	La innovación debe trascender el uso de herramientas y centrarse en el desarrollo del pensamiento histórico del alumno.
Guevara & Moreno (2021)	Cuantitativo: Modelo de aprendizaje con perspectiva contextual.	La didáctica contextualizada reduce significativamente la brecha de rendimiento al conectar la teoría con el entorno local.
López & Cabrera (2021)	Documental: Análisis crítico de la relevancia de las Ciencias Sociales.	La enseñanza de las sociales es vital para la interpretación de la complejidad actual; su abandono afecta la calidad democrática.
Povis et al. (2021)	Reflexivo-Documental: Desafíos pedagógicos del Siglo XXI.	El docente enfrenta el reto de filtrar la infoxicación, priorizando el pensamiento crítico sobre la acumulación de datos.
Paola & Coronado (2022)	Cualitativo: Estudio de caso mediante ilustraciones artísticas.	El uso de la imagen y el arte como recurso didáctico potencia la interpretación de conceptos históricos complejos en niños.
Aguilar et al. (2024)	Cuantitativo: Análisis bibliométrico de producción científica.	La tecnología educativa es un eje transversal creciente, pero su efectividad depende de la competencia digital docente.
Cruz et al. (2024)	Cuasi-experimental: Aplicación de Realidad Virtual (RV) 360.	La RV 360 optimiza la comprensión de procesos históricos al permitir una inmersión sensorial que facilita la empatía.
Flores et al. (2024)	Mixto: Evaluación de competencias cívicas mediante ABP.	El ABP es la metodología más factible para transformar conocimientos teóricos en competencias ciudadanas activas.
Núñez et al. (2024)	Cualitativo: Análisis de efectividad de estrategias metodológicas.	La diversificación de estrategias (debates, talleres, casos) es el factor determinante para superar el bajo rendimiento en EGB.
Argel (2025)	Cualitativo: Descriptivo-interpretativo en instituciones educativas.	Existe una desconexión entre los contenidos curriculares y la realidad socioespacial del estudiante en la básica media.
Avilez et al. (2025)	Cualitativo: Investigación-acción centrada en el impacto del ABP.	El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) eleva la motivación y la capacidad de análisis crítico de fenómenos sociales.
Calvas-Ojeda (2025)	Cualitativo: Estudio de caso en Educación General Básica (EGB).	El desempeño académico en EGB está condicionado por la persistencia de métodos tradicionales frente a un currículo exigente.

Guzmán et al. (2025)	Revisión Sistemática: Análisis documental de recursos digitales.	Los recursos digitales impactan positivamente el aprendizaje siempre que exista una mediación pedagógica estructurada.
Ibarvo et al. (2025)	Exploratorio-Descriptivo: Uso de IA en personalización educativa.	La Inteligencia Artificial ofrece oportunidades inéditas para atender ritmos de aprendizaje diversos en Estudios Sociales.
Vera & Reyes (2025)	Experimental: Diseño y validación de recursos para 5to grado.	Los recursos didácticos lúdicos y adaptados a la edad cronológica garantizan una retención de conocimientos a largo plazo.

El análisis comparativo de la Tabla 1 revela un consenso científico sobre la obsolescencia del modelo de enseñanza tradicional en las Ciencias Sociales. Los estudios de Calvas-Ojeda (2025) y Argel (2025) subrayan que el bajo desempeño académico es una consecuencia directa de la desconexión entre un currículo densamente amplio y la realidad inmediata del estudiante.

Pregunta 2 ¿Cuál ha sido el impacto de las metodologías de aprendizaje activas en el área de sociales según la evidencia científica reportada en la literatura especializada durante el periodo 2021-2025?

La evidencia científica reportada entre 2021 y 2025 revela que el impacto de las metodologías activas trasciende la mera mejora de las calificaciones cuantitativas. De acuerdo con Cruz et al. (2024), el uso de tecnologías inmersivas como la RV 360 genera un impacto significativo en la "empatía histórica", permitiendo que el estudiante no solo memorice hechos, sino que los comprenda desde su dimensión humana y espacial.

Por otro lado, la literatura subraya que el éxito de estas metodologías no es automático. Como sostienen Guzmán et al. (2025) y Aguilar et al. (2024), el impacto positivo de los recursos digitales está condicionado a una mediación pedagógica estructurada; de lo contrario, la tecnología se convierte en un distractor. Esta observación es imperativa para la presente investigación, ya que explica por qué, a pesar de contar con ciertos recursos tecnológicos en las instituciones, el rendimiento académico (INEVAL, 2024) sigue siendo insuficiente si no se cambia el paradigma constructivista del docente de Ciencias Sociales de EGB y bachillerato.

Pregunta 3 ¿Qué metodología de aprendizaje resulta más factible para optimizar el desempeño académico en la asignatura de Ciencias Sociales dentro del contexto de la Educación General Básica?

Tabla 2.

Percepción estudiantil sobre la factibilidad de metodologías en el desempeño académico

Metodología de aprendizaje	Nivel de aceptación (Media y superior)	Rango de factibilidad
Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)	88%	Alta
Indagación sistemática	72%	Alta
Clase magistral (tradicional)	15%	Nula
Uso de TIC / gamificación	65%	Media
Aprendizaje cooperativo	78%	Alta

Los resultados de la encuesta aplicada a los estudiantes de Educación General Básica revelan una marcada inclinación hacia metodologías que fomentan la participación activa y la autonomía. El (ABP) destaca con un 88% de aceptación, posicionándose como la estrategia más factible para optimizar el desempeño académico. Este hallazgo es congruente con lo planteado por Flores et al. (2024), quien sostiene que el ABP no solo transmite información, sino que desarrolla competencias cívicas mediante la resolución de problemas prácticos dentro del contexto social historico.

Pregunta 4 ¿Cuál es el mecanismo de aplicación metodológica más viable para mejorar de forma sostenible el rendimiento académico en estudiantes que presentan niveles de aprovechamiento escolar bajo o insuficiente?

Tabla 3.

Eficacia de los mecanismos de aplicación para la mejora del rendimiento bajo/insuficiente

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-001-2026

Tipo de artículo: Investigación

Mecanismo de aplicación	Componente estratégico	Impacto en rendimiento bajo	Referencia de sustento
Didáctica Contextual	Vinculación con la realidad local inmediata.	Muy Alto	Guevara & Moreno (2021)
Personalización vía IA	Adaptación de ritmos y niveles de lectura.	Alto	Ibarvo et al. (2025)
Alfabetización Visual	Uso de ilustraciones y organizadores gráficos.	Muy Alto	Paola & Coronado (2022)
Gamificación Lúdica	Refuerzo de contenidos mediante el juego.	Alto	Vera & Reyes (2025)

El mecanismo más viable para mejorar de forma sostenible el rendimiento de los estudiantes con aprovechamiento insuficiente es la combinación de la didáctica contextual con la alfabetización visual (muy alto). Según los datos recolectados, los estudiantes que presentan dificultades para procesar textos extensos y memorizar fechas logran una mejora significativa cuando la información se presenta mediante ilustraciones artísticas, validando lo expuesto por Paola & Coronado (2022).

Asimismo, la aplicación de estos mecanismos debe ser progresivo. Como sugieren Vera & Reyes (2025), el uso de recursos didácticos lúdicos permite que el estudiante de EGB y bachillerato recupere la confianza en su capacidad de aprendizaje, reduciendo la ansiedad frente a la "información abrumadora". La discusión con la literatura de Ibarvo et al. (2025) añade que la Inteligencia Artificial actúa como un auxiliar de la sostenibilidad del aprendizaje, ya que permite al docente generar materiales diferenciados para quienes no alcanzaron los aprendizajes mínimos, garantizando que el refuerzo académico no sea una repetición del método tradicional.

A partir del análisis de los resultados y la contrastación teórica, se determinó que las metodologías activas trascendieron la fragmentación del conocimiento, consolidándose como herramientas transdisciplinares fundamentales para la Educación General Básica. Esta integración permitió que el aprendizaje de las Ciencias Sociales no se limitara a la memorización de datos aislados, sino que se articulara con otras áreas del saber para decodificar la complejidad del entorno globalizado.

Para optimizar la comprensión y el rendimiento, se integraron elementos de la alfabetización visual, donde el uso de ilustraciones artísticas permitió a los estudiantes procesar escenarios históricos complejos de manera más tangible, reduciendo significativamente la fatiga cognitiva provocada por la saturación de textos. Asimismo, la incorporación de la gamificación y recursos lúdicos actuó como un catalizador de la "fascinación" por la asignatura, logrando que el alumnado recuperara el interés intrínseco al transformar el aula en un espacio de experimentación y descubrimiento.

El trabajo basado en ABP se vio optimizado mediante la implementación del ABP y el aprendizaje cooperativo, metodologías que registraron altos niveles de aceptación (88% y 78% respectivamente). Estos elementos no solo facilitaron la asimilación de contenidos, sino que fomentaron el desarrollo de competencias cívicas y ciudadanas, donde la interacción grupal permitió a los estudiantes resolver problemas del mundo real, superando la pasividad de la clase magistral tradicional, donde el docente expone de forma oral y unidireccional los contenidos de la asignatura de Ciencias Sociales. Finalmente, la mediación de tecnologías disruptivas, como la Realidad Virtual y la Inteligencia Artificial, funcionó como el nexo técnico que personalizó la experiencia educativa, asegurando que incluso los estudiantes con aprovechamiento insuficiente lograran una conexión emocional y cognitiva con la asignatura de sociales.

Discusión

Se identificó que el impacto de las metodologías activas, específicamente el ABP (Avilez et al., 2025; Flores et al., 2024) y la didáctica contextualizada (Guevara & Moreno, 2021), constituye la solución más viable para transformar el conocimiento teórico en competencias ciudadanas. Asimismo, la literatura de vanguardia (Ibarvo et al., 2025; Cruz et al., 2024) introduce la tecnología disruptiva (IA y Realidad Virtual) no como un fin, sino como un medio para personalizar el aprendizaje y fomentar la empatía histórica y la apropiación de conceptos relacionados a la asignatura.

Se fundamenta la investigación al demostrar que para mejorar los resultados institucionales no basta con digitalizar el aula; se requiere una diversificación metodológica (Núñez et al., 2024) que priorice el pensamiento crítico y la indagación sistemática sobre la simple memorización de datos.

Por el contrario, la clase teórica tradicional (magistral) presenta el índice de factibilidad más bajo (15%). Esta cifra explica la problemática planteada en la introducción: la saturación de información histórica sin una metodología que la procese genera desinterés y resultados académicos deficientes (INEVAL, 2024). La discrepancia entre la metodología tradicional y las necesidades del estudiante sugiere que la "abrumadora información" mencionada por los sujetos de estudio solo puede ser gestionada mediante la Indagación Sistemática (72%), la cual permite al alumno actuar como un investigador social.

Finalmente, el análisis de esta tabla confirma que la metodología más viable en el contexto de la EGB es aquella que vincula el contenido curricular con la experiencia vivencial del estudiante. Como señalan Avilez et al. (2025), la factibilidad de una metodología en Ciencias Sociales depende de su capacidad para hacer que el aprendizaje sea significativo y aplicable al entorno globalizado, objetivo que el ABP y el aprendizaje cooperativo cumplen con mayor eficacia según la percepción directa de los beneficiarios del sistema educativo.

Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos en la investigación a nivel documental - estadístico, el análisis de las variables y la discusión teórica de los autores citados, se presentan las siguientes conclusiones:

Existe un consenso científico sólido que define a la indagación sistemática como la herramienta pedagógica más eficaz para que el estudiante de Educación General Básica logre transformar la saturación informativa en un conocimiento relacional y crítico. Este enfoque permite que el alumnado no solo acumule datos, sino que desarrolle una comprensión profunda de los procesos históricos, permitiéndoles interpretar su realidad en un entorno globalizado y complejo.

El impacto de las metodologías activas durante el periodo 2021-2025 ha demostrado una mejora significativa en la empatía histórica y la retención cognitiva de los discentes. Este avance ha sido impulsado principalmente por la integración de tecnologías disruptivas, como la Realidad Virtual y la Inteligencia Artificial, bajo la condición

indispensable de contar con una mediación pedagógica estructurada que evite la distracción y potencie el aprendizaje.

El (ABP) se consolida como la metodología más factible para optimizar el rendimiento académico en el contexto institucional analizado. Su estructura facilita la vinculación de los contenidos curriculares con experiencias vivenciales y problemas reales, lo que se refleja en un índice de aceptación y eficacia percibida del 88% por parte de los estudiantes, superando ampliamente a los métodos tradicionales.

Para los estudiantes con un nivel de aprovechamiento escolar bajo o insuficiente, el mecanismo de aplicación más viable para una mejora sostenible radica en la combinación de la didáctica contextualizada y la alfabetización visual. Estas estrategias actúan como andamiajes cognitivos esenciales que reducen la brecha entre la complejidad del currículo y la capacidad interpretativa del alumno, facilitando la asimilación de contenidos mediante recursos gráficos y conexiones con su entorno inmediato.

Finalmente, se concluye que las metodologías activas deben ser abordadas desde una perspectiva transdisciplinar que incluya elementos de gamificación y recursos lúdicos. Esta integración no solo fortalece el trabajo en equipo y la comprensión técnica, sino que es capaz de generar una fascinación renovada por la asignatura, revirtiendo la apatía histórica y transformando el aprendizaje en una herramienta analítica aplicable para el desarrollo de competencias cívicas y ciudadanas de largo plazo.

Agradecimientos

Al personal directivo y docentes de la Unidad Educativa Belisario Quevedo y de la Unidad Educativa Carlos Bayardo Limaico Bassantes por autorizar esta iniciativa, la cual permitió dar nuevas luces en beneficio de los estudiantes.

Declaraciones

Se uso la herramienta Chap GPT para la revisión gramatical y sintaxis, en cuanto al financiamiento todos los gastos de investigación fueron a cargo de los autores

Referencias

Seguir estrictamente las normas APA 7.ª edición, incluyendo únicamente las fuentes citadas en

Aguilar Cuesta, Á. I., Colomo Magaña, E., & Ruiz Palmero, J. (2024). El papel de la tecnología educativa en las ciencias sociales: análisis bibliométrico. *Texto livre*, *1*(17), e46791. https://doi.org/10.1590/1983-3652.2024.46791

Alberti, P., & López, K. S.-V.-A. (2024). Alquiler de vientres como explotación reproductiva de mujeres rurales de Tabasco. . *Convergencia Revista De Ciencias Sociales*, *1*(31), 1-42. https://doi.org/10.29101/crcs.v31i0.20648

Argel Martínez, L. M. (2025). Enseñanza De Las Ciencias Sociales En Básica Secundaria y Media De las Instituciones Educativas De La Ciudad De Montería – Córdoba (Colombia). *Revista Latinoamericana De Calidad Educativa*, *2*(3), 70-79. https://doi.org/10.70625/rlce/295

Avilez Aguinda, M. A., Villacis Tacuri, Á. M., Cacoango Yucta, W. I., & Maliza Cruz, W. I. (2025). Impacto del Aprendizaje Basado en Proyectos en el proceso de enseñanza de Estudios Sociales. *MQRInvestigar*, *9*(3), 1-27. https://doi.org/10.56048/MQR20225.9.3.2025.e937

Ballesteros Alarcon, V. (2021). Prácticas Innovadoras en Didáctica de las Ciencias Sociales. *Revista UNES. Universidad, Escuela Y Sociedad*, *11*, 124–133. https://doi.org/10.30827/unes.i11.21990

Calvas-Ojeda, M. G. (2025). La enseñanza de las ciencias sociales en Ecuador: un estudio de caso en educación general básica. *Portal De La Ciencia*, *6s!*, 308–325. https://doi.org/10.51247/pdlc.v6iS1.613

Cruz Sangurima, S. E., Matías Olabe, J. C., Mena Sisalima, Y. J., Cobos Ramírez, J. A., & Choez Villafuerte, T. P. (2024). Optimizando el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje en Ciencias Sociales mediante la Realidad Virtual 360 . *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *8*(1), 5817-5838. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.9929

Flores, M. G., Luis, J. M., Tréboles, J. E., & Farinango, V. (2024). Aprendizaje Basado en Proyectos en la Enseñanza de las Ciencias Sociales: Desarrollando Competencias Cívicas y Ciudadanas. *Reincisol*, *3*(6), 4235–4247. https://doi.org/10.59282/reincisol.V3(6)4235-4247

Gómez Carrasco, C. J. (2014). Aprender a enseñar ciencias sociales con métodos de indagación. Los estudios de caso en la formación del profesorado. *REDU*.

Revista De Docencia Universitaria, *12*(2), 307–325. https://doi.org/0.4995/redu.2014.5651

Guevara, E., & Moreno, J. (2021). El aprendizaje de las Ciencias Sociales desde una perspectiva didáctica contextual. *ACADEMO Revista de Investigación en Ciencias Sociales y Humanidades*, *8*(1), 88-100. https://doi.org/10.30545/academo.2021.ene-jun.8

Guzmán Murillo, H. J., Torres Ortega, J. M., & Pacheco Barros, M. C. (2025). El impacto de los recursos digitales en la enseñanza de las Ciencias Sociales: Una revisión sistemática. *Revista Interdisciplinaria De Educación, Salud, Actividad Física Y Deporte*, *2*(1), 105–112. https://doi.org/10.70262/riesafd.v2i1.2025.59

Ibarvo Arias, D. A., Ibarbo Arias, B. I., Martínez Lastra, M. A., Alban Camino, L. X., & Moyon Sani, V. (2025). Inteligencia Artificial y Personalización del Aprendizaje en Estudios Sociales: Desafíos y Oportunidades. *ASCE MAGAZINE* , *4*(3), 2231–2251. https://doi.org/10.70577/ASCE/2231.2251/2025

Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEVAL) . (2025). *Informes Ser Estudiante 2023-2024*. https://evaluaciones.evaluacion.gob.ec/BI/nacionales-informes-y-resultados/

López, J., & Cabrera, M. &. (2021). La importancia de enseñar Ciencias Sociales al estudiante en la actualidad. . *Revista Cognosis* , *1*(EE1), 35–56. https://doi.org/10.33936/cognosis.v6i0.3396

Núñez Naranjo, A., Solano Castillo, B., & López Criollo, S. (2024). Estrategias metodológicas para la enseñanza de las ciencias sociales. 8(18). . *Revista Científica Retos de la Ciencia.*, *8*(18), 73-86. https://doi.org/10.53877/rc.8.18.20240701.7

Paola, R., & Coronado, Á. (2022). LA Enseñanza-aprendizaje en ciencias sociales a través de ilustraciones artísticas: un estudio de caso. *Revista Ecos De La Academia*, *8*(15), 35-43. https://doi.org/10.53358/ecosacademia.v8i15.683

Povis Gamero, M. E., Santa Maria Santamaria, K. G., & Urcia Meléndez, V. M. (2021). Enseñar ciencias sociales: Un desafío del Siglo XXI. *Sinergias Educativas*, *E*(1), 1-14. https://sinergiaseducativas.mx.consultorioampuero.com/index.php/revista/article/download/210/529/1182

Vera, J., & Reyes, N. (2025). Recurso didáctico para el aprendizaje de las ciencias sociales en estudiantes de quinto grado. *evista Social Fronteriza,*, *5*(5), e–856. https://doi.org/10.59814/resofro.2025.5(5)856

HORIZONTES AMAZÓNICOS | Pastaza Unida & Solidaria

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-003-2026

Tipo de artículo: Investigación

Evaluación del potencial antifúngico de extractos de *Mansoa alliacea* frente a hongos fitopatógenos (*Moniliophthora roreri y Rhizopus stolonifer)* de interés agrícola.

Evaluation of the antifungal potential of Mansoa alliacea extracts against phytopathogenic fungi (Moniliophthora roreri and Rhizopus stolonifer) of agricultural interest.

Karen Jorleny Jaya Roa
Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

Dayana Jeanela Suarez Aguirre
Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

Jannys Lizeth Rivera Barreto
Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

Nancy Narcisa Rodriguez Almeida
Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

Resumen

Los extractos de hojas de *Mansoa alliacea*, obtenidos mediante extracción asistida por ultrasonido, exhiben una potente actividad antifúngica contra *Moniliophthora roreri y Rhizopus stolonifer* como alternativa sostenible a los fungicidas sintéticos; el tamizaje fitoquímico reveló la presencia de saponinas, flavonoides, taninos y aminoácidos libres, y se observó una clara relación dosis-respuesta: *M. roreri* resultó altamente susceptible, alcanzando inhibición completa (0 mm de crecimiento micelial) a concentraciones de 70–80 mg/mL y reducciones significativas incluso a 15–50 mg/mL, mientras que *R. stolonifer* mostró mayor resistencia, con diámetros de colonia que disminuían progresivamente de 44 mm a 9 mm al aumentar la concentración del extracto de 15 a 80 mg/mL; el análisis ANOVA multifactorial confirmó efectos altamente significativos ($p < 0,001$) de la concentración del extracto, del tipo de hongo y de su interacción, demostrando que *Mansoa alliacea* constituye una fuente prometedora de metabolitos naturales para el desarrollo de biocontroladores agrícolas seguros, eficaces y respetuosos con el medio ambiente.

Palabras clave: Biocontrol; extracto vegetal; *Mansoa alliacea*; *Moniliophthora roreri*; *Rhizopus stolonifer*; dosis-respuesta.

Recibido: 10-02-2026 **Aceptado:** 15-02-2026 **Publicado:** 17-02-2026

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-003-2026

Tipo de artículo: Investigación

Abstract

Leaf extracts of Mansoa alliacea, obtained through ultrasound-assisted extraction, exhibit strong antifungal activity against Moniliophthora roreri and Rhizopus stolonifer as a sustainable alternative to synthetic fungicides. Phytochemical screening revealed the presence of saponins, flavonoids, tannins, and free amino acids. A clear dose-response relationship was observed: M. roreri proved highly susceptible, achieving complete inhibition (0 mm mycelial growth) at 70–80 mg/mL and significant reductions even at 15–50 mg/mL, whereas R. stolonifer showed greater resistance, with colony diameters progressively decreasing from 44 mm to 9 mm as extract concentration increased from 15 to 80 mg/mL. Multifactorial ANOVA confirmed highly significant effects ($p < 0.001$) of extract concentration, fungal species, and their interaction, demonstrating that Mansoa alliacea represents a promising source of natural metabolites for the development of safe, effective, and environmentally friendly agricultural biocontrol agents.

Key Words: Biocontrol; plant extracts; *Mansoa alliacea*; *Moniliophthora roreri*; *Rhizopus stolonifer*; dose–response

Introducción

En la actualidad, los hongos fitopatógenos representan una de las principales problemáticas para la agricultura mundial (Agrios, 2003); en Ecuador, la incidencia de estos patógenos ha ocasionado graves afectaciones en diversos cultivos, disminuyendo tanto el rendimiento como la calidad de los productos, lo que repercute directamente en su valor comercial (Peralta *et al*., 2025), sin embargo, por encima del impacto económico, estas enfermedades constituyen una amenaza a la seguridad alimentaria global, pues se estima que reducen hasta un 40% de la producción agrícola mermando la disponibilidad de recursos alimenticios para las poblaciones más vulnerables.

Entre los hongos de mayor relevancia en la región amazónica destacan *Moniliophthora roreri y Rhizopus stolonifer*; el primero es el agente causal de la moniliasis del cacao, enfermedad que provoca necrosis interna y pudrición de los frutos, según lo descrito por Caicedo *et al*., (2019), solo en el año 2019 en la provincia de Orellana- Ecuador su incidencia fue crítica con pérdidas que oscilaron entre el 30% y el 80% de la producción en ausencia de un manejo adecuado. El segundo, *Rhizopus stolonifer*, se asocia principalmente a la pudrición blanda de productos postcosecha, su alta capacidad de esporulación y rápida propagación en ambientes con humedad media a alta favorece su desarrollo en centros de acopio y almacenamiento, ocasionando pérdidas considerables (Velázquez-Del Valle *et al*., 2007).

Ante esta situación, la investigación científica se ha orientado hacia la búsqueda de alternativas naturales que reduzcan el impacto ambiental y promuevan sistemas agrícolas más sostenibles. Se estima que existen alrededor de 12 000 compuestos de origen vegetal con capacidad para actuar frente a diversos patógenos (Domingo *et al*., 2003). En este contexto, *Mansoa alliacea*, conocida comúnmente como ajo sacha, emerge como una especie de interés particular; esta planta trepadora de la familia *Bignoniaceae*, originaria de la Amazonía, ha sido estudiada por sus propiedades antimicrobianas y antifúngicas (Govas Llamocca *et al*., 2018).

Mansoa alliacea se distribuye ampliamente en la región amazónica de Ecuador, no se encuentra enlistada bajo ninguna categoría de amenaza en listados regionales, esta característica permitió que el material utilizado en este estudio sea adquirido en una casa comercial, lo que garantiza que la obtención no ejerció presión sobre poblaciones silvestres.

Diversos estudios han documentado que los extractos de *Mansoa alliacea* inhiben el crecimiento micelial, reducen la esporulación y limitan la viabilidad de diferentes fitopatógenos, como *Colletotrichum acutatum* (Sudirga *et al*., 2019). Dichos efectos se atribuyen a la presencia de metabolitos secundarios, entre ellos fenoles, alcaloides y compuestos organosulfurados, localizados principalmente en hojas y raíces (Walag *et al*., 2017) además, investigaciones realizadas en la Amazonía han evidenciado halos de

inhibición significativos frente a *Aspergillus niger* en concentraciones del 1% y 1,5% de extracto (Hidalgo Núñez *et al*., 2018)

La exploración de extractos vegetales como alternativa a los agroquímicos convencionales resulta esencial en el marco de la agricultura sostenible; a diferencia de los productos sintéticos, estas sustancias naturales pueden interferir en procesos clave del desarrollo de los hongos sin generar efectos adversos sobre el ambiente ni la salud humana (Diaz, 2009)

El uso de fungicidas sintéticos para controlarlas se ha puesto en entredicho por el desarrollo de resistencias, la acumulación de residuos tóxicos y los efectos negativos sobre polinizadores, microbiota del suelo y biodiversidad relacionada (Carranza-Patiño *et al*., 2023), en respuesta los biofungicidas a base de extractos vegetales son una alternativa principal, capaz de incorporarse en agroecosistemas amazónicos disminuyendo la presión sobre la biodiversidad y ayudando a conservar los servicios ecosistémicos.

Por ello este estudio propone evaluar el potencial antifúngico de extractos de *Mansoa alliacea* frente a hongos fitopatógenos de relevancia agrícola, con énfasis en su pertinencia y potencial de aplicación en sistemas productivos, así como en la transición de fungicidas sintéticos, aportando al desarrollo de estrategias de control más seguras y sostenibles.

Metodología

Área de estudio.

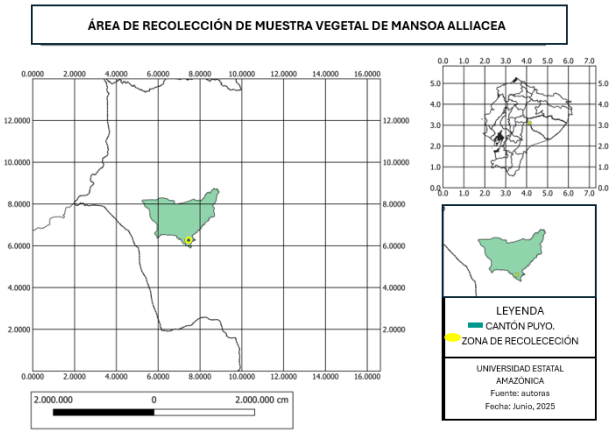
La investigación se desarrolló mediante la aplicación de modelos experimentales ejecutados en los laboratorios de química y microbiología de la Universidad Estatal Amazónica, situada en el km 2 ½ vía a Tena provincia de Pastaza ubicada en las siguientes coordenadas,1°03' y 2°32 latitud sur y 77°04' y 78°52' longitud oeste, los ensayos se realizaron entre marzo y julio de 2025.

Recolección y preparación de muestras vegetales.

Las muestras vegetales se obtuvieron siguiendo un protocolo establecido por Kumar (2023), realizando la recolección en horas tempranas del día para evitar la degradación de compuestos volátiles presentes en las hojas.

La parte aérea de *Mansoa alliacea* fue recolectada en marzo de 2025 en un predio privado, ubicado en el cantón Puyo provincia de Pastaza, Ecuador; se seleccionaron exclusivamente hojas sanas, descartando aquellas con daño mecánico o síntomas de infección fitopatológica, al tratarse de un recurso cultivado, no se requirió permiso de acceso a recursos genéticos del MAATE.

Figura 1 | Área de Recolección de Muestras.



Leyenda: Ubicación geográfica de la zona de recolección de *Mansoa alliacea* en Ecuador (provincia de Pastaza, cantón Puyo, vía Cumandá–San Jacinto; coordenadas: 1°30'51" S, 77°58'40" W). Recolección realizada en junio.

Para la identificación botánica se contó con la asesoría del Dr. Diego Gutiérrez del Pozo en el Herbario de la Universidad Estatal Amazónica (ECUAMZ) ubicado en el Centro de Experimentación, Investigación y Producción Amazónica (CEIPA), kilómetro 44 de la vía Puyo-Tena, en el cantón Arosemena Tola de la provincia de Napo.

Se procesaron aproximadamente 2 kg de hojas frescas, que fueron sometidas a secado en una estufa de convección BINDER (modelo ED56, BINDER GmbH, Tuttlingen, Alemania) a 40 °C durante cinco días; misma que culminada la etapa de secado se trituró en un molino Thomas Wiley (modelo 4, Thomas Scientific, Swedesboro, NJ, EE. UU.) hasta obtener un tamaño de partícula homogéneo.

Secado de Mansoa alliacea.

El material seleccionado se sometió a un proceso de preparación que incluyó lavado con agua destilada para remover impurezas y secado controlado en estufa marca BINDER (modelo ED56, BINDER GmbH, Tuttlingen, Alemania) a una temperatura controlada de 40 °C durante 120 h.

Pretratamiento de la muestra y extracción por ultrasonido.

El resultante del proceso de secado fue sometido a trituración en un molino Thomas Willey hasta obtener un polvo homogéneo transitable por un tamiz de 0.5 mm; se pesó 10 gramos del extracto en tres matraces ámbar de 250 mL, se le adicionaron 100 mL de diferentes disolventes, agua destilada polar, éter etílico apolar y etanol como solución intermedia, en función a la metodología estándar de tratamiento de metabolitos con diferente polaridad (Robledo *et al.*, 2024),

La extracción asistida se llevó a cabo en un baño ultrasónico Branson 3800, serie CPXH, expuesto a una frecuencia de 40 Hz y potencia de 110 W, en un periodo de tiempo de 60 minutos a 40°C, en concordancia con la metodología descrito por Pérez-Rodríguez (2019), una vez finalizado el tratamiento los extractos se filtraron con papel Whatman N°1, pesados en la balanza analítica Rad-Wag y almacenados en frascos ámbar a 4°C hasta el análisis.

Tamizaje fitoquímico.

El proceso de tamizaje se realizó bajo la metodología propuesta por Peña (2008), con la finalidad de identificar la presencia de metabolitos secundarios, los resultados de las pruebas independientes se registraron como presencia (+) o ausencia (-) según corresponde.

Identificación de Saponinas

Prueba de espuma

Para la determinación de saponinas de siguió la metodología sugerida por Aguilar (2024), en relación 1:9, se aplicó 1 ml de extracto en 9 ml de agua destilada en un tubo

de ensayo, se agitó durante aproximadamente 15 s y se dejó reposar por un lapso de 10 minutos, la formación de espuma estable >1 cm indica la presencia de saponinas.

Identificación de alcaloides

Para este ensayo se midió 1ml de extracto más dos gotas de reactivo Mayer sumado a 3 gotas de H2SO4 10% cuyo resultado en forma de precipitado cremoso advierte la presencia de alcaloides; 1ml de extracto más cinco gotas de reactivo Dragendorff y 3 gotas de H2SO4 10% cuyo resultado como precipitado en el espectro de color naranja-rojizo indica alcaloides y finalmente 1ml de extracto más 3 gotas de reactivo Wagner y 3 gotas de H2SO4 10% cuyo precipitado marrón indica alcaloides, (Ahmed et al., 2024; Donald et al., 2005)

Determinación de Flavonoides.

Prueba de Shinoda.

La aplicación de la prueba de Shinoda se realizó mediante la adición de 1ml de extracto más 1ml de HCL, sumado a cinta de magnesio y 1mL alcohol amílico, considerándose positiva si se registraba una coloración de matices rojo, morado, rosado o café.

El ensayo realizado para la identificación de flavonoides también consistió en la aplicación del método NaOH al 20%, se midió 1 ml de extracto y se le agregaron 3 gotas NaOH al 20%, las mezclas reposaron, la prueba ser registra como positiva dada la presencia de coloración, según lo descrito por Granja-Moreno (2019).

Taninos y compuestos fenólicos.

Con el objeto de indicar la presencia general de fenoles responsables de la actividad antimicrobiana, antioxidante y astringente se aplicaron dos pruebas de detección, la primera, mediante la adición de reactivo de FeCl3 al 1% en 1 mL de extracto, pretendiendo obtener dos parámetros de valoración tintura verde compuestos peracéticos o tintura azul compuestos derivados del ácido gálico.

De esta misma forma se aplicó la segunda prueba de detección mediante la agregación de reactivo de Acetato de Plomo al 10% en 1 ml de extracto más 5 gotas de (PB (CH3COO)2 al 10% respuesta- precipitado blanco.

Aminoácidos y azúcares reductores.

Aminoácidos:

Para la determinación de aminoácidos presentes se llevó a cabo pruebas cualitativas con Ninhidrina detectando aminoácidos péptidos y proteínas en la muestra, la prueba se ejecutó mediante una solución con 1ml de extracto más 1,5 ml de Ninhidrina al 2% llevadas a baño María hasta obtener un producto para evaluar el denominado púrpura de Ruhemann.

Azúcares reductores:

Por su parte la evaluación de azúcares reductores se ejecutó con reactivo Fehling A y B (1ml de cada reactivo) más 1ml de extracto llevados a baño María hasta la obtención de coloraciones de etiqueta (rojizas), en función a la metodología expresada por (Cobos *et al.*, 2017; Perez and González, 2024)

Los resultados obtenidos de las pruebas a las que los extractos fueron sometidos se desglosaron bajo la terminología de presencia (+) ausencia (-).

Extracción por agotamiento.

Se pesaron 20 g de hojas secas en dos matraces de 1L, se añadió 700 mL de agua destilada en cada uno de los recipientes, la mezcla fue sometida a una extracción por ultrasonido en un equipo de marca Branson modelo B1014, por 60 minutos expuestas a un calor constante de 40°C, en seguimiento a lo recomendable según Malpica-Acosta (2024), una vez obtenidos estos extractos se llevó a cabo el proceso de filtración el proceso de extracción se lo realizó hasta la obtención de un volumen total de 2 galones.

La concentración del extracto acuoso se realizó mediante el uso de una rota evaporadora marca Yamato modelo, BM100 a 40°C durante un lapso de 9 horas obteniendo un volumen final de 200ml.

Determinación de sólidos totales.

Se dispuso la colocación de cápsula de porcelanato en la cámara de secado a 105°C durante al menos 2 horas, una vez que el concentrado obtuvo la temperatura deseada fue desecada por 15 minutos adicionales registrando el peso vacío; se añadió 5ml del extracto concentrado a cada cápsula y el proceso de secado se repitió a la misma temperatura con una hora de variación, al finalizar el proceso de enfriamiento se pesaron las capsulas con el residuo seco, el peso del sólido, se determinó mediante el método gravimétrico en función a lo descrito por Bolchini (2025).

$$C[mg/mL]=\frac{1000((Ws+Ms)-Wov)}{V}$$

Donde:

C = concentración de la muestra (mg/mL)

Wc+Ms = peso del contenedor con la muestra

Wov = peso del contenedor vacío

V = volumen del disolvente

Los resultados se expresaron como media ± desviación estándar.

Diseño experimental.

Para el diseño experimental se usó el programa STATGRAPHICS CENTURION XIX aplicando ANOVA multifactorial de dos factores, la concentración del extracto vegetal y tipo de hongo fitopatógeno con una variable de respuesta, se verificaron los supuestos estadísticos: normalidad Shapiro-Wilk y homogeneidad de varianzas Levene. Los datos de inhibición fueron transformados mediante arcoseno para estabilizar varianzas; posteriormente, las comparaciones múltiples se realizaron mediante la prueba post-hoc de LSD ($p < 0,05$).

Cada tratamiento se realizó con tres réplicas biológicas independientes (n = 30 placas en total), las placas se dispusieron en incubadora bajo esquema de aleatorización

completa, sin bloqueos temporales, la variable de respuesta fue el diámetro de crecimiento micelar (mm) registrado a las 72 h de incubación.

Tabla 1 | Diseño experimental arrojados por STATGRAPHICS CENTURION.

FACTOR A	FACTOR B
Concentración E. Vegetal mg/ml	**Hongo Fitopatógeno**
80	*Moniliophthora roreri*
70	*Moniliophthora roreri*
50	*Moniliophthora roreri*
25	*Moniliophthora roreri*
15	*Moniliophthora roreri*
80	*Rhizopus stolonifer*
70	*Rhizopus stolonifer*
50	*Rhizopus stolonifer*
25	*Rhizopus stolonifer*
15	*Rhizopus stolonifer*

Leyenda: Relación entre la concentración del extracto vegetal (Factor A) y el tipo de hongo fitopatógeno (Factor B).

Preparación de extractos vegetales.

El análisis se llevó a cabo con la finalidad de evaluar el efecto de diferentes concentraciones de extracto, sobre el potencial de crecimiento de los hongos *Moniliophthora roreri* y *Rhizopus stolonifer*, utilizando la metodología adaptada de los estudios de (Aneja, 2003)y (Trivedi et al., 2010); en este sentido, se usó una muestra de extracto con 102 $mg{\cdot}mL^{-1}$ de sólidos totales, a partir del cual se calcularon los volúmenes necesarios para llegar a las concentraciones descritas en la **Tabla 1** para la preparación de 20ml de medio por placa, teniendo en cuenta la fórmula de volúmenes de extracto.

$$V\ extracto = \frac{C\ esperada\ x\ V\ total}{C\ stock}$$

$$V\ agua = 20\ mL - V\ extracto$$

donde V total corresponde a 20 mL por placa.

Ensayo antifúngico in vitro.

Se evaluó la actividad antifúngica frente a hongos fitopatógenos *Moniliophthora roreri* ATCC 42952 y *Rhizopus stolonifer* ATCC 6227a cepas que están conservadas en el laboratorio de microbiología de la universidad estatal amazónica mediante el método de incorporación en medio (Khadap *et al.*, 2024).

Se prepararon disoluciones del extracto y se incorporaron a PDA estéril en etapa de enfriamiento a 45°C previo a solidificación, cada placa fue inoculada con un disco de 5mm de micelio activo incubado a 25°C, se establecieron tres controles experimentales: un control negativo, constituido por PDA sin extracto; un control positivo, consistente en PDA envenenado con nistatina (100 µg·mL^{-1}, Sigma-Aldrich) como antifúngico de referencia; y un control de solvente, conformado por placas a las que se adicionaron volúmenes equivalentes de etanol y éter empleados en las preparaciones, con el fin de descartar posibles efectos inhibitorios atribuibles al vehículo. El medio PDA fue inoculado con discos de 5 mm de micelio activo y se incubó en oscuridad a 25 ± 2 °C y 75 ± 5% de humedad relativa en incubadora Binder. El crecimiento radial micelial se midió cada 24 h hasta completar 72 h de incubación, el porcentaje de inhibición se calculó con la fórmula propuesta por Vincent (1947)

$$\%I = \frac{C - T}{C} X\ 100$$

Donde:

%I = porcentaje de inhibición

C = crecimiento radial en control

T = crecimiento radial con tratamiento

En paralelo se evaluó la germinación y formación de esporas en portaobjetos tratos y sin tratar observados cada 24 horas.

Resultados y Discusión

Tabla 2 | Resultado de la identificación de metabolitos secundarios en función a las soluciones diferenciadas, acuoso, alcohólico y etéreo de *Mansoa alliacea*.

Mansoa alliacea sp.		**Extracto acuoso**	**Extracto alcohólico**	**Extracto etéreo**
Ensayos	**Metabolitos**		**Resultado**	
Saponinas	Triterpenoide o esteroidales	+	+++	-
Mayer	Alcaloides	+	-	-
Dragendorff	Alcaloides	+	-	-
Wagner	Alcaloides	+	-	-
Reacción con NAOH 20%	Flavonoides	-	+	+
Cloruro Férrico	Taninos	+	+	-
Acetato de Plomo 10%	Taninos	++	+	-
Ninhidrina	Aminoácidos libres o aminas	+++	+++	-
Fehling	Azucares Reductores	-	-	-

Leyenda: Resultado del tamizaje fitoquímico por duplicado del extracto de *Mansoa alliacea*; con los índices de evaluación presencia baja (+), Presencia media (++), Presencia alta (+++), Ausencia (-).

El perfil fitoquímico por duplicado de los extractos de *Mansoa alliacea* indicó una correlación representativa entre la presencia de metabolitos secundarios específicos y la respuesta de inhibición del crecimiento de hongos fitopatógenos; el análisis cualitativo posicionó al extracto acuoso como de mayor concentración de compuestos bioactivos, mostrando una remarcable reactividad para aminoácidos libres (+++); seguida de una presencia moderada de taninos (++) y flavonoides (+) (**Tabla 2)**, estos metabolitos son reconocidos por su rol en la inhibición del crecimiento de microorganismos patógenos en función a sus propiedades antioxidantes y antimicrobianas (Coyago-Cruz *et al.*, 2025); en función a lo mencionado por Kumari (2024) la notable eficacia del extracto acuoso, independientemente de su polaridad, expone la relevancia biocida de los metabolitos hidrosolubles, corrobora que los taninos hidrosolubles extraídos por el medio acuoso muestran una superioridad en cuanto a la actividad antifúngica, en contraste con los solventes mencionados, en especial el extracto etéreo, que por su característica apolar no favorece la solubilización de compuestos hidrofílicos como los taninos y flavonoides, no se evidenció la presencia de estos metabolitos secundarios en las pruebas de tamizaje fitoquímico.

Por su parte, el extracto alcohólico exhibió una concentración elevada de saponinas [+++] **(Tabla 2)**, compuestos glucosilados cuya actividad antifúngica se atribuye principalmente a su composición anfipática (Sakna *et al.*, 2023); en contraste, el extracto etéreo no mostró resultados relevantes en la detección de metabolitos; en conjunto, estos hallazgos indican que la presencia de saponinas**,** flavonoides, taninos y aminoácidos en los extractos acuoso y alcohólico de *Mansoa alliacea* probablemente deriva de su capacidad para inhibir el desarrollo de hongos fitopatógenos, posicionando a esta especie como una alternativa prometedora para el control biológico de enfermedades agrícolas (Rodríguez et al., 2000).

Cabe mencionar que, en este estudio, los resultados de la prueba de Fehling indicaron ausencia de azúcares reductores en los extractos evaluados.

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-003-2026
Tipo de artículo: Investigación

Tabla 3 | Resultados obtenidos del crecimiento micelar de los hongos fitopatógenos.

Concentración E. Vegetal mg/ml	Hongo Fitopatógeno	Diámetro de crecimiento mm	Porcentaje de inhibición (%)
80	*Moniliophthora roreri*	$0,0 \pm 0,00_a$	$100 \pm 0,00_a$
70	*Moniliophthora roreri*	$0,0 \pm 0,00_a$	$100 \pm 0,00_a$
50	*Moniliophthora roreri*	$7,3 \pm 0,04_b$	$91,88 \pm 0,04_b$
25	*Moniliophthora roreri*	$11,6 \pm 0,03_c$	$87,11 \pm 0,03_c$
15	*Moniliophthora roreri*	$16,6 \pm 0,05_d$	$81,55 \pm 0,05_d$
80	*Rhizopus stolonifer*	$9,0 \pm 0,05_d$	$90 \pm 0,05_d$
70	*Rhizopus stolonifer*	$13,6 \pm 0,04_b$	$84,88 \pm 0,04_b$
50	*Rhizopus stolonifer*	$20 \pm 0,05_d$	$77,77 \pm 0,05_d$
25	*Rhizopus stolonifer*	$26,3 \pm 0,03_c$	$70,77 \pm 0,03_c$
15	*Rhizopus stolonifer*	$44 \pm 0,03_c$	$51,11 \pm 0,03_c$
Control + (Nistatina 10000UL)	*Moniliophthora roreri*	$0 \pm 0,00_a$	$100 \pm 0,00_a$

Control + (Nistatina 10000UL)	*Rhizopus stolonifer*	$0\pm0,00_a$	$100\pm0,00_a$
Control – PDA (sin envenenar)	*Moniliophthora roreri*	$90\pm0,00_a$	$0\pm0,00_a$
Control - (sin envenenar)	*Rhizopus stolonifer*	$90\pm0,00_a$	$0\pm0,00_a$

Leyenda: Diámetro de crecimiento micelar (mm ± DE) tras 5 días de incubación; y cálculo de porcentaje de inhibición (% ± DE)

La tabla muestra los resultados de la evaluación del potencial antifúngico de los extractos de *Mansoa alliacea* frente a dos hongos fitopatógenos de importancia agrícola a los 5 días de incubación: *Moniliophthora roreri y Rhizopus stolonifer* (**Tabla 3)**, evaluando el efecto de diferentes concentraciones del extracto sobre el diámetro de crecimiento de las colonias; los resultados sugieren que para *Moniliophthora roreri*, las concentraciones más altas en rangos de entre 80 y 70 mg/ml inhiben completamente el crecimiento fúngico, obteniendo un diámetro de 0 mm, lo que demuestra un efecto antifúngico total.

Estos resultados indican de acuerdo con lo estudiado por Bleackley (2017) que la significativa actividad inhibitoria se puede atribuir a una acción sinérgica o aditiva entre los diversos grupos de metabolitos descritos, el autor enfatiza en que la presencia de taninos, flavonoides y saponinas se considera un mecanismo de acción integral.

Esto se complementa con lo analizado porHosee (2025), que menciona que las saponinas constituyen un grupo primario que actúa como desestabilizador de las membranas celulares mientras que los otros compuestos como alcaloides, taninos, aminoácidos y flavonoides atacan sistemas enzimáticos esenciales y procesos redox intracelulares, lo que sugiere que la presencia de los compuestos obtenidos en el tamizaje fitoquímico **(Tabla 2)** casi siempre se dan en bloque.

Esta actividad también garantiza la reducción de oportunidades para los patógenos de desarrollar resistencia, lo que según Rongai (2015) otorga una ventaja significativa sobre los antifúngicos sintéticos de modo de acción único.

A medida que la concentración disminuye, la inhibición se reduce progresivamente: a 50 mg/ml el crecimiento alcanza 7,3 mm, a 25 mg/ml aumenta a 11,6 mm y con la menor concentración de 15 mg/ml el crecimiento llega a 16,6 mm, mostrando una correlación directa entre la dosis del extracto y la efectividad antifúngica, por su parte, *Rhizopus stolonifer*, indica paralelamente una inhibición significativa, aunque menor que en *Moniliophthora roreri*; a 80 mg/ml, el diámetro de crecimiento es de 9 mm, a 70 mg/ml es de 13,6 mm, a 50 mg/ml aumenta a 20 mm, con 25 mg/ml llega a 26,3 mm y en la concentración más baja de 15 mg/ml el crecimiento alcanza 44 mm, casi sin inhibición.

Estos resultados indican que el extracto de *Mansoa alliacea* tiene un alto potencial antifúngico, siendo más eficaz contra *Moniliophthora roreri* que contra *Rhizopus stolonifer*, y que la efectividad está directamente relacionada con la concentración utilizada. En concordancia con lo descrito por Chacón et al (2021) en cuyo ensayo de alimentos envenenados, se observó que las concentraciones más altas del aceite esencial incrementaron significativamente la inhibición del crecimiento micelial de los hongos fitopatógenos *Fusarium oxysporum* y *Fusarium equiseti*. confirmando que el porcentaje de inhibición depende de la concentración utilizada.

Estos datos a su vez se alinean con lo descrito por Pérez (2002) que menciona que la actividad antifúngica de los extractos de *Mansoa Alliacea* se respaldan por las propiedades biocidas propias de algunos metabolitos secundarios presentes en esta especie, la marcada inhibición del crecimiento del micelio exhibió una dependencia directamente proporcional con la concentración del extracto tal y como menciona dos Reis Venturoso (2011), este fenómeno de respuesta es característico de los agentes antifúngicos botánicos; este comportamiento denominado dosis-respuesta es considerado como una parte diferencial de los compuestos bioactivos propios de materia vegetal.

En concordancia con Akullo (2023) esta particular característica concede eficacia a la inhibición, este comportamiento sugiere que la acción no es meramente física, sino que implica una interacción bioquímica específica y saturable entre los metabolitos activos y las dianas celulares en los hongos.

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-003-2026
Tipo de artículo: Investigación

Tabla 4 | Análisis de varianza ANOVA

Fuente	Suma Cuadrados	De Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos Principales					
Concentración E. Vegetal	2578,47	4	644,617	666,84	0,0000
Hongo Fitopatógeno	1794,13	1	1794,13	1856,00	0,0000
Interacciones					
Ab	291,533	4	72,8833	75,40	0,0000
Residuos	19,3333	20	0,966667		
Total (Corregido)	4683,47	29			

Leyenda: ANOVA de dos factores con interacción para la variable de respuesta: diámetro de crecimiento micelar

La tabla 4 muestra los parámetros del análisis de varianza (ANOVA) realizado para evaluar el efecto de los extractos de *Mansoa alliacea* sobre el crecimiento de los hongos fitopatógenos *Moniliophthora roreri* y *Rhizopus stolonifer*; los resultados indican que tanto la concentración del extracto vegetal como el tipo de hongo fitopatógeno tienen efectos altamente significativos en la inhibición del crecimiento, ya que los valores de p para ambos factores son 0,0000, muy inferiores al nivel de significancia habitual $p < 0,05$, este umbral inferior indica que la probabilidad de que los resultados observados se deban únicamente al azar son incluso menores al parámetro de control porcentual 5%, por lo que la hipótesis nula se rechaza y el modelo cumple con las características de robustez necesarias (Rodríguez et al., 2000)

Para el factor A: concentración del extracto vegetal, la razón-F es de 666,84, lo que evidencia que el aumento en la concentración genera un efecto directo y altamente significativo, sobre la reducción del diámetro de crecimiento de los hongos; por su parte el factor B: tipo de hongo fitopatógeno, la razón-F de 1856,00 demuestra que existe una diferencia estadísticamente importante en la respuesta de los dos hongos al tratamiento, siendo *Moniliophthora roreri* más sensible que *Rhizopus stolonifer*, como se

observó en la **tabla 3** de inhibición. Además, la interacción entre ambos factores **(AB)** también resulta significativa, con un valor de p = 0,0000 y una razón-F de 75,40, lo que indica que el efecto inhibitorio del extracto depende de la combinación entre la concentración utilizada y el tipo de hongo evaluado. Esto confirma que la eficacia antifúngica de *Mansoa alliacea* es dosis-dependiente y que su impacto varía según la especie fúngica, siendo más efectivo frente a *Moniliophthora roreri* en concentraciones altas.

Con el propósito de identificar diferencias específicas entre las concentraciones evaluadas, se aplicó la prueba post-hoc de LSD (p < 0,05); los resultados de las comparaciones múltiples se presentan en las **Tablas 5, 6 y 7**, que detallan las medias de crecimiento obtenidas para cada concentración, los grupos homogéneos formados y los contrastes estadísticos entre tratamientos.

Tabla 5 | Comparaciones múltiples de LSD para el diámetro de crecimiento por concentración del extracto vegetal.

Concentración E. vegetal (mg/mL)	Casos	Media ± DE (mm)	Sigma LS
80	6	4,5 ± 0,40	0,401
70	6	6,83 ± 0,40	0,401
50	6	13,66 ± 0,40	0,401
25	6	19,0 ± 0,40	0,401
15	6	30,33 ± 0,40	0,401

Leyenda: Medias del diámetro de crecimiento micelar (mm ± DE) obtenidas a partir de la prueba post-hoc de LSD (p < 0,05).

Tabla 6 | Grupos homogéneos de LSD para las concentraciones evaluadas.

Concentración vegetal (mg/mL)	E.	Grupo homogéneo
80		A
70		B
50		C
25		D
15		E

Leyenda: Grupos homogéneos definidos por la prueba post-hoc de LSD ($p < 0,05$).

Tabla 7 | Contrastes múltiples de LSD para las concentraciones evaluadas.

Contraste	Diferencia	± Límite	Significancia
15 – 25	11,33	1,18	*
15 – 50	16,66	1,18	*
15 – 70	23,5	1,18	*
15 – 80	25,83	1,18	*
25 – 50	5,33	1,18	*
25 – 70	12,16	1,18	*
25 – 80	14,5	1,18	*
50 – 70	6,83	1,18	*
50 – 80	9,16	1,18	*
70 – 80	2,33	1,18	*

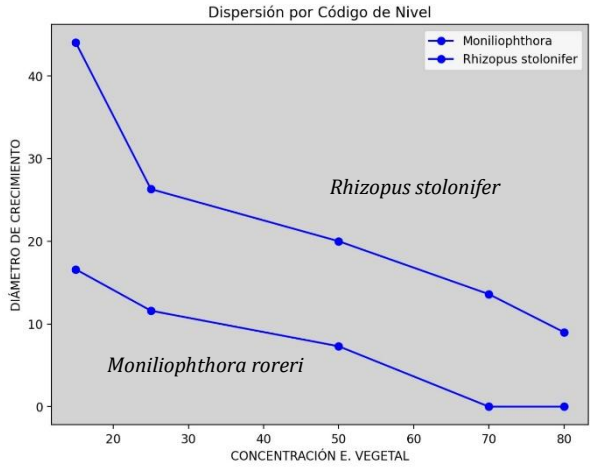
Leyenda: Contrastes entre concentraciones del extracto. "*" indica diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$).

El análisis de comparaciones múltiples mediante la prueba post-hoc de LSD ($p < 0,05$) mostró diferencias significativas entre todas las concentraciones evaluadas (Tablas 5, 6 y 7). El tratamiento con 80 mg/mL presentó el menor diámetro de crecimiento (4,5 ± 0,40 mm), clasificándose en el grupo A, mientras que la concentración de 15 mg/mL alcanzó el mayor crecimiento (30,3 ± 0,40 mm), agrupada en la categoría E. Este comportamiento confirma que la inhibición del hongo es dependiente de la concentración del extracto vegetal, con un efecto dosis–respuesta claramente definida.

La aplicación de la prueba post-hoc de LSD ($p < 0,05$) permitió confirmar diferencias significativas entre todas las concentraciones evaluadas, evidenciando con claridad un efecto dosis–respuesta en la inhibición del crecimiento micelial, a pesar de que la literatura referenciada durante el desarrollo de la investigación se respalda con modelos estadísticos diferentes, los patrones descritos coinciden con los hallazgos; Sudirga, et al, (2019) demostró que extractos foliares de *Mansoa alliacea* inhibieron completamente a *Colletotrichum acutatum* en dosis altas, mientras que concentraciones menores produjeron reducciones parciales, de manera similar, Chacón et al., (2021) documentó que las concentraciones más elevadas de aceite esencial de *Piper auritum* incrementaron significativamente la inhibición de *Fusarium oxysporum* y *Fusarium equiseti*, confirmando que la eficacia antifúngica depende de la dosis aplicada.

Los resultados obtenidos en las **Tablas 5, 6 y 7** evidencian que la inhibición del crecimiento micelar es dependiente de la concentración del extracto vegetal, observándose un patrón claro de respuesta dosis–dependiente, la **Figura 2** muestra el análisis de dispersión de las concentraciones evaluadas.

Figura 2 | Análisis de dispersión



Leyenda: Dispersión del diámetro de crecimiento micelial de *Moniliophthora roreri* y *Rhizopus stolonifer* en función de la concentración del extracto.

El análisis de dispersión reveló que el aumento en la concentración del extracto de *Mansoa alliacea* (mg/mL) se asoció con una reducción progresiva en el diámetro de crecimiento de los hongos fitopatógenos evaluados (mm). A bajas concentraciones (15–25 mg/mL), se observaron diámetros superiores a 20 mm, mientras que a partir de 50

mg/ml se evidenció una disminución significativa ($p < 0,05$). En concentraciones más altas (70–80 mg/ml), se registró una inhibición casi total del crecimiento. Estos resultados se alinean con lo descrito por Sudirga et al, (2019), su estudio revela que el extracto crudo de *Mansoa alliacea* tiene una fuerte actividad antifúngica contra *Colletotrichum acutatum*. La concentración mínima inhibitoria (CMI) fue de 0.7% (p/v), y el extracto logró reducir significativamente el crecimiento radial de la colonia, la formación y germinación de esporas, así como la biomasa fúngica; los porcentajes de inhibición fueron bastante altos, alcanzando hasta 81.11% en crecimiento radial, 100% en esporas, y 91.86% en biomasa, demostrando su potencial como un agente natural efectivo contra esta plaga del pimiento.

Al comparar entre especies, *Moniliophthora roreri* mostró la mayor sensibilidad, alcanzando inhibiciones cercanas al 100% en las concentraciones más elevadas. En contraste, *Rhizopus stolonifer* presentó menor susceptibilidad, manteniendo diámetros de crecimiento residuales incluso a 80 mg/ml. Estos hallazgos confirman un efecto antifúngico dosis-dependiente del extracto, con eficacia diferencial según el hongo evaluado

Los resultados de este estudio revelan que los extractos de *Mansoa alliacea* poseen efecto antifúngico dependiente de la concentración, siendo *Moniliophthora roreri* más susceptible que *Rhizopus stolonifer*; la inhibición total del crecimiento micelial de *Moniliophthora roreri* se logró entre 70-80 mg/mL, concentración que corresponde a la CMI para este fitopatógeno; por el contrario, *Rhizopus stolonifer* presentó crecimiento residual incluso a la máxima concentración evaluada (80 mg/mL), lo que sugiere que su CFM es superior a esta; esta respuesta diferencial coincide con lo informado para otras especies de Bignoniaceae en seguimiento a lo analizado por (Apud *et al.*, 2020) , en cuya investigación se evidenció que el efecto antifúngico es dependiente de la especie fúngica diana, lo que puede atribuirse a diferencias en la composición de la pared celular y membranas.

La actividad antifúngica hallada podría deberse a la acción sinérgica de metabolitos identificados en el análisis fitoquímico, como las saponinas, agentes membranolíticos que alteran la membrana celular fúngica al interactuar con esteroles, aumentando su

permeabilidad y causando lisis celular (Jiang *et al.*, 2024), además de acuerdo con Muni Raja et al., (2021) los taninos, que se unen a proteínas y enzimas esenciales, combustionado iones metálicos e interrumpiendo procesos metabólicos.

Por su parte, los flavonoides inhiben el crecimiento fúngico a través de diversos mecanismos, como intercalación en membranas, inhibición bioquímica y alteración de la cadena de transporte de electrones (Aboody et al., 2020) de manera resumida, la presencia de estas clases de compuestos en conjunto sugiere un efecto sinérgico, una propiedad beneficiosa de los antifúngicos vegetales, ya que al tener múltiples blancos es menos probable que generen resistencia en comparación con fungicidas de sitio único.

Conclusiones

El extracto de *Mansoa alliacea* mostró una actividad antifúngica destacada frente a los hongos fitopatógenos evaluados, evidenciándose una relación clara de dependencia con la concentración. A medida que la dosis del extracto se incrementó, también lo hizo el nivel de inhibición, lo que confirma un efecto dosis-respuesta sobre el crecimiento micelial.

En el caso de *Moniliophthora roreri*, se observó la mayor susceptibilidad, ya que ciertas concentraciones del extracto lograron una inhibición total del crecimiento, con halos de 0 mm. Incluso a bajas concentraciones, la actividad antifúngica se mantuvo significativa, lo que demuestra la consistencia del efecto inhibitorio. Por el contrario, *Rhizopus stolonifer* presentó una mayor resistencia, requiriendo dosis más elevadas para alcanzar inhibiciones considerables; sin embargo, la tendencia dosis-dependiente se mantuvo, lo que reafirma la eficacia general del extracto.

La potente actividad antifúngica registrada puede atribuirse a la presencia de metabolitos secundarios bioactivos en *Mansoa alliacea*, entre los que destacan saponinas, flavonoides, taninos y aminoácidos libres. Estos compuestos, identificados mediante el perfil fitoquímico, son conocidos por su capacidad de interferir en los procesos de crecimiento y desarrollo fúngico, lo que explicaría los resultados obtenidos.

En conjunto, estos hallazgos posicionan a *Mansoa alliacea* como una fuente prometedora de compuestos naturales con potencial aplicación en el diseño de biocontroladores para el manejo sostenible de enfermedades fúngicas en la agricultura, contribuyendo a la búsqueda de alternativas ecológicas a los fungicidas sintéticos.

No obstante, los hallazgos de este estudio deben interpretarse considerando sus limitaciones inherentes. La investigación se circunscribió a dos cepas de referencia bajo condiciones de laboratorio controladas, donde la homogeneidad del medio de cultivo, la temperatura y la humedad permanecen estables; sin embargo, en escenarios agrícolas reales, factores bióticos y abióticos, como la interacción con otros microorganismos, la variabilidad climática y la disponibilidad de nutrientes, pueden modificar la eficacia antifúngica del extracto.

La ausencia de validaciones en microcosmos, invernadero o campo, así como de pruebas de toxicidad sobre organismos no blanco, limita una evaluación integral del perfil de seguridad y del verdadero potencial del extracto como biocontrolador, por esta razón, aunque el ANOVA multifactorial y la prueba post-hoc de LSD refuerzan la validez de las diferencias observadas en condiciones controladas, la extrapolación de estos resultados a campo requiere validación adicional mediante estudios complementarios *in situ*.

Para transitar del descubrimiento a la aplicación, futuras investigaciones deben priorizar una caracterización química más profunda, se recomienda implementar un protocolo de biofraccionamiento guiado por actividad antifúngica, utilizando técnicas analíticas avanzadas como LC-MS/MS o GC-MS, para aislar e identificar inequívocamente los principios activos responsables del efecto observado, de esta misma manera, es crucial evaluar la estabilidad de los metabolitos frente a la radiación UV, variaciones de pH y temperatura, ya que su degradación podría comprometer la eficacia en campo.

La evaluación de fitotoxicidad en cultivos objetivo es un requisito indispensable para descartar efectos fitodepresores, en este mismo sentido, los ensayos de toxicidad aguda y crónica sobre organismos no blanco son fundamentales para garantizar la sostenibilidad ambiental del producto, la validación de la eficacia en condiciones de campo controladas, junto con un análisis costo-beneficio que compare su desempeño y rentabilidad frente a fungicidas sintéticos convencionales, será determinante para

establecer la viabilidad real de estos extractos dentro de estrategias de manejo integrado.

Agradecimientos

Reconocimiento a instituciones, proyectos o personas que apoyaron la elaboración del manuscrito.

Declaraciones

Indicar aspectos éticos, conflictos de interés, financiamiento recibido y uso de herramientas como inteligencia artificial, cuando aplique.

Referencias

Aboody, M.S. Al and Mickymaray, S. (2020) "Anti-Fungal Efficacy and Mechanisms of Flavonoids," Antibiotics, 9(2), p. 45. Available at: https://doi.org/10.3390/ANTIBIOTICS9020045.

Agrios, G.N. (2003) "DISEASES | Plant Pathology, Principles," Encyclopedia of Applied Plant Sciences, pp. 203–212. Available at: https://doi.org/10.1016/B0-12-227050-9/00143-5.

Aguilar, J. (2024) "Contenido de saponinas totales en diez variedades de Chenopodium quinoa.," Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga Facultad De Ciencias De La Salud Escuela Profesional De Farmacia Y Bioquímica, 1, pp. 1–96.

Akullo, J.O. et al. (2023) "Phytochemical profile and antioxidant activity of various solvent extracts of two varieties of ginger and garlic," Heliyon, 9(8), p. e18806. Available at: https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2023.E18806.

Apud, G.R. et al. (2020) "Antifungal activity of Bignoniaceae plants on Aspergillus carbonarius and Aspergillus niger," Natural product research, 34(18), pp. 2656–2659. Available at: https://doi.org/10.1080/14786419.2018.1548453.

Bleackley, M. et al. (2017) "Synergistic Activity between Two Antifungal Proteins, the Plant Defensin NaD1 and the Bovine Pancreatic Trypsin Inhibitor," mSphere, 2(5), pp. e00390-17. Available at: https://doi.org/10.1128/MSPHERE.00390-17.

Bolchini, S. et al. (2025) "Assessing antioxidant properties of Maillard reaction products: methods and potential applications as food preservatives," European Food Research and Technology [Preprint]. Available at: https://doi.org/10.1007/S00217-025-04770-6.

Caicedo, C. and Díaz, A. (2019) "Primer Simposio Internacional Innovaciones Tecnológicas para Fortalecer la Cadena de Cacao en la," in. La Joya de los Sachas, Ecuador, pp. 1–60. Available at: 978-9942-38-269-6 (Accessed: June 29, 2025).

Carranza-Patiño, M. et al. (2023) "Uso de los pesticidas y su efecto en el cultivo de Zea mays: Una revisión de la literatura," Código Científico Revista de Investigación, 4(E2), pp. 1258–1286. Available at: https://doi.org/10.55813/GAEA/CCRI/V4/NE2/219.

Chacón, C. et al. (2021) "In Vitro Antifungal Activity and Chemical Composition of Piper auritum Kunth Essential Oil against Fusarium oxysporum and Fusarium equiseti," Agronomy 2021, Vol. 11, Page 1098, 11(6), p. 1098. Available at: https://doi.org/10.3390/AGRONOMY11061098.

Cobos, D. et al. (2017) "¿Es posible determinar azúcares reductores en vinos por el método Fehling Causse Bonnans, sin utilizar acetato neutro de plomo?," Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo, 49(1), pp. 197–204. Available at: https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-86652017000100018&lng=es&nrm=iso&tlng=es (Accessed: August 17, 2025).

Coyago-Cruz, E. et al. (2025) "Bioactive Compounds, Antioxidant, and Antimicrobial Activity of Seeds and Mucilage of Non-Traditional Cocoas," Antioxidants 2025, Vol. 14, Page 299, 14(3), p. 299. Available at: https://doi.org/10.3390/ANTIOX14030299.

Diaz, N. (2009) "Interacciones moleculares entre plantas y microorganismos: saponinas como defensas químicas de las plantas y su tolerancia a los microorganismos," Revista de Estudios Transdisciplinarios, 1, pp. 33–55. Available at: https://www.redalyc.org/pdf/1792/179214945004.pdf (Accessed: June 29, 2025).

Domingo, D. and López-Brea, M. (2003) Revisión Plantas con acción antimicrobiana, Diciembre. Prous Science, S.A.-Sociedad Española de Quimioterapia.

Govas Llamocca, J.E. et al. (2018) "Esteroles presentes en el extracto apolar de las raíces de ajo sacha Mansoa alliacea," Revista de la Sociedad Química del Perú, 84(4), pp. 513–521. Available at: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2018000400011&lng=es&nrm=iso&tlng=es (Accessed: June 18, 2025).

Granja Moreno, S.C. (2019) "Síntesis de nanopartículas de plata utilizando como agente reductor los flavonoides, polifenoles y azúcares reductores presentes en el extracto acuoso de las hojas de

Baccharis latifolia (Chilca),” PUCE - Quito. Available at: https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/20906 (Accessed: August 17, 2025).

Hidalgo Núñez, D.R. and Chafla, L. (2018) “‘Evaluación de la actividad antioxidante y antimicrobiana del ajo sacha Mansoa ALLIACEA (lAM) A. H. GENTRY y su uso potencial en la conservación de la carne de pollo.’” Available at: https://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/1062 (Accessed: June 29, 2025).

Hosee, Y., Farhan, M. and Shaban, S. (2025) “The Potential of Medicinal Plants in Antifungal Drug Development: Mechanisms, Synergies, and Future Directions,” Journal of Mycology and Infection, 30(1), pp. 1–17. Available at: https://doi.org/10.17966/JMI.2025.30.1.1.

Jiang, M. et al. (2024) “Recent advances in the anti-tumor activities of saponins through cholesterol regulation,” Frontiers in Pharmacology, 15, p. 1469392. Available at: https://doi.org/10.3389/FPHAR.2024.1469392/FULL.

Khadap, G.G. et al. (2024) “In vitro efficacy of fungicides, bio-agents and phyto-extracts against Colletotrichum truncatum,” International Journal of Advanced Biochemistry Research, pp. 29–33. Available at: https://doi.org/10.33545/26174693.2024.v8.i12Sa.3063.

Kumar, A. et al. (2023) “Major Phytochemicals: Recent Advances in Health Benefits and Extraction Method,” Molecules. Available at: https://doi.org/10.3390/molecules28020887.

Kumari, K. et al. (2024) “Influence of Solvent Polarity on Phytochemicals, Antioxidants, and Antimicrobial Properties of Delphinium denudatum: A Medicinal Herb from Sainj Valley, Himachal Pradesh, India,” Bioactivities, 2(1), pp. 30–40. Available at: https://doi.org/10.47352/BIOACTIVITIES.2963-654X.214.

Malpica-Acosta, S.B. et al. (2024) “Efecto de tres métodos de extracción en el rendimiento, actividad antioxidante, fenoles totales y estabilidad de extractos de hojas de Plectranthus amboinicus,” CienciaUAT, 18(2), pp. 91–106. Available at: https://doi.org/10.29059/CIENCIAUAT.V18I2.1797.

Muni Raja Lakshmi, K., Kiran, M. and Sai Prasanna, K. (2021) “A Review on Natural Plants for Phytochemical Constituents and Pharmacological Activities,” Journal of Drug Delivery and Therapeutics, 11(2). Available at: https://doi.org/10.22270/jddt.v11i2.4593.

Peña Núñez, B. del R. et al. (2008) “Estandarización y tamizaje fitoquímico de extractos de frutos de Punica granatum L.,” Revista Cubana de Plantas Medicinales, 13(4), pp. 0–0. Available at: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962008000400014&lng=es&nrm=iso&tlng=es (Accessed: September 2, 2025).

Peralta, J.T. et al. (2025) "Evaluación in vitro del antagonismo de cepas de Trichoderma contra hongos fitopatógenos foliares del cultivo de banano (Musa spp.)," Agroindustrial Science, 15(2), pp. 143–153. Available at: https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2025.02.06.

Pérez, D. (2002) "Etnobotánica Medicinal Y Biocidas Para Malaria En La Región Ucayali," Folia Amazónica, 13(1–2), pp. 87–108. Available at: https://doi.org/10.24841/FA.V13I1-2.136.

Perez, J. and González, F. (2024) "La Determinación de los Aminoácidos Totales en Té." Available at: https://digibuo.uniovi.es/dspace/handle/10651/74061 (Accessed: August 17, 2025).

dos Reis Venturoso, L.R. et al. (2011) "Atividade antifúngica de extratos vegetais sobre o desenvolvimento de fitopatógenos," Summa Phytopathologica, 37(1), pp. 18–23. Available at: https://doi.org/10.1590/S0100-54052011000100003.

Robledo, V.R. et al. (2024) "Estudio Del Efecto Matriz Para La Determinación De Analitos Con Diferente Grado De Polaridad En Muestras Biológicas Complejas Mediante Lc-Ms/Ms," Actualidad Analítica, pp. 21–28. Available at: https://doi.org/10.69856/AA.2024.519422.

Rodríguez, A.T. et al. (2000) "Efecto De Extractos Vegetales Sobre El Crecimiento In Vitro De Hongos Fitopatógenos," Cultivos Tropicales, 21(2), pp. 79–82.

Rodríguez, A.T. et al. (2000b) "EFECTO DE EXTRACTOS VEGETALES SOBRE EL CRECIMIENTO In Vitro DE HONGOS FITOPATÓGENOS," Cultivos Tropicales, 21(2), pp. 79–82.

Rongai, D. et al. (2015) "Antifungal activity of some botanical extracts on Fusarium oxysporum," Open Life Sciences, 10(1), pp. 409–416. Available at: https://doi.org/10.1515/BIOL-2015-0040.

Sakna, S.T. et al. (2023) "Phytochemical diversity and pharmacological effects of triterpenes from genus Ziziphus: a comprehensive review," Phytochemistry Reviews, 22(6), pp. 1611–1636. Available at: https://doi.org/10.1007/S11101-022-09835-Y/FIGURES/6.

Sudirga, S.K., Ketut Ginantra, I. and Darmayasa, I.B.G. (2019) "Antifungal activity of leaf extract of Mansoa alliacea against Colletotrichum acutatum the cause of anthracnose disease on chili pepper," in IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Available at: https://doi.org/10.1088/1755-1315/347/1/012058.

Vanessa Pérez Rodríguez, C. et al. (2019) "Efecto del tiempo de exposición al ultrasonido y la temperatura en las propiedades fisicoquímicas, contenido de vitamina C y recuento de mohos y levaduras del mesocarpio de 'zarzamora' Rubus floribundus Kunth (Rosaceae)," Arnaldoa, 26(1), pp. 297–304. Available at: https://doi.org/10.22497/ARNALDOA.261.26113.

Velázquez-Del Valle, M., Bautista-Baños, S. and Hernández-Lauzardo, A. (2007) Revista Mexicana de Fitopatología . Estrategias de Control de Rhizopus stolonifer Ehrenb. (Ex Fr.) Lind, Agente Causal de Pudriciones Postcosecha en Productos Agrícolas.

Vincent, J.M. (1947) "Distortion of fungal hyphæ in the presence of certain inhibitors [20]," Nature, 159(4051), p. 850. Available at: https://doi.org/10.1038/159850B0

Walag, A.M.P. et al. (2017) "Initial phytochemical screening of the different parts of Mansoa alliacea L. (Garlic Vine)," International Journal of Biosciences, 11(3). Available at: https://doi.org/10.12692/ijb/11.3.227-231.

HORIZONTES AMAZÓNICOS
Pastaza Unida & Solidaria
ID Documento: HA-V2-N1-007
Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

Caracterización de la biodiversidad de fauna en el bioparque Yanacocha

Characterization of Faunal Biodiversity in Yanacocha Biopark

Flores Pérez Iarleicy Emely
Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

Naula López Wilmer Fabian
Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

Shiguango Licuy Nixon Daniel
Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

Caiza López Daysi Lorena
Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

Resumen

La pérdida de biodiversidad y el tráfico ilegal de fauna silvestre constituyen amenazas críticas para los ecosistemas amazónicos del Ecuador, donde los centros de rescate representan espacios clave para la atención, documentación y conservación de especies afectadas por actividades humanas. El presente estudio tuvo como objetivo caracterizar la biodiversidad de fauna silvestre del Bioparque Yanacocha, ubicado en el kilómetro 3,5 de la vía Puyo–Tena, provincia de Pastaza, Ecuador, mediante el registro sistemático de especies, el análisis de índices de diversidad y la identificación de las principales causas de ingreso de los individuos al centro. Se realizaron cuatro visitas semanales de observación directa durante enero de 2026, complementadas con una entrevista semiestructurada al propietario del bioparque. Se registraron 48 especies en cinco grupos taxonómicos: mamíferos (20 spp., 41,67%), aves (15 spp., 31,25%), reptiles (7 spp., 14,58%), peces (5 spp., 10,42%) y anfibios (3 spp., 6,25%). Los índices calculados indicaron alta diversidad (H' = 3,75), baja dominancia (d = 0,22) y distribución equitativa entre grupos (J' = 0,97). El tráfico ilegal constituyó la principal causa de ingreso (57,78%), seguido del rescate por lesión o vulnerabilidad (28,89%) y la tenencia doméstica ilegal (13,33%). Los resultados evidencian que el Bioparque Yanacocha cumple un papel relevante en la atención ética de fauna afectada y en la educación ambiental, aunque su contribución directa a la conservación poblacional es limitada, lo que refuerza la necesidad de fortalecer los marcos regulatorios y los sistemas de registro sistemático en centros de rescate de la Amazonia ecuatoriana.

Palabras clave: biodiversidad; fauna silvestre; tráfico ilegal; centro de rescate; conservación; Amazonia ecuatoriana

Recibido: 19-03-2026 **Aceptado:** 20-03-2026 **Publicado:** 22-03-2026

ID Documento: HA-V2-N1-007

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

Abstract

Biodiversity loss and illegal wildlife trafficking are critical threats to Ecuadorian Amazonian ecosystems, where rescue centers represent key spaces for the care, documentation, and conservation of species affected by human activities. This study aimed to characterize the wildlife biodiversity of Bioparque Yanacocha, located at kilometer 3.5 of the Puyo–Tena road, Pastaza Province, Ecuador, through systematic species recording, diversity index analysis, and identification of the main causes of animal admission to the center. Four weekly direct observation visits were conducted during January 2026, supplemented by a semi-structured interview with the biopark owner. A total of 48 species were recorded across five taxonomic groups: mammals (20 spp., 41.67%), birds (15 spp., 31.25%), reptiles (7 spp., 14.58%), fish (5 spp., 10.42%), and amphibians (3 spp., 6.25%). Calculated indices indicated high diversity (H' = 3.75), low dominance (d = 0.22), and equitable distribution among groups (J' = 0.97). Illegal trafficking was the leading cause of admission (57.78%), followed by rescue due to injury or vulnerability (28.89%) and illegal domestic ownership (13.33%). The results demonstrate that Bioparque Yanacocha plays a relevant role in the ethical care of affected wildlife and in environmental education, although its direct contribution to population-level conservation remains limited, underscoring the need to strengthen regulatory frameworks and systematic recording systems in rescue centers across the Ecuadorian Amazon.

Key Words: biodiversity; wildlife; illegal trafficking; rescue center; conservation; Ecuadorian Amazon

Introducción

La pérdida de biodiversidad constituye uno de los problemas ambientales más críticos a nivel mundial, evidenciado por el incremento sostenido en las tasas de extinción de

especies en distintos grupos taxonómicos. Diversos estudios indican que este fenómeno ocurre a un ritmo alarmante y se ve agravado por la distribución desigual de los recursos destinados a la conservación, lo que limita la implementación de estrategias eficaces para proteger la diversidad biológica global (Guénard et al., 2025).

Esta problemática genera importantes desequilibrios en los esfuerzos de conservación, ya que muchos programas se concentran en un número reducido de especies carismáticas o ampliamente estudiadas. En contraste, numerosos taxones altamente amenazados, especialmente aquellos de menor tamaño o menor visibilidad científica, reciben escaso apoyo para su estudio y protección. Esta situación evidencia la necesidad de ampliar la evaluación del riesgo de extinción y fortalecer los esfuerzos de investigación y monitoreo sobre grupos biológicos poco estudiados (Kleemann et al., 2022).

Frente a este escenario, diversas investigaciones han demostrado que las acciones de conservación dirigidas pueden revertir el declive poblacional de especies amenazadas cuando se aplican de manera oportuna y basada en evidencia científica. Estas intervenciones específicas han mostrado ser más efectivas que las medidas generales de manejo, resaltando la importancia de contar con información detallada sobre la biodiversidad local para orientar adecuadamente las estrategias de conservación (Zhao et al., 2025).

En este contexto, las estrategias de conservación desarrolladas en zoológicos, centros de rescate y programas de reproducción en cautiverio desempeñan un papel complementario en la protección de especies amenazadas. Estas instituciones han incorporado cada vez más enfoques científicos para garantizar el bienestar animal, reconociendo que el adecuado estado físico y comportamental de los individuos es

fundamental para el éxito de los programas de educación ambiental, investigación y conservación (Tallo-Parra et al., 2023).

El bienestar animal dentro de estos programas implica que los individuos puedan adaptarse adecuadamente a su entorno y expresar comportamientos naturales asociados con estados de comodidad y estabilidad fisiológica. Este enfoque permite evaluar no solo la supervivencia de los animales en condiciones controladas, sino también su capacidad de prosperar en dichos ambientes, lo cual es un indicador importante del éxito de los programas de manejo y conservación (Rose et al., 2025).

En Ecuador, la biodiversidad enfrenta múltiples amenazas asociadas principalmente a la pérdida de hábitat, el crecimiento poblacional, el tráfico ilegal de fauna y los conflictos entre humanos y vida silvestre. Estas presiones afectan especialmente a los ecosistemas tropicales amazónicos, donde la transformación del paisaje natural genera impactos significativos en la distribución y supervivencia de numerosas especies de fauna silvestre (Villalba-Briones et al., 2024).

Diversos estudios realizados en el país han evidenciado altos niveles de amenaza en diferentes grupos de vertebrados. En particular, los anfibios han sido identificados como uno de los grupos más vulnerables debido a la degradación de los ecosistemas y a la alta especialización ecológica de muchas especies, lo que requiere el desarrollo de estrategias urgentes para su conservación y monitoreo a largo plazo (Ortega-Andrade et al., 2021).

De manera similar, los primates ecuatorianos enfrentan presiones significativas derivadas principalmente de la deforestación y la fragmentación del hábitat, factores que reducen la disponibilidad de recursos y alteran la dinámica de sus poblaciones. Estas

amenazas se intensifican considerando que el país presenta una de las tasas más altas de pérdida de cobertura forestal en la región (De la Torre & Morelos-Juárez, 2022).

En respuesta a esta problemática, se han desarrollado diversas iniciativas de conservación que incluyen programas de manejo ex situ, los cuales han logrado avances importantes en la reproducción y mantenimiento de especies amenazadas. Entre estos esfuerzos destacan los programas de conservación de anfibios que han permitido reproducir numerosas especies en cautiverio, contribuyendo a la preservación de poblaciones que se encuentran en estado crítico en su hábitat natural (Centro Jambatu, 2024).

A pesar de los avances en investigación y conservación, aún existen vacíos importantes en el conocimiento de la biodiversidad faunística en diversas áreas naturales del Ecuador. La caracterización de la fauna presente en ecosistemas específicos y en centros de manejo permite generar información científica fundamental para comprender la distribución de las especies, identificar posibles amenazas y apoyar la toma de decisiones en materia de conservación.

En este sentido, el Bioparque Yanacocha, es un centro de rescate y conservación dedicado a la rehabilitación de fauna silvestre víctima del tráfico ilegal, la caza y la tenencia doméstica en la Amazonía ecuatoriana. Si bien cumple un papel relevante en la atención de individuos afectados y en la educación ambiental, la información sistematizada sobre la composición y diversidad de su fauna es limitada, lo que dificulta el desarrollo de estrategias adecuadas para su gestión.

El presente estudio tiene como objetivo caracterizar la biodiversidad de fauna presente en el Bioparque Yanacocha para la generación de información científica que contribuya

al conocimiento de su riqueza biológica y al fortalecimiento de estrategias de conservación en este ecosistema.

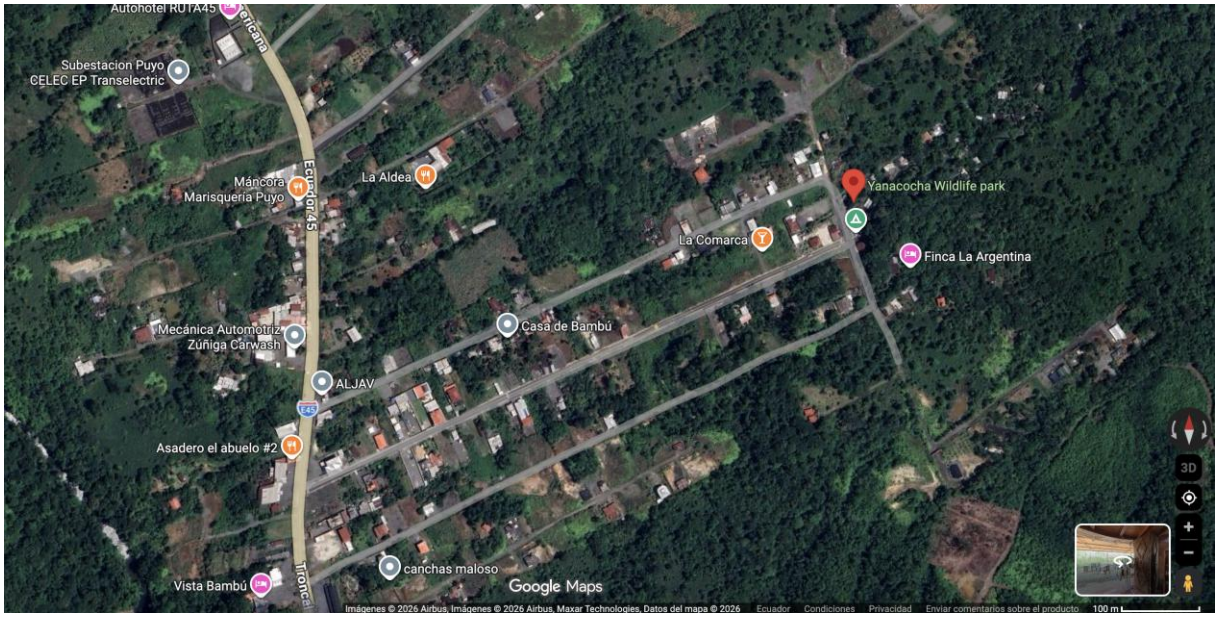
Metodología / Descripción de la experiencia

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el Bioparque Yanacocha, ubicado en el kilómetro 3,5 de la vía Puyo–Tena, en la ciudad de Puyo, provincia de Pastaza, Ecuador (Ver Figura 1). Este bioparque se localiza dentro de la región amazónica ecuatoriana, caracterizada por una elevada biodiversidad y una alta presión antrópica asociada a la expansión urbana, el tráfico ilegal de fauna y la pérdida de hábitat. El área del bioparque abarca aproximadamente cinco hectáreas destinadas a la conservación, manejo y exhibición educativa de fauna silvestre rescatada.

Figura 1

Imagen satelital de la ubicación del Bioparque Yanacocha



Fuente: Tomada de Google Maps (2026)

Los bioparques y centros de rescate de fauna cumplen un papel importante en la conservación de especies amenazadas, ya que contribuyen al rescate, rehabilitación, educación ambiental y generación de conocimiento científico sobre biodiversidad (Costa et al., 2024).

Diseño del estudio

Se realizó un estudio de tipo descriptivo con enfoque observacional, orientado a la caracterización de la fauna presente en el Bioparque Yanacocha a partir de observaciones directas. Los estudios descriptivos basados en observación directa constituyen una herramienta fundamental para documentar la diversidad de especies y generar información básica para programas de conservación y manejo de fauna silvestre (Zwerts et al., 2021).

La actividad contó con la participación del propietario del bioparque, quien proporcionó información contextual sobre la procedencia de los individuos, su estado de salud y las causas de su permanencia en cautiverio.

Planificación de la actividad

Previo al inicio de las visitas de campo se realizó una fase de planificación en la que se definieron los objetivos del estudio, el protocolo de observación y los materiales necesarios para el registro de información. Se elaboró una ficha de registro estandarizada que incluyó los campos: nombre común, nombre científico tentativo, grupo taxonómico, número de individuos observados y causa de ingreso al centro. Entre los materiales utilizados se incluyeron cuadernos de campo, dispositivos móviles con cámara fotográfica y literatura científica de referencia para la identificación preliminar de especies.

La planificación previa de actividades de monitoreo de fauna es esencial para garantizar la recolección sistemática y comparable de datos biológicos en estudios de biodiversidad (Stephenson & Carbone, 2021).

Trabajo de campo y registro de datos

El trabajo de campo se realizó durante el mes de enero de 2026, mediante cuatro visitas semanales al Bioparque Yanacocha, cada una con una duración aproximada de tres horas, para un total de doce horas de observación. Este esquema de visitas repetidas permitió registrar especies que en ocasiones permanecían en zonas de refugio dentro de sus recintos y no eran visibles en una sola sesión.

Durante cada recorrido se aplicó la técnica de observación directa, ampliamente utilizada en estudios ecológicos para registrar la presencia, comportamiento y características generales de especies animales en un área determinada (prosekov et al., 2020). Antes del inicio de cada recorrido, el Sr. Germán Flores, propietario y responsable del bioparque, explicó las normas de manejo y bienestar animal, incluyendo la restricción del uso de flash en dispositivos fotográficos con el fin de evitar alteraciones en el comportamiento de las especies.

La identificación taxonómica de las especies observadas se realizó con el apoyo directo del Sr. Germán Flores, quien proporcionó los nombres comunes y científicos de los individuos albergados, basándose en su experiencia en el manejo de fauna silvestre amazónica. Esta información fue contrastada y verificada posteriormente mediante consulta de literatura científica especializada y la base de datos de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2024). El registro sistemático de observaciones de fauna constituye una herramienta clave para

documentar la diversidad biológica y evaluar la importancia de los centros de rescate en contextos tropicales (Johnston et al., 2023).

Recolección de información contextual

Como complemento al registro de especies, se realizó una entrevista semiestructurada con el Sr. Germán Flores, con el propósito de recopilar datos sobre el origen de los individuos, las causas de su ingreso al centro y las estrategias de manejo implementadas. La entrevista abordó tres ejes temáticos: (1) procedencia y forma de ingreso de los animales, (2) estado de salud y posibilidades de rehabilitación, y (3) rol del bioparque en la educación ambiental local.

La incorporación de información cualitativa proveniente de gestores de centros de rescate permite contextualizar los registros biológicos y comprender mejor las dinámicas asociadas al rescate, rehabilitación y conservación de fauna silvestre (Paterson et al., 2021).

Análisis de la información

Los datos recopilados durante las visitas de campo y la entrevista fueron sistematizados en una matriz de registro por grupo taxonómico, que incluyó: nombre común, nombre científico, número de individuos observados y característica. A partir de esta matriz se calculó la riqueza de especies (S) por grupo taxonómico y el porcentaje de representación de cada grupo respecto al total registrado. Las causas de ingreso fueron clasificadas en tres categorías: (a) tráfico ilegal y decomiso, (b) rescate por lesión, vulnerabilidad o desastre natural, y (c) tenencia doméstica ilegal o entrega voluntaria. Se excluyeron del análisis de causas tres especies presentes exclusivamente por manejo educativo (*Oreochromis mossambicus*, *Cyprinus carpio* y *Arapaima gigas*).

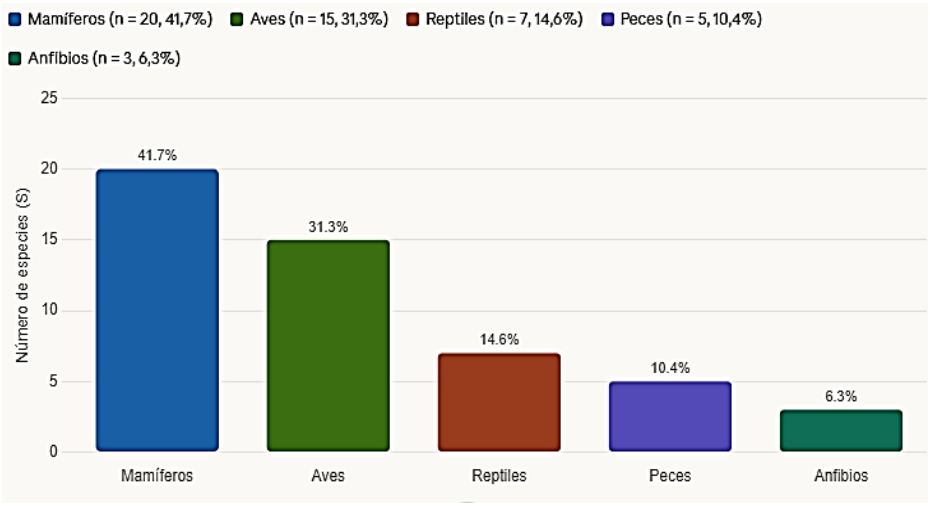
Con el fin de caracterizar cuantitativamente la diversidad del conjunto faunístico registrado, se calcularon los siguientes índices de biodiversidad: índice de Shannon-Wiener (H'), índice de Simpson (1−D), equitatividad de Pielou (J'), índice de Margalef (D mg) e índice de dominancia de Berger-Parker (d). Para las especies cuyas poblaciones no pudieron contabilizarse individualmente, se asignó un valor mínimo conservador de cinco individuos. El análisis se basó en estadística descriptiva básica, incluyendo frecuencias absolutas y relativas por grupo y por categoría de causa de ingreso.

Resultados y aprendizajes

Durante las cuatro visitas semanales realizadas en el mes de enero de 2026, con una duración aproximada de tres horas cada una (12 horas totales de observación), se registraron 48 especies de fauna silvestre en el Bioparque Yanacocha, distribuidas en cinco grupos taxonómicos: mamíferos, aves, reptiles, peces y anfibios. El grupo con mayor riqueza específica fue el de los mamíferos con 20 especies (41,67%), seguido por las aves con 15 especies (31,25%), los reptiles con 7 especies (14,58%), los peces con 5 especies (10,42%) y los anfibios con 3 especies (6,25%), estos últimos de especial relevancia por encontrarse todas las especies registradas bajo alguna categoría de amenaza según la Lista Roja de la IUCN. La distribución taxonómica se presenta en la Figura 2.

Figura 2

Distribución por grupo taxonómico



Nota. Las barras indican el número de especies registradas por grupo taxonómico

El inventario completo de las especies identificadas, junto con su nombre científico, tamaño poblacional observado y causa principal de ingreso al centro, se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1

Inventario de especies de fauna silvestre registradas en el Bioparque Yanacocha

Nº	Nombre común	Nombre científico	Tamaño poblacional	Características
1	Águila azor negra	*Spizaetus tyrannus*	2	Vendida por una comunidad; permaneció en el zoológico Edén (Nico).
2	Águila pechinegra	*Geranoaetus melanoleucus*	2	Procedentes del Parque del Cóndor (Imbabura); Diva y Horus.
3	Agutí negro	*Dasyprocta fuliginosa*	1	Rescatado de tenencia como mascota.
4	Anguila eléctrica	*Electrophorus electricus*	1	Rescatada por tenencia como mascota.
5	Arasarí piquipálido	*Pteroglossus erythropygius*	1	Tráfico de animales.
6	Boa	*Boa constrictor*	1	Tráfico de animales.
7	Búho de anteojos	*Pulsatrix perspicillata*	3	Rescatados de caza en comunidades.
8	Cachamas	*Colossoma macropomum*	Varios	Especie endémica.

9	Caimán jacaré	*Caiman crocodilus fuscus*	1	Rescatado de cazadores.
10	Caimán negro	*Melanosuchus niger*	1	Rescatado; ciego (CAN).
11	Capibara	*Hydrochoerus hydrochaeris*	1	Tráfico de animales.
12	Carpas	*Cyprinus carpio*	Varios	Manejo educativo, exhibición y conservación.
13	Chichico de manto rojo	*Saguinus fuscicollis*	Varios	Rescatados del tráfico de animales.
14	Coatí	*Nasua nasua*	2	Rescatados de cazadores; uso como alimento por creencias.
15	Cotoncillo rojo	*Plecturocebus discolor*	Varios	Convertido en mascota (Marshall).
16	Gallinazo negro	*Coragyps atratus*	2	Rescate por heridas, atropellamiento y contaminación.
17	Grisón	*Galictis vittata*	2	Entregado en pandemia (2019); Jucha.
18	Guacamayo aliverde	*Ara chloropterus*	3	Tráfico de animales.
19	Guacamayo azul-amarillo	*Ara ararauna*	2	Tráfico de animales.
20	Guacamayo escarlata	*Ara macao*	2	Tráfico; plumas usadas por pueblos indígenas.
21	Halcón peregrino	*Falco peregrinus*	4	Lesiones por perdigones de cazadores.
22	Jambato del río	*Atelopus balios*	1	Especie en peligro de extinción.
23	Lechuza de campanario	*Tyto alba*	3	Rescatada de caza.

24	Loro	*Amazona amazonica*	3	Tráfico de animales.
25	Mapache amazónico	*Procyon cancrivorus*	4	Rescatados; uno con mutilación (Tina).
26	Mono araña	*Ateles belzebuth*	Varios	Explotados en circo (Leo y Rosy).
27	Mono ardilla	*Saimiri sciureus*	Varios	Tráfico de animales.
28	Mono lanudo (chorongo)	*Lagothrix poeppigii*	3	Tráfico y caza; uno llamado Kong.
29	Mono tití	*Saimiri oerstedii*	Varios	Rescatados de tenencia como mascotas.
30	Nutria	*Lontra longicaudis*	2	Rescatada en el río Puyo (Kiko).
31	Ocelote	*Leopardus pardalis*	2	Tráfico de animales.
32	Paiche	*Arapaima gigas*	2	Manejo educativo, exhibición y conservación.
33	Periquito verde	*Brotogeris tirica*	3	Impacto por minería ilegal y tala.
34	Pez gato	*Phractocephalus hemioliopterus*	1	Especie endémica.
35	Puma	*Puma concolor*	1	Tráfico de animales.
36	Rana diablito	*Oophaga sylvatica*	2	En peligro de extinción.
37	Rana tricolor	*Epipedobates anthonyi*	1	En peligro de extinción.
38	Tilapia	*Oreochromis mossambicus*	Varios	Manejo educativo, exhibición y conservación.
39	Tití pigmeo	*Callithrix pygmaea*	Varios	Capturados para venta como mascotas.
40	Tortuga de Florida	*Trachemys scripta*	6	Tráfico de animales.

41	Tortuga charapa	*Podocnemis expansa*	Varios	Caza para consumo en comunidades.
42	Tortuga motelo	*Chelonoidis denticulatus*	Varios	Caza para consumo en comunidades.
43	Tucán	*Ramphastos tucanus*	4	Tráfico de animales.
44	Venado colorado	*Mazama zamora*	2	Rescatados; uno llamado Bambi.
45	Víbora de palma	*Bothriechis lateralis*	1	Tráfico de animales.
46	Víbora de pestañas	*Bothriechis schlegelii*	1	Tráfico de animales.
47	Zorro andino	*Lycalopex culpaeus*	1	Mascota con desnutrición (Yala).
48	Zorro vinagre	*Speothos venaticus*	1	Huérfano; llamado APA.

Causas de ingreso al Bioparque

Las causas de ingreso de los individuos al Bioparque Yanacocha fueron clasificadas en tres categorías: (a) tráfico ilegal y decomiso, (b) rescate por lesión, vulnerabilidad o desastre natural, y (c) tenencia doméstica ilegal o entrega voluntaria. Los resultados por categoría se presentan en la en la Figura 3.

Figura 3

Causas de ingreso al Bioparque



Nota. El gráfico representa la proporción de especies según su causa principal de ingreso al Bioparque Yanacocha. Se excluyen tres especies presentes por manejo educativo exclusivamente (*Oreochromis mossambicus*, *Cyprinus carpio*, *Arapaima gigas*). N total = 45 especies.

El tráfico ilegal y el decomiso constituyeron la causa predominante, representando el 57,78% de las especies registradas. Dentro de esta categoría destacaron las aves psitácidas: loros, guacamayos y periquitos; así como los primates amazónicos, grupos con alta demanda en el mercado ilegal por su valor ornamental y su uso como mascotas. Un caso particular lo constituye el guacamayo escarlata (*Ara macao*), cuyas plumas son empleadas en prácticas culturales y rituales por comunidades indígenas de la región, lo que representa una presión adicional de origen cultural sobre esta especie. El rescate por lesión, vulnerabilidad o desastre natural representó el 28,89% de las causas, incluyendo animales con fracturas, atropellamiento, contaminación o situaciones de orfandad. La tenencia doméstica ilegal y la entrega voluntaria constituyeron el 13,33% restante.

Índices de biodiversidad

Con el fin de caracterizar cuantitativamente la diversidad de fauna registrada en el Bioparque Yanacocha, se calcularon los índices de biodiversidad más utilizados en estudios ecológicos de inventario faunístico, utilizando las abundancias mínimas conocidas de los individuos contabilizados. Los resultados se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2

Índices de biodiversidad calculados para la fauna silvestre registrada en el Bioparque Yanacocha

Índice	Fórmula	Valor calculado	Interpretación
Riqueza de especies (S)	S = número total de spp.	48	Alta para un centro de rescate amazónico
Índice de Shannon-Wiener (H')	$H' = -\Sigma\, p_i \ln(p_i)$	3,75	Alta diversidad (valores >3 son considerados altos)
Índice de Simpson (1−D)	$1-D = 1 - \Sigma(n_i(n_i-1) / N(N-1))$	0,96	Muy alta diversidad (máximo = 1)
Equitatividad de Pielou (J')	J' = H' / ln(S)	0,97	Distribución muy homogénea entre grupos
Índice de Margalef (D mg)	D mg = (S−1) / ln(N)	10,14	Alta riqueza específica relativa al total de individuos
Dominancia de Berger-Parker (d)	d = N max / N	0,22	Baja dominancia; ningún grupo monopoliza el inventario

Nota. Los cálculos se realizaron utilizando las abundancias mínimas conocidas de los individuos contabilizados durante las visitas de campo. Para las especies con poblaciones indeterminadas ("Varios") se asignó un valor mínimo conservador de cinco individuos para efectos del cálculo. p_i = proporción de individuos de la especie i respecto

al total; N = número total de individuos; Nmax = número de individuos del grupo más abundante.

El índice de Shannon-Wiener (H' = 3,75) indica una alta diversidad para el conjunto faunístico registrado, valor que se encuentra por encima del umbral de 3,0 generalmente asociado a comunidades diversas en estudios de inventario de fauna silvestre (Magurran, 2004). El índice de Simpson (1−D = 0,96) confirma este resultado, indicando que la probabilidad de que dos individuos tomados al azar pertenezcan a grupos taxonómicos diferentes es del 96%. La equitatividad de Pielou (J' = 0,97) señala una distribución muy homogénea entre los grupos registrados, lo que indica que ningún grupo taxonómico domina de manera desproporcionada el inventario. El índice de Margalef (D mg = 10,14) refleja una alta riqueza específica en relación con el número total de individuos registrados. Finalmente, el índice de dominancia de Berger-Parker (d = 0,22) confirma la baja dominancia de cualquier grupo particular dentro del inventario.

Casos representativos registrados

Durante las visitas se documentaron casos individuales de especial relevancia ecológica y social que ilustran la diversidad de situaciones atendidas por el Bioparque. Entre los más destacados se encuentran: CAN, el caimán negro (*Melanosuchus niger*), rescatado de un cazador y con ceguera total que imposibilita su liberación; KIKO, la nutria neotropical (*Lontra longicaudis*), rescatada por los bomberos tras una creciente del río Puyo; Kong, el mono chorongo (*Lagothrix poeppigii*), intercambiado por un quintal de arroz, evidenciando la normalización del comercio ilegal de primates; Leo y Rosy, los monos araña (*Ateles belzebuth*), explotados en un circo con fines lucrativos; APA, el zorro vinagre (*Speothos venaticus*), rescatado como juvenil huérfano y actualmente activo en educación ambiental; YALA, el zorro andino (*Lycalopex culpaeus*), ingresado con desnutrición severa tras ser tenido como mascota; Diva y Horus, las águilas pechinegras (*Geranoaetus melanoleucus*), transferidas desde el Parque del Cóndor en

Imbabura; y los cuatro halcones peregrinos (*Falco peregrinus*), todos con fracturas en alas y extremidades causadas por perdigones de cacería, constituyendo el grupo con mayor evidencia directa de caza ilegal activa en la región.

Limitaciones del registro

Durante las visitas se presentaron algunas limitaciones asociadas al comportamiento de ciertos individuos, que permanecían en zonas de refugio dentro de sus recintos durante algunas sesiones de observación. Sin embargo, la realización de cuatro visitas semanales permitió subsanar esta limitación en gran medida, garantizando el registro de la totalidad de las especies albergadas en el bioparque. Para las especies registradas como "Varios" en la Tabla 1 no fue posible realizar un conteo individual preciso, por lo que sus abundancias exactas quedan pendientes de verificación mediante un censo formal. Asimismo, la información sobre causas de ingreso proviene en su totalidad del testimonio del responsable del bioparque, lo que constituye una fuente primaria de información cualitativa que no fue posible contrastar con registros administrativos oficiales del centro.

Estrategias de conservación

Con base en los resultados obtenidos sobre la diversidad faunística y las principales causas de ingreso de especies al Bioparque Yanacocha, se identificaron diversas estrategias de conservación orientadas a mitigar las amenazas detectadas, especialmente el tráfico ilegal de fauna, la tenencia como mascotas y los conflictos humano-fauna (Ver Tabla 3). Estas estrategias se fundamentan en enfoques actuales de conservación que integran acciones de control, educación ambiental, manejo institucional y participación comunitaria, con el objetivo de fortalecer la protección y el manejo sostenible de la fauna silvestre.

Tabla 3

Estrategias de conservación propuestas para la fauna silvestre registrada en el Bioparque Yanacocha

Problema identificado	Estrategia de conservación	Descripción	Referencia
Alto tráfico ilegal de fauna	Fortalecimiento del control y sanciones	Incrementar operativos y control en rutas de tráfico	Fukushima et al. (2021)
Tenencia de fauna como mascotas	Educación ambiental	Sensibilización comunitaria para reducir la demanda	Cardoso et al. (2021)
Comercio ilegal de especies	Regulación del comercio	Mejorar políticas públicas y control del mercado ilegal	Macdonald et al. (2021)
Conflictos humano-fauna	Manejo comunitario	Participación local y alternativas sostenibles	Macdonald et al. (2021)
Alta cantidad de fauna rescatada	Fortalecimiento de centros de rescate	Mejorar rehabilitación, manejo y liberación	Rivera et al. (2021)
Amenazas múltiples a la fauna	Conservación de hábitats	Protección de ecosistemas y reducción de presión humana	Villalba-Briones et al. (2024)
Especies amenazadas	Conservación ex situ	Programas de reproducción y manejo en cautiverio	Rivera et al. (2021)

Nota. Estrategias basadas en las amenazas identificadas en el estudio y sustentadas en literatura científica reciente.

Discusión

Los resultados del Bioparque Yanacocha muestran que el tráfico ilegal constituye la principal presión sobre la fauna silvestre de la región amazónica de Pastaza, representando el 57,78% de las causas de ingreso. Este patrón coincide con lo documentado por Villalba-Briones et al. (2024), quienes analizaron 3.212 animales silvestres recibidos en una clínica veterinaria de Guayaquil entre 2018 y 2022, clasificando 1.127 individuos de 68 especies como víctimas de tráfico ilegal, con predominio de tortugas, primates y psitácidas de origen amazónico. La coincidencia de estos patrones entre provincias distantes sugiere que el tráfico opera como una red sostenida y geográficamente extensa en Ecuador, con la Amazonia como fuente persistente de extracción.

La predominancia de mamíferos (41,67%) y aves (31,25%) en el inventario refleja las preferencias del mercado ilegal hacia grupos con alto valor ornamental o conductual. Crespo-Gascón et al. (2022) documentaron en el Centro de Rescate Valle Alto de Manabí que de 212 especímenes incautados pertenecientes a 41 especies, las aves superaron en número a los mamíferos, con una clara preferencia por primates, loros y ardillas, y que una mayor proporción de aves estaba incluida en alguna categoría de amenaza nacional e internacional. La presencia de seis especies de psitácidas en el Bioparque Yanacocha —guacamayos, loros y periquitos— confirma este patrón y evidencia que la presión sobre estas especies es transversal a las distintas regiones del Ecuador.

El registro de seis especies de primates amazónicos, incluyendo *Lagothrix poeppigii*, *Ateles belzebuth* y *Callithrix pygmaea*, refleja la magnitud del comercio ilegal de este grupo en la región. Hughes et al. (2023a) identificaron que el tráfico de fauna silvestre afecta al menos al 24% de los vertebrados terrestres del mundo, y que especies con mayor tamaño corporal, mayor abundancia o rasgos morfológicos valorados por los consumidores son particularmente susceptibles a ser extraídas selectivamente. El caso de Kong, el mono chorongo intercambiado por un quintal de arroz, ilustra

empíricamente cómo la normalización del comercio de primates en comunidades rurales reproduce estos patrones de selección a escala local.

Un hallazgo de particular relevancia es el registro de tres especies de anfibios, todas bajo categorías de amenaza de la IUCN: *Oophaga sylvatica*, *Epipedobates anthonyi* y *Atelopus balios*. Ortega-Andrade et al. (2021) evaluaron el riesgo de extinción de las 635 especies nativas de anfibios del Ecuador y determinaron que el 57% se encuentra en alguna categoría de amenaza, con la pérdida de hábitat, la expansión agrícola y actividades como la minería identificada como los principales predictores de deterioro ecológico. La custodia de estas tres especies en el bioparque evidencia que este centro cumple un papel no previsto formalmente en la conservación *ex situ* de anfibios amenazados de la Amazonia ecuatoriana.

La presencia del periquito verde (*Brotogeris tirica*) como consecuencia directa de la minería ilegal y la tala amplía el espectro de amenazas documentadas más allá del tráfico directo. Kleemann et al. (2022) identificaron que en Ecuador continental la minería, la agricultura expansiva y la pérdida de cobertura forestal constituyen las principales amenazas para la biodiversidad y enfatizaron la necesidad de fortalecer el monitoreo de grupos biológicos poco estudiados en áreas de alta presión extractiva. Este caso ilustra cómo la destrucción del hábitat y el tráfico ilegal operan como amenazas sinérgicas que convergen en los centros de rescate como el Bioparque Yanacocha.

Los índices de biodiversidad calculados (H' = 3,75; 1−D = 0,96; J' = 0,97) indican una alta diversidad y distribución equitativa entre los grupos registrados. Sin embargo, es importante destacar que en el contexto de un centro de rescate estos valores no reflejan el estado de las poblaciones silvestres, sino la diversidad y amplitud de las presiones antrópicas que generan el ingreso de individuos de múltiples taxones. Hughes et al. (2023b) señalaron que la mayoría del comercio legal e ilegal de fauna no está respaldado por evaluaciones rigurosas de sostenibilidad, y que la falta de datos sobre

volúmenes de extracción y monitoreo poblacional impide conocer el verdadero impacto del tráfico sobre las especies y sus poblaciones. En este sentido, el índice de Margalef (D mg = 10,14) y la baja dominancia de Berger-Parker (d = 0,22) reflejan la diversidad de las redes de tráfico activas en la región, más que una comunidad ecológica en equilibrio.

La limitada posibilidad de reintroducción de varios individuos entre ellos CAN el caimán negro con ceguera total y los cuatro halcones peregrinos con fracturas permanentes; es consistente con lo planteado por Beaulieu (2025), quien argumenta que las intervenciones veterinarias en centros de rescate tienen un impacto claro sobre el bienestar individual de los animales, aunque su contribución a la conservación poblacional frecuentemente es incierta, y que los veterinarios deben reconocer explícitamente el valor de bienestar de sus intervenciones sobre la fauna silvestre. Los casos documentados en el Bioparque Yanacocha confirman que muchos individuos no pueden ser reintroducidos, lo que posiciona al centro principalmente como un espacio de atención ética y educación ambiental.

La transferencia institucional de las águilas pechinegras (*Geranoaetus melanoleucus*) desde el Parque del Cóndor en Imbabura refleja la articulación entre centros de manejo de fauna a nivel nacional. Villalba-Briones et al. (2024) destacaron que la ausencia de registros sistemáticos y la naturaleza informal de muchas transferencias entre centros dificulta la evaluación del impacto real del tráfico sobre las poblaciones silvestres. La sistematización de información realizada en el presente estudio contribuye precisamente a subsanar este vacío a escala local.

El rol del Bioparque Yanacocha en la educación ambiental, ejemplificado por casos como APA el zorro vinagre (*Speothos venaticus*), es coherente con la función que la literatura científica atribuye a los centros de rescate en la sensibilización ciudadana. Hughes et al. (2023a) advirtieron que el comercio legal de fauna tampoco está exento

de riesgos para la conservación, ya que frecuentemente carece de evaluaciones de sostenibilidad, lo que refuerza la necesidad de fortalecer tanto los marcos regulatorios como la educación ambiental orientada a reducir la demanda. En este sentido, el bioparque cumple una función pedagógica que complementa las estrategias de regulación y control.

Finalmente, los resultados del presente estudio aportan evidencia empírica local sobre la dinámica del tráfico de fauna en la Amazonia ecuatoriana, una escala frecuentemente ausente en los análisis globales. Ortega-Andrade et al. (2021) recomendaron fortalecer los programas de conservación *ex situ* e *in situ* y focalizar los esfuerzos de investigación hacia las especies en peligro crítico y las clasificadas con datos insuficientes. El inventario documentado en el Bioparque Yanacocha, con 48 especies distribuidas en cinco grupos taxonómicos, representa un punto de partida para el desarrollo de estrategias de conservación más específicas en la provincia de Pastaza, donde el tráfico ilegal continúa siendo una amenaza activa y documentada.

Conclusiones

El presente estudio registró 48 especies de fauna silvestre distribuidas en cinco grupos taxonómicos en el Bioparque Yanacocha, con predominio de mamíferos (41,67%) y aves (31,25%), lo que constituye uno de los inventarios faunísticos más completos documentados para un centro de rescate de la Amazonia ecuatoriana. Los índices de biodiversidad calculados evidencian una alta diversidad (H' = 3,75), muy baja dominancia (d = 0,22) y una distribución equitativa entre grupos (J' = 0,97), valores que reflejan la amplitud y diversidad de las presiones antrópicas que operan sobre la fauna silvestre en la provincia de Pastaza, más que el estado de las poblaciones en su hábitat natural.

El tráfico ilegal de fauna silvestre constituye la principal causa de ingreso al Bioparque Yanacocha, afectando al 57,78% de las especies registradas, con especial incidencia sobre primates amazónicos y aves psitácidas. Este hallazgo es consistente con los patrones documentados en otros centros de rescate del Ecuador y confirma que la Amazonia ecuatoriana continúa siendo una fuente activa de extracción ilegal, operada a través de redes informales que involucran comunidades locales, traficantes intermediarios y mercados de mascotas a distintas escalas geográficas.

El registro de tres especies de anfibios bajo categorías de amenaza de la IUCN: *Oophaga sylvatica*, *Epipedobates anthonyi* y *Atelopus balios*; evidencia que el Bioparque Yanacocha cumple un papel no previsto formalmente en la conservación *ex situ* de grupos biológicos en situación crítica. Este hallazgo subraya la importancia de los centros de rescate como nodos de información sobre biodiversidad regional y como actores complementarios en los programas nacionales de conservación de especies amenazadas.

La limitada posibilidad de reintroducción de numerosos individuos al medio natural: debido a lesiones permanentes, dependencia humana o alteraciones conductuales; confirma que la contribución del bioparque a la conservación poblacional es restringida. Su función principal radica en la atención ética de individuos afectados por actividades ilegales y en la educación ambiental dirigida a visitantes y comunidades locales, roles que son igualmente relevantes para la reducción de la demanda de fauna silvestre a largo plazo.

Se recomienda fortalecer los sistemas de registro sistemático en el Bioparque Yanacocha, incluyendo fichas individuales por espécimen, trazabilidad de procedencia y seguimiento del estado de salud, con el fin de generar información científica comparable y acumulable en el tiempo. Asimismo, es necesario articular al bioparque con los programas oficiales de conservación del Ministerio del Ambiente, Agua y

Transición Ecológica (MAATE) y con iniciativas de investigación universitaria, de modo que los datos generados en centros de rescate contribuyan efectivamente al diseño de políticas públicas orientadas a combatir el tráfico ilegal de fauna en la Amazonia ecuatoriana.

Agradecimientos

Los autores expresan su sincero agradecimiento al Sr. Germán Flores, propietario y administrador del Bioparque Yanacocha, por su disposición, tiempo y colaboración en la facilitación de información sobre las especies albergadas en el centro, así como por permitir el acceso a las instalaciones para el desarrollo de la presente investigación.

Declaraciones

No existen conflictos de interés por parte de los autores, ni se ha recibido financiamiento externo para la elaboración del presente manuscrito. En cuanto al uso de herramientas de inteligencia artificial (IA), estas han sido empleadas únicamente para mejorar la redacción del texto; sin embargo, se ha mantenido en todo momento la originalidad y autoría intelectual de los autores.

Referencias

Beaulieu, M. (2025). Rehabilitating wild animal welfare: A focus on veterinary rescue and rehabilitation interventions. *Research in Veterinary Science*. Elsevier B.V. https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2025.105582

Cardoso, P., et al. (2021). Scientists' warning to humanity on illegal or unsustainable wildlife trade. *Biological Conservation*, 247, 109341. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109341

Centro Jambatu. (2024). Reporte de impacto sobre conservación ex situ de anfibios amenazados en cautiverio en Ecuador (incluye especies críticamente en peligro). https://files.stlzoo.org/production/documents/WildCare-Institute/Ecuador-Impact-Report24-241016.pdf

Costa, M. M., Pinto da Cunha, N., Hagnauer, I., & Venegas, M. (2024). A retrospective analysis of admission trends and outcomes in a wildlife rescue and rehabilitation center in Costa Rica. *Animals*, 14(1), Article 51. https://doi.org/10.3390/ani14010051

Crespo-Gascón, S., Solórzano, C. B., & Guerrero-Casado, J. (2022). Tráfico nacional de fauna silvestre y especies amenazadas: Un estudio descriptivo en Manabí (Ecuador). *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, *35*(1), 33–44. https://doi.org/10.17163/lgr.n35.2022.03

De la Torre, S., & Morelos-Juárez, C. (2022). Primate Conservation Efforts and Sustainable Development Goals in Ecuador, Combining Research, Education and Capacity Building. *Animals*. MDPI. https://doi.org/10.3390/ani12202750

Fukushima, C. S., Tricorache, P., Toomes, A., Stringham, O. C., & Marsden, S. J. (2021). *Challenges and perspectives on tackling illegal wildlife trade*. **Biological Conservation, 263**, 109342. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109342

Guénard, B., Hughes, A. C., Lainé, C., Cannicci, S., Russell, B. D., & Williams, G. A. (2025). Limited and biased global conservation funding means most threatened species remain unsupported. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *122*(9). https://doi.org/10.1073/pnas.2412479122

Hughes, A., Auliya, M., Altherr, S., Scheffers, B., Janssen, J., Nijman, V., … Edwards, D. P. (2023a). Determining the sustainability of legal wildlife trade. *Journal of Environmental Management*. Academic Press. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117987

Hughes, L. J., Morton, O., Scheffers, B. R., & Edwards, D. P. (2023b). The ecological drivers and consequences of wildlife trade. *Biological Reviews*, *98*(3), 775–791. https://doi.org/10.1111/brv.12929

Johnston, A., Matechou, E., & Dennis, E. B. (2023b). Outstanding challenges and future directions for biodiversity monitoring using citizen science data. *Methods in Ecology and Evolution*, *14*(1), 103–116. https://doi.org/10.1111/2041-210X.13834

Kleemann, J., Koo, H., Hensen, I., Mendieta-Leiva, G., Kahnt, B., Kurze, C., … Fürst, C. (2022). Priorities of action and research for the protection of biodiversity and

ecosystem services in continental Ecuador. *Biological Conservation*. Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109404

Macdonald, D. W., Harrington, L. A., Moorhouse, T. P., & D'Cruze, N. (2021). *Trading animal lives: Ten tricky issues on the road to ending wildlife trade*. **BioScience, 71**(12), 1232–1242. https://doi.org/10.1093/biosci/biab035

Ortega-Andrade, H. M., Rodes Blanco, M., Cisneros-Heredia, D. F., Guerra Arévalo, N., López de Vargas-Machuca, K. G., Sánchez-Nivicela, J. C., Armijos-Ojeda, D., Cáceres Andrade, J. F., Reyes-Puig, C., Quezada Riera, A. B., Székely, P., Rojas Soto, O. R., Székely, D., Guayasamin, J. M., & Yánez Muñoz, M. H. (2021). Red List assessment of amphibian species of Ecuador: A multidimensional approach for their conservation. *PLoS ONE*, *16*(5), e0251027. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0251027

Paterson, J. E., Carstairs, S., & Davy, C. M. (2021). Population-level effects of wildlife rehabilitation and release vary with life-history strategy. *Journal for Nature Conservation*, *61*, Article 125983. https://doi.org/10.1016/j.jnc.2021.125983

Prosekov, A., Kuznetsov, A., Rada, A., & Ivanova, S. (2020). Methods for Monitoring Large Terrestrial Animals in the Wild. Forests, 11(8), 808. https://doi.org/10.3390/f11080808

Rivera, S. N., Knight, A., & McCulloch, S. (2021). *Surviving the wildlife trade: Reforming the management of confiscated animals*. **Animals, 11**(2), 439. https://doi.org/10.3390/ani11020439

Rose, P. E., & Lewton, J. (2025). Key Concepts for Enhancing Zoo Animal Welfare: Coping, Comfort, Choice, Control, Challenge, and Compassion. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, *28*(3), 497–514. https://doi.org/10.1080/10888705.2024.2440891

Stephenson, P. J., & Carbone, G. (2021). *Guidelines for planning and monitoring corporate biodiversity performance*. International Union for Conservation of Nature. https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2021.05.en

Tallo-Parra, O., Salas, M., & Manteca, X. (2023). Zoo Animal Welfare Assessment: Where Do We Stand? *Animals*. MDPI. https://doi.org/10.3390/ani13121966

Villalba-Briones, R., Mendoza, P., & Garcés, D. (2024). *Synergistic threats to wildlife in Ecuador*. **Diversity, 16**(8), 490. https://doi.org/10.3390/d16080490

Zhao, Y., Liu, J., Wang, F., Zhang, Y., & Ma, Z. (2025). Targeted conservation actions are required to save species from

extinction. *Biological Conservation*, *310*. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2025.111340

Zwerts, J. A., et al. (2021). Methods for wildlife monitoring in tropical forests: Comparing human observations, camera traps and passive acoustic sensors. *Conservation Science and Practice*. https://doi.org/10.1111/csp2.568

HORIZONTES AMAZÓNICOS | Pastaza Unida & Solidaria

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-008-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

Nina Gualinga Sirén Mujer cuya Existencia es Resistencia: Un Análisis desde el Ecofeminismo.

Nina Gualinga Sirén Woman whose Existence is Resistance: An Analysis from Ecofeminism.

Samay Isabel Guevara Aragon

Fundación Manos que Dan Manos que Reciben, Ecuador

Resumen

Se analiza la trayectoria y las luchas de Nina Gualinga Sirén, mujer kichwa amazónica, desde el enfoque del ecofeminismo latinoamericano. A través, de su vida se articulan dos ejes fundamentales: la defensa del territorio amazónico y la erradicación de las violencias que enfrentan las mujeres indígenas. También, se examina su liderazgo, las implicaciones del concepto cuerpo-territorio y el rol de los colectivos de mujeres amazónicas en la construcción de resistencias comunitarias. En análisis parte de una metodología cualitativa sustentada en fuentes académicas, que permite comprender cómo las luchas de Gualinga desafían tanto el extractivismo como el patriarcado, aportando a la reflexión sobre los liderazgos indígenas femeninos y la urgente necesidad de incorporar enfoques interseccionales en la defensa de los derechos humanos y de la naturaleza.

Palabras clave: Nina Gualinga, ecofeminismo, patriarcado, mujeres indígenas, Ecuador, cuerpo-territorio y extractivismo.

Recibido: 16-03-2026	**Aceptado:** 20-03-2026	**Publicado:** 22-03-2026

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-008-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

Abstract

The trajectory and struggles of Nina Gualinga Sirén, an Amazonian Kichwa woman, are analyzed from the perspective of Latin American ecofeminism. Through her life, two fundamental axes are articulated: the defense of the Amazon territory and the eradication of violence faced by indigenous women. Also, their leadership, the implications of the body-territory concept and the role of Amazonian women's collectives in the construction of community resistance are examined. The analysis is based on a qualitative methodology supported by academic sources, which allows us to understand how Gualinga's struggles challenge both extractivism and patriarchy, contributing to reflection on indigenous female leadership and the urgent need to incorporate intersectional approaches in the defense of human rights and nature.

Key Words: Nina Gualinga, ecofeminism, patriarchy, indigenous women, Ecuador, body-territory and extractivism.

Introducción

En el corazón de la Amazonía ecuatoriana, donde los ríos dibujan caminos de vida, la selva susurra historias milenarias y el aire se tiñe de colores invisibles, nace Nina Gualinga Sirén. Mujer kichwa y lideresa indígena, cuya vida se ha convertido en un ejemplo paradigmático del ecofeminismo Latinoamérica, al entrelazar de manera inseparable la defensa del territorio amazónico y la erradicación de las violencias contra las mujeres indígenas. La importancia de analizar su pensamiento y sus luchas radica en la necesidad urgente de comprender y visibilizar las vivencias de los pueblos indígenas desde una perspectiva ecofeminista. Por lo tanto, el objetivo es generar una reflexión académica y social sobre la relevancia de incorporar enfoques interseccionales en el análisis de los liderazgos indígenas femeninos. Para ello, se expondrá cuatro apartados principales: en primer lugar, se contextualiza la vida y la trayectoria de Nina Gualinga; en segundo lugar, se aborda el marco teórico del ecofeminismo latinoamericano; en tercer lugar, se analizan dos de sus luchas fundamentales, la defensa del territorio y la

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-008-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

erradicación de la violencia contra las mujeres indígenas; finalmente, se presentan las conclusiones que integran las principales reflexiones y hallazgos. Por último, la metodología empelada es de carácter cualitativo, sustentada en el análisis crítico de fuentes académicas relevantes.

Metodología / Descripción de la experiencia

Ahora bien, en Pastaza, la provincia más grande en extensión territorial con 29.641 km² de Ecuador, se encuentra Sarayaku, una comunidad kichwa a las orillas del río Bobonaza, lugar donde nació Nina Sicha Gualinga Sirén en junio de 1993. Su madre es Noemí Gualinga, una mujer de nacionalidad kichwa que ha estado marcada por el compromiso profundo a su comunidad y a la defensa de derechos colectivos, al igual que su hermana Patricia Gualinga. Aunque su presencia pública no es tan visible como la de su hermana, su papel ha sido igual de relevante (Geojournalism platform, 2018, párr. 32).

A los 23 años, Nina conoció al biólogo Anders Henrik Sirén, un hombre de nacionalidad sueca-finlandés, quien estaba realizando investigaciones científicas en la ciudad del Puyo, provincia de Pastaza. Un año después de conocer a Noemí, en 1991, se casaron en Uppsala, Suecia. Desde entonces, han vivido en Europa y Ecuador durante varios años, hasta que tuvieron cuatro hijos: su primogénita Nina, Helena, Emil e Inayu. Sus dos hijas se identifican con el apellido materno y sus dos hijos con el apellido paterno; todos hablan perfectamente el kichwa, español, sueco e inglés (Castro, 2020, párr. 21).

A partir de 2017, Noemí mora en Sarayaku, donde asumió la presidencia de la Asociación de Mujeres de Sarayaku, Kuriñampi (Caminos de Oro), constituida en 2013 por más de 100 mujeres de nacionalidad indígena Kichwa, Achuar, Shuar, Sápara, Andoa, Waorani, Shiwiar y otras mestizas, defensoras de los derechos de la naturaleza. Desde entonces, Noemí, junto con sus hijas, sigue luchando tanto a nivel nacional como

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-008-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

internacional para alzar las voces apagadas de las comunidades indígenas y, especialmente, de las mujeres indígenas.

Resultados y aprendizajes

Por otra parte, Nina Gualinga, cuyo nombre significa “fuego” en kichwa, desde pequeña pescaba, cazaba y compartía saberes ancestrales con su familia. Su infancia estuvo marcada por un entorno sin electricidad, carreteras ni contaminación. Estudió la primaria en la escuelita de Sarayaku, donde le enseñaban cerámica, cantos tradicionales y el conocimiento colectivo. Posteriormente, continuó su formación en casa con sus abuelos, quienes le inculcaron amar sus raíces, su idioma y la vida en la selva.

Sin embargo, su conciencia política y comunitaria nació a los ocho años, cuando fue testigo de la llegada de las petroleras a su territorio. Participaba junto a su madre en reuniones donde las empresas petroleras intentaban convencer a los líderes de firmar contratos para la extracción del petróleo. Aunque no comprendía completamente el español, sentía que su vida estaba siendo amenazada. Según Redacción La Hora (2018, párr. 18), “una descripción que hace WWF Ecuador, en un comunicado de prensa, confirma que desde que ella tenía ocho años ha participado activamente en los esfuerzos locales, nacionales y mundiales en defensa de los derechos y territorios indígenas en la Amazonía y por la justicia climática”.

No obstante, mientras luchaba públicamente por su pueblo, Gualinga vivía una batalla silenciosa. A los 13 años, inició una relación con un hombre mestizo de 19 años, con poder económico y político en Pastaza. La relación duró más de una década, pero estuvo marcada por violencia física —hasta una fractura en la espalda baja por la cantidad de golpes— y abusos psicológicos que no solo le afectaban a ella sino también a su familia (Calderón y Chávez, 2022, p. 40). En 2015 logró separarse de él con mucho

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-008-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

esfuerzo; inmediatamente puso en marcha un proceso judicial donde solo obtuvo una boleta de auxilio y su caso fue archivado.

Durante ese tiempo, decidió migrar a Suecia en busca de supervivencia y una mejor vida. Allí encontró paz y seguridad; como hablaba inglés y sueco desde temprana edad, logró continuar con sus estudios tranquilamente. Completó el bachillerato y luego estudió Derechos Humanos en la Universidad de Lund. Siempre que podía, compartía su historia en diferentes espacios, lo que despertó la solidaridad e interés de muchas personas y redes internacionales.

En 2020 volvió a denunciar a su agresor, esta vez con pruebas contundentes, pero los juicios siempre se postergaban. Por consiguiente, optó por hacerlo público en redes sociales, compartiendo imágenes de sus lesiones. Finalmente, en febrero de 2024, un juez de Pastaza llamó a juicio al acusado, casi una década después de la primera denuncia.

Hoy, a los 32 años, se reconoce como una mujer de múltiples identidades: indígena, kichwa, sueca, madre, defensora y sobreviviente de violencia machista y de extractivismo. Su historia ha estado marcada por amor, dolor, resistencia y esperanza (Troya, 2024, párr. 16). Ella es el reflejo latente de miles de mujeres amazónicas, para quienes la lucha no es una elección, sino un camino para lograr vivir una vida digna, con autodeterminación y libertad.

Discusión

Por el lado de los logros y premios de Nina Gualinga se destaca que a los 18 años representó a su comunidad en la audiencia final ante la Corte Interamericana de Derechos humanos, en Costa Rica. Su comunidad, Sarayaku, ganó un caso histórico

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-008-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

contra el Estado ecuatoriano por permitir operaciones petroleras sin consulta previa. Incluso, ha participado en múltiples foros internacionales entre ellos: Conferencias de las Partes (COP) de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático en Lima, París, Marrakech y Bonn. También ha estado en el Congreso Mundial de la Naturaleza de la UICN y otras plataformas clave. Ha participado en invitaciones internacionales para defender junto con otras mujeres a la no extracción del petróleo, asimismo ha estado en numerosas marchas populares por el clima, entre las más relevantes en 2018 fue una de las 120 mujeres que caminaron desde la amazonia hasta Quito para demandar una audiencia con el presidente del Ecuador en rechazo a la explotación petrolera y minera. Vale agregar que, Nina es cofundadora de *Hakhu Amazon Design*, una iniciativa que genera ingresos para mujeres indígenas a través del arte y la joyería, utilizando prácticas que protegen los territorios y celebren la herencia cultural. Por último, en junio del 2025 fue la productora y codirectora de su propio *short film* titulado "*Waska: the forest is My Family" "Waska"* usado como abreviatura de Hayakwaska, bebida que ha sido usada por generaciones, para rituales, contar historias y curar el espíritu de las personas de forma individual y colectiva. Pero ahora debido al turismo extractivista es conocida como ayahuasca, la cual ha sido usada como mercancía, vendiendo esta bebida no como un original ritual indígena, sino como una novedad y purificación intestinal. Sin embargo, el film también trata de una profunda reflexión intima sobre la vida de Nina, demostrar a través de sus ojos y trasmitir lo que ella tuvo que vivir. El negativo y oculto impacto de las industrias petroleras y mineras en la Amazonía.

De la misma manera, habla que hoy las consecuencias de esos actos son visibles en los ecosistemas, la fauna y la flora y en la forma de vida de las comunidades indígenas, donde ya no es solo la explotación ambiental sino también cultural que conlleva a la amenaza de extinguir el patrimonio y la cultura ancestral. Este filme llevó a Nina a posicionarse y formar parte de una de las 100 líderes más influyentes y emergentes con alto pontencial del futuro para la revista "TIMES" "TIME 100 NEXT". Este es un logro que representa su impacto no solo regional sino también internacional. Su poderosa voz deja un impacto imborrable en quienes son capaces de irla, escucharla y entenderla.

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-008-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

Por otra parte, en 2018 recibió el Premio Presidencial Internacional de la Juventud otorgado por *the World Wide Fund for Nature* (WWF) Internacional. Una de las organizaciones ambientales más influyentes a nivel mundial, trabaja en más de cien países impulsando iniciativas de degradación ambiental, combatir el cambio climático, garantizar a las comunidades locales el respeto a los recursos naturales, el buen vivir en equilibro con el entorno, la conservación de la biodiversidad, la protección de los ecosistemas y la promoción de un desarrollo sostenible que armonice la relación entre las personas y la naturaleza. (Barzallo, 2024, párr. 23). En esta ocasión, el galardón fue otorgado a Nina por su incansable trabajo en la defensa de la Amazonía ecuatoriana y de los territorios indígenas amenazados por actividades extractivistas. El premio valoró no solo sus esfuerzos sobresalientes como joven conservacionista, sino también su capacidad de liderazgo, su firme compromiso con la justicia climática y su valentía al alzar la voz en espacios nacionales e internacionales en favor de los derechos de las comunidades indígenas.

A través de su activismo, Nina ha logrado visibilizar la estrecha relación entre la protección del medio ambiente y las garantías de derechos humanos. Lo que demuestra que la lucha por la naturaleza es también una lucha por una vida digna, por la cultura y por la realidad. Además, en 2024 recibió el premio Premio Pritzker al Genio Ambiental Emergente otorgado por *UCLA Institute of the Environment and Sustainability*. Esta es una entidad académica de la *University of California*, Los Angeles. Reconocida por su liderazgo en el acompañamiento y la investigación ambiental y sostenibilidad a nivel global entre jóvenes y académicos. De modo que, este galardón, distingue a aquellas personas cuyas acciones y propuestas están generando transformaciones significativas frente a las crisis climáticas y ecológicas. Destaca acciones concretas e iniciativas ejecutadas que integran conocimiento científico, incidencia política y compromiso comunitario con objetivos claros sobre que es lo que defienden y por qué. En el caso de Nina, el reconocimiento fue dado por su innovador liderazgo en la defensa de los

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-008-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

derechos de los pueblos indígenas y la promoción de la justicia ambiental, destacando la interseccionalidad que existe entre estas partes.

Del mismo modo, su impacto en la formulación y visibilización de políticas orientadas a la protección de ecosistemas en situación crítica. Por tal motivo junto al premio, también recibe respaldo institucional y proyección internacional por parte del Pritzker Emerging Environmental Genius Award que fortalecen su labor permitiéndola ampliar su alcance. Estos premios no solo resaltan su trayectoria como joven líder ambiental, sino que también reconoce su capacidad para articular redes globales de apoyo y generar conciencia sobre la interdependencia entre biodiversidad, derechos humanos y acción climática.

Vale agregar que, Amazon Watch considera a Nina como una de las principales portavoces del ecofeminismo en el contexto amazónico. Esta organización internacional esta dedicada a la defensa de la selva amazónica y de los derechos colectivos de las comunidades indígenas frente a la explotación petrolera como la minería y la deforestación. Desde esta perspectiva, han visto en Nina una representación coherente y comprometida con su discurso y sus acciones. Por tal motivo, han desarrollado compañas en conjunto contra la expansión de la frontera petrolera en la Amazonía, que han transcendido el ámbito local, y se han proyectado en escenarios internacionales donde han promovido la inversión y ayuda en la protección de la selva amazónica, no solo porque es un lugar biodiverso sino también por la vida de las personas indígenas, sus culturas e identidades.

Por otro parte, el ecofeminismo es una corriente de pensamiento, acción y teoría que une el feminismo con el ecologismo. Defiende el paralelismo entre la opresión de las mujeres y la naturaleza, señalando que ambas han sido históricamente tratadas como bienes de propiedad ajena, explotadas sin consentimiento ni límites. El termino nace en la década de 1970 denominándose una corriente teórica-práctica que integra las luchas feministas y ecológicas. Sin embargo, el término fue acuñado en 1974 por la feminista

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-008-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

francesa Françoise d´Eaubonne (Miranda, et al. 2024, p. 50). Después en Estados Unidos y Europa, pensadoras como Carolyn Merchant y Susan Griffin contribuyeron a consolidar esta visión al mostrar a través de sus obras literarias *The Death of Nature 1980* y *Women and Nature 1978* la naturalización del dominio masculino sobre la naturaleza y el cuerpo femenino.

Después, en las décadas de 1980 y 1990, esta teoría evolucionó hacia enfoques interseccionales y críticos, incorporando cuestionamientos a los dualismos naturaleza-cultura; animales humanos y animales no humanos. Entre las figuras destacadas de esta época se encuentran Vandana Shiva, quien enfatizó que la Tierra es un ser vivo y lanzó fuertes críticas al modelo capitalista y extractivista. A su vez, se desarrollaron corrientes divergentes como la ecofeminismo cultural y el materialista, enfocado tanto en aspectos espirituales como en estructuras económicas capitalistas. (Fundação Getulio Vargas, 2022, p. 45). A su vez, en América Latina, el ecofeminismo ha adoptado una perspectiva decolonial y comunitaria desde los años 1980 vinculado estrechamente a las mujeres racializadas, empobrecidas e indígenas. Entre uno de los conceptos centrales que se defiende es del *cuerpo-territorio*, que establece una analogía entre el cuerpo femenino y el territorio, defiende que un territorio también es defender un cuerpo y viceversa (Coba, Lisset, et al, 2022, p. 120). En contraste, las mujeres ecofeministas latinoamericanas han promovido campañas, marchas, procesos legales y articulaciones transnacionales junto a la perspectiva decolonial, a través de la cual, desafían discursos del desarrollo impuestos desde el norte global, en sí, ellas proponen una transición hacia formas de vida sostenibles, feministas y comunitarias.

Específicamente en Ecuador, el ecofeminismo se ha ido desarrollando progresiva y colectivamente. No obstante, comenzó a ganar mayor presencia como discurso y práctica en la década de 2010, cuando distintos colectivos y organizaciones de mujeres empezaron a incorporar este enfoque en sus movilizaciones contra el extractivismo, articulándolo con reivindicaciones de género y justicia social. En este proceso, el surgimiento del movimiento Mujeres Amazónicas en 2013 representó un hito

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-008-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

importante, pues contribuyó a consolidar y la visibilizar el ecofeminismo en Ecuador a través de la defensa del territorio, los derechos de la naturaleza y el protagonismo de las mujeres indígenas en la resistencia frente a la expansión mercantil de la naturaleza. Cabe añadir que, en el país la violencia contra el medio ambiente y las mujeres se justificada por el extractivismo neoliberal, el cual reproduce un proceso de hipermasculinización que exacerba la violencia física, psicológica y sexual contra mujeres y niñas (Reyes y Ajavil, 2005, p. 41). Por eso, numerosas mujeres indígenas se articulan en redes y colectivos como *Acción Ecológica*, donde reivindican saberes ancestrales, construyen una visión holística de la naturaleza, crean respuestas frente a las dinámicas de dominación y violencia estructural. De esta manera no solo crean y buscan mecanismos de resistencia frente a los impactos sociales y ambientales del sistema capitalista y patriarcal sino también estrategias de defensa territorial y cultural que reafirmen el papel fundamental de las mujeres en la protección de la vida.

Además, en Ecuador el ecofeminismo se articula entendiendo a la naturaleza como la *Pacha Mama*, un ser vivo con espíritu. El cual, actualmente está siendo extremadamente explotado por el neo-extractivismo, modelo económico que privilegia la explotación de minerales, petróleo y bosques, sin considerar el daño social, ambiental ni cultural. Como respuesta a este problema, el colectivo *Mujeres Amazónicas* representa una de las expresiones más potentes del ecofeminismo en América Latina. Organización conformada por mujeres de seis nacionalidades de la Amazonía ecuatoriana, Kichwa, Shuar, Achuar, Shiwiar, Sápara y Waorani, quienes decidieron alzar sus voces frente a la violencia extractivista. Estas mujeres combinan la defensa territorial con los saberes ancestrales, el cuidado comunitario y la lucha por los derechos de las mujeres. Dentro del colectivo se destaca la figura de Nina Gualinga, Noemí Gualinga, Patricia Gualinga, Alicia Cawiya quienes promueven el concepto de *Kawsak Sacha* (selva viviente) que es la cosmovisión kichwa que defiende que la naturaleza es un ente sagrado y un espíritu que sostiene la vida. Ellas no solo se centran en el activismo visible en marchas y declaraciones públicas, sino también en la recuperación de símbolos culturales, como la pintura con *wituk* (tinte vegetal). Desde su perspectiva ecofeminista de cuerpo-cosmovisión, han denunciado que los megaproyectos extractivos no solo destruyen la

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-008-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

biodiversidad, sino que también intensifican la violencia sexual y doméstica en sus comunidades. Por eso, el movimiento incorpora procesos de sanación colectiva, redes de cuidado entre mujeres y exigencias legales al Estado ecuatoriano e instituciones internacionales, demandando no solo protección física, sino el respeto a sus derechos. Uno de los hitos más importantes de este colectivo ocurrió el 21 de marzo de 2016, cuando más de 500 mujeres marcharon en la ciudad de Puyo-Pastaza, demandando el fin de nuevas concesiones extractivistas en sus territorios. Esta acción logró, por primera vez, una respuesta gubernamental que incluyó el anuncio de suspensión temporal de concesiones petroleras y minera. Dos años después, en 2018, el colectivo presentó en Quito El Mandato de las Mujeres Amazónicas, un documento que recoge 22 demandas concretas centradas en la protección de la tierra, el agua, el clima y la vida, con enfoque en la autonomía de las mujeres. Este mandato fue entregado directamente al gobierno ecuatoriano y marcó una nueva etapa de articulación política con enfoque feminista indígena.

La principal lucha y defensa de Gualinga es el territorio amazónico, ella ha dedicado su vida a visibilizar la violencia que enfrentan las comunidades indígenas como consecuencia del avance de los intereses extractivistas, especialmente las empresas petroleras. Su defensa no se limita a una causa ambiental entendida en términos abstractos, sino que se sustenta en la convicción de que el territorio es un espacio vital, cultural y espiritual. La Amazonía representa un hogar ancestral de múltiples comunidades que han establecido con la selva una relación de equilibrio y respeto construida a lo largo de los siglos. La intromisión de las industrias petroleras amenaza con destruir no solo los ecosistemas, sino también la estructura social, cultural y espiritual que sustenta la identidad y la soberanía de las comunidades indígenas (Viteri, 2019, p. 41). En este escenario, la lucha de Gualinga adquiera un valor estratégico al articular la defensa territorial con la exigencia de justicia ambiental y el reconocimiento de los derechos indígenas. Ella contribuye a visibilizar que las problemáticas ambientales y los derechos humanos no se pueden entender de manera separada, ya que los daños al entorno natural tienen efectos directos y devastadores sobre la vida de las personas, en especial de aquellas que históricamente han sido marginadas y

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-008-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

despojadas de sus territorios (Cruz, 2020, p. 37). A través de su liderazgo, Gualinga no solo interpela a las autoridades estatales y a las empresas, sino que también interpela a la sociedad en su conjunto, recordando que la lucha por la Amazonía es una lucha por el futuro del planeta y por la dignidad de los pueblos que lo habitan.

Es claro que, su labor es fundamental en el ámbito público porque narra desde la experiencia de las mujeres indígenas quienes enfrentan una doble opresión: por un lado, como pueblos originarios desplazados y vulnerados por los proyectos extractivos, y por otro, como mujeres insertas en estructuras sociales patriarcales que reproducen la discriminación y la violencia de género. En este sentido, ella representa un acto de resistencia y reivindicación que desafía tanto el sistema colonial y capitalista que explota los territorios, como al patriarcado que invisibiliza las voces y saberes de las mujeres indígenas. Es así que, desde el enfoque ecofeminista, esta defensa se comprende como parte de un proceso más amplio de cuestionamiento a las estructuras de poder que sostienen la explotación de los cuerpos y de la naturaleza. Se sostiene que existe una relación profunda entre la dominación de la naturaleza y la opresión de las mujeres, en particular de aquellas que habitan en contextos rurales e indígenas (Céspedes, s.f, p. 35). En el caso de la Amazonía, esta relación se hace evidente en la manera en que los territorios son concebidos como espacios vacíos y disponibles para ser explotados, al igual que los cuerpos femeninos son frecuentemente reducidos a objetos sin agencia ni autonomía.

Frente a esta lógica extractivista y patriarcal, Gualinga propone una alternativa profundamente transformadora, basada en el cuidado, el respeto y la revalorización integral de basada en el cuidado, el respeto y la revalorización de los territorios y de los saberes ancestrales de las comunidades indígenas. En este sentido, la recuperación y el fortalecimiento de los conocimientos ancestrales se convierten en una forma de resistencia activa frente al modelo de desarrollo dominante, configurando una propuesta ecofeminista que vincula la defensa del territorio con la justifica de género y la dignidad humana. Bajo el mismo esquema, el cuidado es resignificado dentro de su

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-008-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

discurso, deja de entenderse como una carga o imposición social atribuida tradicionalmente a las mujeres y se redefine como un principio ético y político esencial. Para Gualinga, cuidar implica sostener la vida en todas sus dimensiones, humana, comunitaria y ambiental. Que constituyen la base para la construcción de sociedades más justas, equitativas y sostenibles, que se transforman en una lucha ecofeminista. Paralelamente, el cuidado no se lo representa como una imposición social, sino como un principio ético y político esencial para la construcción de sociedades justas y sostenibles (Espejo, Fuertes y Gómez, 2021, p. 21). En sí, esta lucha liderada por Gualinga invita a reflexionar sobre la necesidad de repensar los modelos de desarrollo que han prevalecido en el Ecuador. Por lo que resulta evidente que las políticas extractivistas actuales, lejos de generar bienestar y progreso, han profundizado las desigualdades, vulnerado los derechos de los pueblos indígenas y degradado irreversiblemente el medioambiente.

La segunda lucha de Gualinga es la urgencia de visibilizar y erradicar las múltiples violencias que enfrentar las mujeres indígenas. Estas violencias no solo se manifiestan de manera física y sexual, sino que operan también en el plano simbólico, cultural y estructural. Durante décadas, estas mujeres han sido reducidas a un lugar marginal tanto dentro de sus comunidades como en la sociedad nacional. Indudablemente, se les niega el acceso a espacios de decisión, educación, justicia y reconocimiento social. En este caso, Gualinga rompe con esta lógica al posicionar el problema como parte de un entramado más complejo, donde el sexismo y el racismo actúan de manera entrelazada para mantener a las mujeres indígenas en condiciones de subordinación. Esta visión dialoga con lo que se denomina desposesión de los cuerpos femeninos, un proceso mediante el cual se les priva de no solo del control sobre sus cuerpos, sino también de su voz, su agencia y su reconocimiento como sujetas políticas. En este contexto, la violencia contra las mujeres indígenas no puede ser comprendida únicamente como una serie de agresiones individuales, sino como un mecanismo sistemático de control y dominación. Tal es así que, según (Cevallos, 2024, p. 53) esta violencia opera en varios niveles: es directa, como en los casos de violencia física, sexual y psicológica; es estructural, en tanto que se reproduce a través de instituciones que invisibilizan o

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-008-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

minimizan las denuncias; y es simbólica, al perpetuar imaginarios que tildan de inferiores a las mujeres, presentándolas como ignorantes, sumisas o carentes de valor.

Desde este análisis, Gualinga ha denunciado cómo estos imaginarios alimentan el círculo de violencia, pues al deshumanizar a las mujeres se naturaliza las agresiones en su contra, y se acompleja el acceso a la justicia. Desde su propia experiencia y de otras mujeres, ha evidenciado que los casos de violencia sexual, por ejemplo, suelen quedar impunes o incluso ser silenciados por las propias comunidades, temerosas de desafiar el orden patriarcal. Lo que defiende, por tanto, es mucho más que la eliminación de actos aislados de violencia sino una transformación profunda de las relaciones de poder que sustentan las agresiones. A su vez, su activismo se inscribe en lo que (Cevallos, 2024, p. 47) denomina *insubordinación*, es decir, la ruptura consciente con las normas que dictan que las mujeres indígenas deben permanecer calladas, sumisas o relegadas a roles patriarcales. Otro concepto clave que atraviesa su discurso es el de *cuerpos-territorios*, desarrollado por Cruz Hernández, donde se entiende que el cuerpo de las mujeres indígenas no puede desligarse de su contexto social-cultural y político, el control sobre el cuerpo femenino ya sea mediante la violencia sexual, el silenciamiento o la exclusión, implica un control simbólico sobre toda la existencia de estas mujeres. Vista desde el ecofeminismo esta problemática permite comprender que la violencia contra las mujeres no es un fenómeno aislado, sino que forma parte de un entramado histórico y estructural que subordina tanto a los cuerpos femeninos como a los cuerpos racializados y no occidentales. Como lo plantea (Quishpi, 2024, p. 29) el ecofeminismo latinoamericano no puede entenderse sin reconocer las especificidades de la región, aquí, los procesos de colonización, racismo, extractivismo y patriarcado se entrecruzan para producir formas particulares de opresión.

En este marco, los cuerpos de las mujeres se convierten en territorio de disputa, no solo en sentido literal, sino como espacio simbólico sobre el cual se ejerce control, violencia y despojo. Se evidencia que para erradicar la violencia contra las mujeres indígenas es indispensable adoptar enfoques interseccionales e interculturales, que reconozcan las

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-008-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

particularidades de género, etnia y clase que configuran esta problemática. Como señala el estudio de (Quishpi, 2024, p. 39) las políticas públicas y los marcos legales suelen ser ciegos a las realidades de las mujeres, lo que contribuye a su exclusión y a la perpetuación de las violencias. Por ende, Gualinga no solo interpela al Estado para que incorpore estos enfoques, sino que también desafía a las propias comunidades indígenas a revisar críticamente sus prácticas y creencias. Su lucha no solo se limita a la denuncia, sino que propone un camino de transformación colectiva, donde las mujeres indígenas sean reconocidas, respetadas y protegidas, no solo como víctimas de violencia, sino como protagonistas en la construcción de sociedades justas, libres y equitativas.

Conclusiones

La trayectoria de Nina Gualinga Sirén es el recordatorio que la resistencia no siempre se elige, a veces es la única opción ante un sistema que amenaza los cuerpos, los territorios y las identidades. Desde la espesura de la Amazonía ecuatoriana hasta los foros internacionales, Gualinga ha tejido una lucha multifacética que articula dos ejes inseparables: la defensa del territorio y la erradicación de las violencias que enfrentan las mujeres indígenas. Así, las dos luchas que encarna no son batallas aisladas, sino expresiones de una misma resistencia integral. Defender el territorio es defender los cuerpos; erradicar la violencia es cuestionar los cimientos del patriarcado y el racismo. Su voz, forjada entre selva, las aulas y los espacios internacionales, es un recordatorio urgente de que los desafíos globales no se resolverán sin escuchar y aprender de quienes, como ella, han hecho de la resistencia su forma de existir. En un mundo atravesado por crisis socioambientales, el pensamiento y acción de Gualinga invita a replantear los modelos de vida, a descolonizar las miradas y a construir alianzas verdaderas con los pueblos que, desde hace siglos, defienden la vida en su diversidad.

De tal manera, este estudio del liderazgo de Nina Gualinga permite comprender que el ecofeminismo indígena en el Ecuador no es una teoría abstracta, sino una práctica

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-008-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

política concreta que confronta estructuras históricas de dominación. Su experiencia evidencia cómo el extractivismo, el racismo y el patriarcado operan de manera articulada, produciendo múltiples formas de despojo tanto sobre los territorios como sobre los cuerpos de las mujeres indígenas. Bajo esta óptica, su acción no se limita a la denuncia, sino que configura una propuesta alternativa de organización social basada en el cuidado, la interdependencia y la defensa de la vida como principio ético central. De igual manera, su trayectoria revela las tensiones existentes entre el reconocimiento formal de derechos, como los derechos de la naturaleza y los derechos colectivos y la persistencia de políticas económicas que priorizan la explotación de recursos. Esta contradicción demuestra que la transformación estructural requiere no solo marcos normativos avanzados, sino voluntad política y cambios culturales profundos. A modo de cierre, este análisis permite afirmar que el ecofeminismo latinoamericano, encarnado en liderazgos como el de Gualinga, constituye una crítica integral al modelo de desarrollo dominante y una invitación a repensar las bases sobre las cuales se construyen las realidades. Más que una lucha sectorial, se trata de una propuesta civilizatoria que coloca la dignidad, la justicia y la sostenibilidad en el centro del debate contemporáneo.

Agradecimientos

Agradezco profundamente a la vida por haberme dado el privilegio de crecer en la Amazonía, un lugar que sembró en mí un profundo amor y respeto por la naturaleza y por las historias que nacen de ella. Ese entorno marcó mi sensibilidad y despertó la necesidad de escribir, de observar y de agradecer.

También quiero expresar mi gratitud a todas las personas que, de una u otra forma, hicieron posible que me convierta en escritora. A quienes creyeron en mis palabras, a quienes me inspiraron con sus experiencias y a quienes me acompañaron en este camino.

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-008-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

De manera especial, agradezco a todas las personas que me han guiado, enseñado y apoyado a lo largo de este recorrido en la escritura. Sus consejos, su generosidad y su confianza han sido fundamentales para que hoy pueda compartir estas palabras.

Declaraciones

La autora declara que no existe ningún conflicto de interés relacionado con la elaboración o publicación de este manuscrito. Asimismo, manifiesta que el trabajo ha sido desarrollado respetando los principios éticos de integridad académica y que no ha recibido financiamiento externo para su realización.

El contenido intelectual, las ideas y reflexiones presentadas son responsabilidad exclusiva de la autora. Para mejorar la claridad del lenguaje y la corrección sintáctica del texto, se utilizó inteligencia artificial únicamente como herramienta de apoyo en la revisión y edición del manuscrito.

Referencias

Barzallo, Gabriela. “Nina Gualinga levanta la voz contra violencia de género que sufren las mujeres indígenas.” *El País*, 8 Mar. 2024. https://elpais.com/america-futura/2024-03-08/nina-gualinga-levanta-la-voz-contra-violencia-de-genero-que-sufren-las-mujeres-indigenas.html.

Calderón, Carlos y Chávez Melany. “Invisibilización de la mujer ecuatoriana en la sociedad actual.” *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 6, no. 1, 2022, pp. 36–47. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i1.1757

Castro, Mayuri. “El Corazón de la Selva: Noemí Gualinga.” *Mongabay*, 9 Dec. 2020. https://es.mongabay.com/2020/12/noemi-gualinga-la-madre-de-la-selva-ecuador/.

Cevallos, Sofía. “Revista ACS: Análisis de los movimientos feministas en América Latina.” *Revista ACS*. 2024. https://revistes.ub.edu/index.php/ACS/article/view/47089/42260.

Céspedes, Geraldina. “Revista Iberoamericana de Lingüística Aplicada.” *Revista FUV*, (s.f) https://revista.fuv.edu.br/index.php/ribla/article/view/3084/2611.

Coba, Lisset, et al. “Disciplinas e interdisciplinas: diálogos cruzados sobre feminismos y ecologías desde una perspectiva decolonial y comunitaria.” *Feminismo y ambiente: un campo emergente en los estudios feministas de América Latina y el Caribe*, no. 59, CLACSO, 2022. https://www.clacso.org/wp-content/uploads/2022/10/Feminismo-ambiente.pdf

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-008-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

Cruz, Delmy. *Nosotras como mujeres que somos: entre la desposesión, la insubordinación y la defensa de los cuerpos-territorios*. Tesis doctoral, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS), 2020. http://ciesas.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1015/1035

Espejo, Dolores. Fuertes, Enrique y Gómez, Carlos. "Bases para una reconstrucción introspectiva del ecofeminismo en América Latina." *América Latina Hoy*, no. 89, 2021, pp. 3–17. https://www.researchgate.net/publication/358082841_Bases_para_una_reconstruccion_introspectiva_del_ecofeminismo_en_America_Latina

Fundação Getulio Vargas, Escola de Direito de São Paulo "Revista de Derecho y Garantías de la Vivienda." *SciELO Brasil*. 2022. https://doi.org/10.1590/2317-6172202238

Geojournalism plataforn. "InfoAmazonia: Nina Gualinga, la líder amazónica que ganó un premio internacional de conservación." *InfoAmazonia*, 9 May 2018. https://infoamazonia.org/es/2018/05/09/nina-gualinga-la-lider-amazonica-que-gano-un-premio-internacional-de-conservacion/?utm_source.com.

Miranda, Sarai. Yanes, Maritel. Martínez, Juan y Tuñón, Esperanza. Género y Violencias en América Latina. El Colegio de la Frontera del Sur. 2024. ISBN 978-607-8767-89-2

Redacción la Hora. "La Hora: Nina Gualinga, de Sarayaku, obtuvo el premio juvenil de conservación de WWF Internacional." *La Hora*, 18 May 2018. https://www.lahora.com.ec/archivo/Nina-Gualinga-de-Sarayaku-obtuvo-el-premio-juvenil-de-conservacion-de-WWF-Internacional-20180518-0008.html.

Reyes, Alex, and Ajavil, Diana. *Impactos de la explotación petrolera en la Amazonía ecuatoriana*. INREDH, 2005. https://www.inredh.org/archivos/documentos_ambiental/impactos_explotacion_petrolera_esp.pdf.

Quishpi, Franklin. FLACSO Ecuador. *Cambio climático, género y conservación en mujeres waorani de la Amazonía ecuatoriana*. FLACSO Ecuador, 2024. https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/10469/21280/TFLACSO-2024FRQC.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Troya, María. "Nina Gualinga: Mi corazón está en Sarayaku y mi espíritu en la selva." *Cosas Ecuador*. 2024. https://www.cosas.com.ec/noticias/nina-gualinga-mi-corazon-esta-en-sarayaku-y-mi-espiritu-en-la-selva

Viteri, María. "Violencia, géneros y derechos en el territorio." *Territorio, género y violencias*, edited by María A. Viteri, Universidad Andina Simón Bolívar, 2019, pp. 15–45, ISBN: 978-9942-09-633-3

HORIZONTES AMAZÓNICOS
Pastaza Unida & Solidaria

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-008-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

HORIZONTES AMAZÓNICOS | Pastaza Unida & Solidaria

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-009-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

Innovación sostenible: optimización de recursos y reducción de residuos en la producción de licor artesanal en Pastaza

Sustainable innovation: Optimizing resources and reducing waste in the production of artisanal liquor in Pastaza

Cholango Imbaquingo Oliver Francisco
Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

Begay Andi Diego Fernando
Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

Guevara Gómez Jefferson Daniel
Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

Caiza López Daysi Lorena
Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

Resumen

La producción de licor artesanal en la Amazonía ecuatoriana representa una actividad cultural y económica relevante que enfrenta desafíos ambientales por el uso intensivo de agua, energía y generación de residuos. Este estudio tuvo como objetivo proponer estrategias de Producción Más Limpia en la microempresa Puro-Puyo, Pastaza, orientadas a la optimización del uso de recursos y la reducción de impactos ambientales. Metodológicamente, se aplicaron herramientas de diagnóstico como diagrama de flujo, ecomapa, balances de materia y energía, y matrices de priorización para identificar puntos críticos del proceso productivo. Los resultados evidenciaron que la destilación y la molienda concentran las principales ineficiencias, destacando la generación de vinazas (620 L/día), el elevado consumo hídrico (845 L/día) y el uso de diésel (20 L/día). Se propuso un paquete de mejoras tecnológicas como un biodigestor anaerobio, compostaje de bagazo y circuito cerrado de enfriamiento con una inversión total de $2,300, un beneficio económico estimado de $13,781 anuales y un período de recuperación de aproximadamente dos meses. Se concluye que la PML permite mejorar simultáneamente el desempeño ambiental y económico, integrando innovación sostenible sin afectar los saberes tradicionales y contribuyendo al desarrollo sostenible en contextos amazónicos.

Palabras clave: producción más limpia, licor artesanal, vinazas, ecoeficiencia, Amazonía ecuatoriana.

Recibido: 23-03-2026 **Aceptado:** 24-03-2026 **Publicado:** 25-03-2026

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-009-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

Abstract

The production of artisanal liquor in the Ecuadorian Amazon represents a significant cultural and economic activity that faces environmental challenges due to the intensive use of water, energy, and waste generation. This study aimed to propose Cleaner Production (CP) strategies at the Puro-Puyo microenterprise, Pastaza, oriented toward optimizing resource use and reducing environmental impacts. Methodologically, diagnostic tools such as flow diagrams, ecomaps, mass and energy balances, and prioritization matrices were applied to identify critical points in the production process. The results showed that distillation and milling concentrate the main inefficiencies, highlighting the generation of vinasse (620 L/day), high water consumption (845 L/day), and diesel use (20 L/day). A package of technological improvements was proposed, including an anaerobic biodigester, bagasse composting, and a closed-loop cooling system, with a total investment of $2,300, an estimated annual economic benefit of $13,781, and a payback period of approximately two months. It is concluded that CP allows for the simultaneous improvement of environmental and economic performance, integrating sustainable innovation without affecting traditional knowledge and contributing to sustainable development in Amazonian contexts.

Keywords: cleaner production, artisanal liquor, vinazas, eco-efficiency, Ecuadorian Amazon.

Introducción

En la región amazónica del Ecuador, la producción artesanal de bebidas ancestrales como el licor artesanal o aguardiente constituye una práctica cultural profundamente arraigada, que se ha transmitido por generaciones y que representa una fuente complementaria de ingresos para numerosas familias. En la ciudad de Puyo y sus alrededores, este microemprendimiento se desarrolla mediante técnicas tradicionales que, si bien conservan el valor cultural y la identidad territorial, también enfrentan crecientes desafíos ambientales y productivos (Aguiar et al., 2021).

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-009-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

La elaboración artesanal de licor implica procesos como la recepción de materia prima, la molienda de la caña de azúcar, la fermentación natural del guarapo y la destilación en alambiques, actividades ampliamente descritas, en estudios relacionados con destilerías de pequeña escala. Estos procesos, al ser efectuados en instalaciones básicas y con recursos limitados, suelen generar altos consumos de agua y energía, así como una cantidad considerable de residuos orgánicos y efluentes líquidos que, en muchos casos, no reciben tratamiento adecuado (Ilibay-Granda, 2021).

El problema ambiental principal que enfrenta este tipo de microemprendimiento radica en el uso intensivo de recursos naturales, especialmente agua y biomasa forestal, necesaria para la producción de calor durante la destilación (Aguiar et al., 2021). La elevada demanda de agua para el enfriamiento en los alambiques, sumada a la generación continua de residuos como bagazo, lodos de fermentación y aguas residuales, puede provocar afectaciones en ecosistemas circundantes altamente sensibles, tal como lo señalan los estudios territoriales del sector (Gobierno Autónomo Descentralizado de Pastaza [GADPZ], 2017).

En una zona donde los ríos, quebradas y suelos actúan como pilares del equilibrio ecológico, la falta de sistemas de tratamiento y aprovechamiento de subproductos se traduce en pérdidas económicas, deterioro ambiental y riesgos para la salud comunitaria (Carvajal-Padilla, 2021). La quema de leña para calentar los alambiques contribuye indirectamente a la deforestación, agravada por la ausencia de prácticas de manejo sostenible de la biomasa.

Para enfrentar este desafío, la Producción Más Limpia (PML) surge como un enfoque estratégico esencial. La PML, centrada en la prevención de la contaminación desde el origen del proceso productivo, busca aumentar la eficiencia en el uso de recursos, disminuir la generación de residuos y promover el desarrollo sostenible en actividades industriales y agroindustriales (Aguiar et al., 2021). Su importancia en el medio del microemprendimiento de aguardiente en Puyo es particularmente relevante debido a

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-009-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

las características del entorno amazónico, donde los ecosistemas son altamente vulnerables a la presión antropogénica y donde las prácticas artesanales pueden ocasionar impactos acumulativos (GADPZ, 2017). Aplicar estrategias de PML constituye una oportunidad para optimizar recursos, mejorar la eficiencia operativa e incorporar tecnologías adaptadas a realidades comunitarias (Ilibay-Granda, 2021).

La aplicación de Producción Más Limpia no implica sustituir los conocimientos tradicionales ni eliminar las prácticas culturales asociadas al aguardiente artesanal. La PML se integra adecuadamente con estos saberes locales, permitiendo un marco de mejora continua mediante la reorganización de procesos, el uso eficiente de insumos y la incorporación de soluciones accesibles como sistemas de recirculación de agua o mejoras en la eficiencia térmica de los alambiques (Alvarado Ludeña, 2021). Desde este enfoque, la innovación sostenible actúa como puente entre tradición y modernidad, impulsando la competitividad y reduciendo los costos operativos del emprendimiento.

El sustento ideal de este estudio se fundamenta en la integración de la innovación sostenible, la optimización de recursos y la Producción Más Limpia. La innovación sostenible, entendida como la incorporación de mejoras tecnológicas, organizativas o ambientales que generan valor económico reduciendo la presión sobre los recursos naturales, resulta fundamental para el desarrollo de microemprendimientos amazónicos (ProAmazonía, 2021). La optimización de recursos implica usar de manera eficiente agua, energía y biomasa, disminuyendo pérdidas y evitando desperdicios. La PML articula ambos principios, priorizando la reducción de residuos desde la fuente y evitando soluciones reactivas o costosas. Este sustento conceptual integrado ha sido confirmado en investigaciones de agroindustrias tradicionales que demuestran la relevancia de mejorar los procesos fermentativos, energéticos y de manejo de residuos (Quishpe-López, 2020).

Desde una perspectiva científica, múltiples estudios en microindustrias agroalimentarias evidencian que la optimización de procesos mediante PML reduce

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-009-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

significativamente impactos ambientales, mejora el rendimiento y promueve la sostenibilidad económica (Instituto de Investigación Sinchi, 2023). La valorización del bagazo como insumo agrícola o energético contribuye tanto a disminuir la presión ambiental como a generar beneficios adicionales. De igual forma, el GADPZ (2017) señala que las actividades productivas en la Amazonía deben incorporar medidas preventivas debido a la sensibilidad ambiental del territorio, reforzando la necesidad de modelos ecoeficientes.

La justificación práctica de este estudio se sustenta en la urgencia de mejorar la eficiencia y reducir costos en el microemprendimiento de licor artesanal en Puyo. La implementación de prácticas de PML permite disminuir el consumo de agua y energía, reducir desperdicios de materia prima, mejorar la calidad del aguardiente y promover un ambiente de trabajo más seguro. Además, fortalece la imagen ambientalmente responsable del emprendimiento, lo cual es un factor diferenciador en mercados que valoran productos artesanales con trazabilidad ecológica y cultural (GADPZ, 2017).

El presente estudio tiene como objetivo proponer estrategias de innovación sostenible basadas en el enfoque de Producción Más Limpia para la optimización del uso de recursos, la minimización de la generación de residuos y la mejora de la ecoeficiencia en la producción de licor artesanal en la ciudad de Puyo, provincia de Pastaza.

Metodología / Descripción de la experiencia

Contexto de aplicación

La microempresa Puro-Puyo se ubica en la provincia de Pastaza, parroquia Puyo, en los alrededores de la comunidad de Putuimi, con coordenadas de latitud -1,55366° (1° 33′ 13″ S) y longitud -78,0223° (78° 1′ 20″ O), tal como se ilustra en la Figura 1. Esta zona se caracteriza por un entorno predominantemente rural cuyas actividades económicas se sustentan históricamente en la agricultura de subsistencia, la caza y la pesca. La

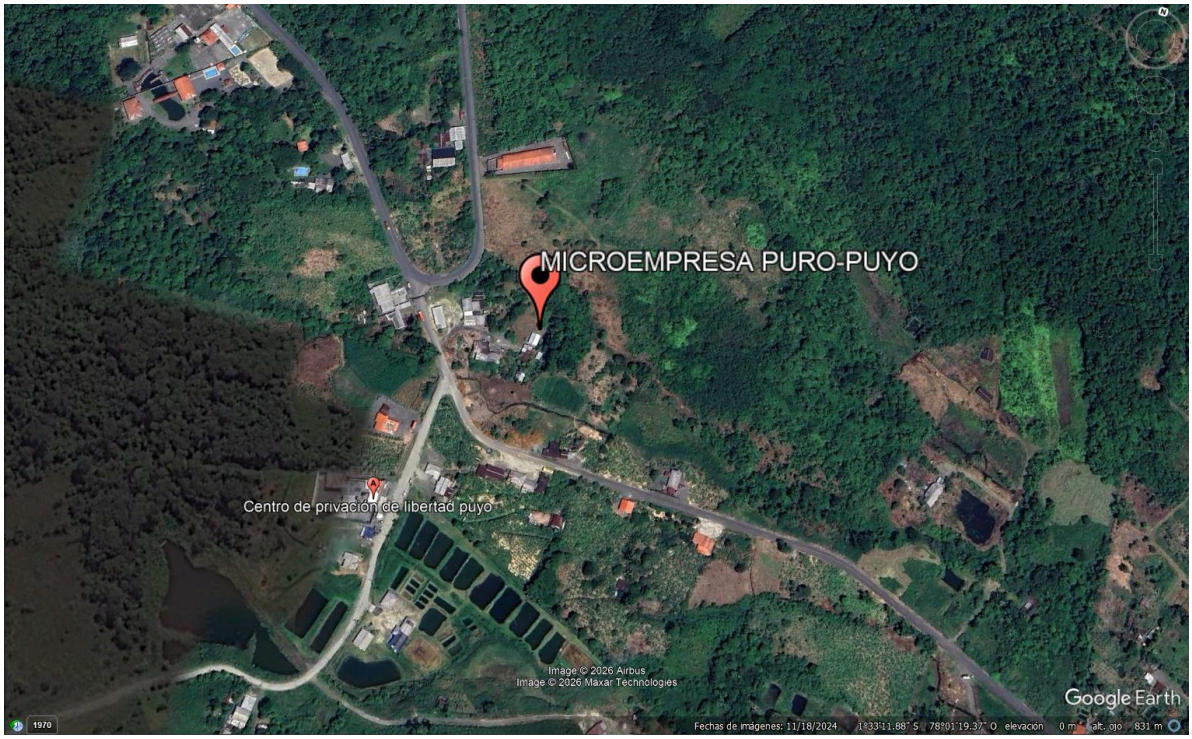
ID Documento: HA-Vol.2-N.1-009-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

microempresa opera en el sector de licores artesanales, constituyendo un caso representativo de microemprendimiento local con potencial de mejora en su gestión ambiental.

Figura 1

Mapa satelital de la ubicación de la microempresa Puro-Puyo



Nota: Tomado de Google Earth (2026).

Diseño metodológico

El presente estudio adoptó un enfoque basado en los principios de Producción Más Limpia (PML), definida por el PNUMA como la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a los procesos, productos y servicios para aumentar la eficiencia global y reducir los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente (Organización de Las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial [ONUDI], 2024). La metodología siguió una secuencia lógica de diagnóstico, cuantificación, priorización y evaluación de alternativas, conforme a los lineamientos de la ONUDI.

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-009-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

Técnicas e instrumentos aplicados

- **Diagnóstico del proceso productivo**

Se realizó un diagrama de flujo del proceso de elaboración de licor artesanal para identificar y describir, de manera ordenada, las etapas, actividades, recursos empleados y responsables involucrados. Esta herramienta permitió visualizar la secuencia operativa del sistema y detectar puntos de interés para el análisis de eficiencia.

Complementariamente, se aplicó un ecomapa para representar espacialmente las fuentes de consumo de recursos y generación de residuos al interior de las instalaciones. Los ecomapas permiten analizar, gestionar y comunicar sobre la gestión de recursos, agua, energía, materiales y suministros, así como la gestión de residuos, emisiones, vertidos y riesgos en una actividad productiva o funcional, en materia medioambiental (Severiche-Sierra & Ahumada-Villafañe, 2021). El ecomapeo es un proceso paso a paso para recopilar información útil y desencadenar acciones ambientales inmediatas, verificando procesos y comportamientos de los colaboradores e induciendo mejoras inmediatas. Los datos fueron levantados mediante observación directa en campo durante un período representativo de producción.

- **Balances de materia y energía**

Se elaboraron balances de materia y energía para cada etapa del proceso productivo con el objetivo de cuantificar las entradas (insumos, agua, energía) y salidas (productos, subproductos, residuos, emisiones). Esta herramienta es fundamental en la metodología de PML, pues el análisis involucra el cálculo de balances de masa

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-009-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

para identificar residuos sólidos y líquidos que pueden ser minimizados en el proceso (Neto et al., 2022). Los datos fueron obtenidos mediante medición directa en campo y revisión de registros operativos de la microempresa.

- **Identificación de puntos críticos y pérdidas**

A partir del análisis del diagrama de flujo, el ecomapa y los balances realizados, se identificaron los puntos críticos del proceso: aquellas etapas donde se concentran las mayores pérdidas de materia prima, agua o energía, o donde se genera el mayor impacto ambiental. Para priorizar las intervenciones se empleó una matriz de priorización que consideró criterios de magnitud del impacto, frecuencia de ocurrencia y viabilidad de mejora. La priorización de oportunidades preventivas facilita el proceso de mejora continua en las pequeñas empresas (Nunes et al., 2019).

- **Evaluación de opciones de Producción Más Limpia**

  Se identificaron y evaluaron alternativas de PML clasificadas en tres niveles jerárquicos, conforme a la metodología del PNUMA/ONUDI:

  - ✓ **Buenas prácticas operativas:** cambios en procedimientos, mantenimiento y gestión sin inversión tecnológica.
  - ✓ **Sustitución de insumos:** reemplazo de materiales por opciones de menor impacto ambiental o mayor eficiencia.
  - ✓ **Mejoras tecnológicas:** incorporación de equipos o procesos que incrementen la eficiencia en el uso de recursos.

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-009-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

Cada alternativa fue analizada mediante una evaluación de viabilidad técnica, económica y ambiental, utilizando indicadores cuantitativos (reducción estimada de residuos, ahorro energético, costo-beneficio) y cualitativos (facilidad de implementación, aceptación por parte del operador).

Consideraciones éticas

El desarrollo del presente estudio contó con la autorización expresa del propietario de la microempresa Puro-Puyo, quien consintió la realización de visitas técnicas a las instalaciones, la observación directa del proceso productivo y el levantamiento de información operativa y ambiental. La información recopilada fue utilizada exclusivamente con fines académicos e investigativos.

Resultados y aprendizajes

Diagrama de flujo

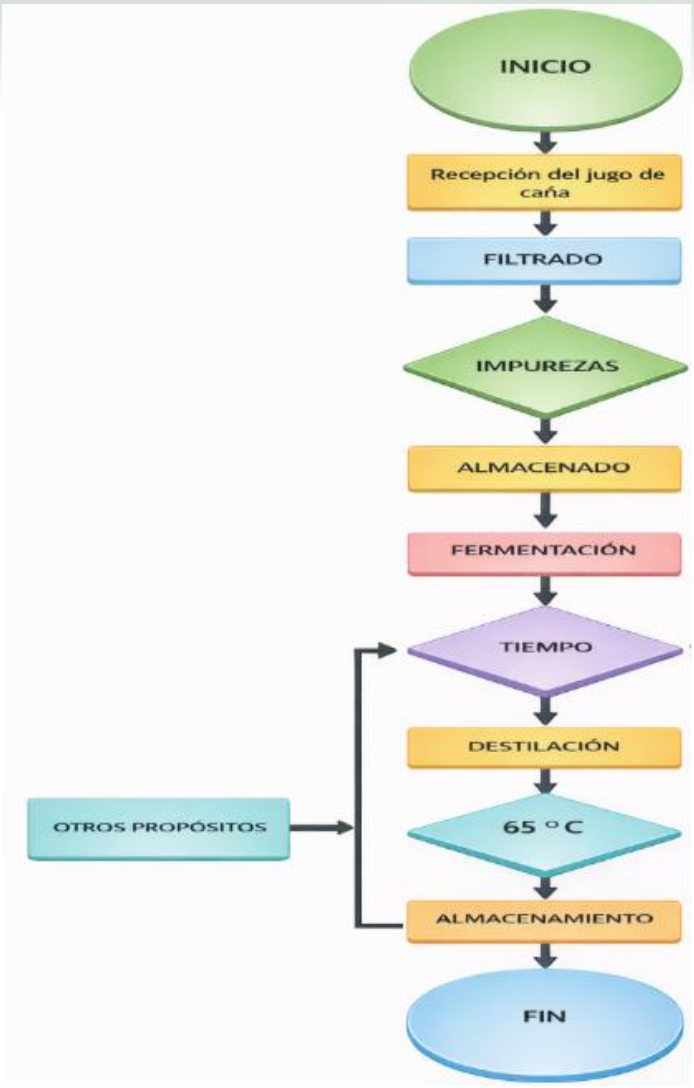
Mediante la visita técnica a las instalaciones de la microempresa Puro-Puyo, previa autorización del propietario, se identificaron seis etapas secuenciales en el proceso de elaboración de licor artesanal de caña, representadas en la Figura 2. El proceso artesanal de obtención de licor artesanal de caña utiliza un trapiche para la molienda, obteniéndose el jugo de caña que se almacena en recipientes para su posterior fermentación y destilación.

Figura 2

Diagrama de flujo

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-009-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales



Nota. Elaboración propia de los autores

- **Recepción del jugo de caña:** El proceso inició con la recepción de la caña de azúcar como materia prima. Tras un lavado para eliminar impurezas superficiales, la caña fue introducida en un trapiche que, mediante la presión de dos rodillos, permitió la extracción del jugo. El líquido obtenido fue recolectado y almacenado para las etapas posteriores.

- **Filtrado:** El jugo de caña fue sometido a un colado para eliminar astillas, fibras y residuos sólidos provenientes de la caña, conservando sus condiciones naturales. En

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-009-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

caso de detectarse impurezas, el jugo retornaba a esta etapa hasta garantizar su limpieza.

- **Almacenamiento del jugo:** El jugo filtrado fue almacenado en tanques fermentadores de acero inoxidable durante aproximadamente 24 horas, manteniéndose a una temperatura controlada de entre 20 y 25 °C, para prepararlo para la fermentación.

- **Fermentación:** El jugo permaneció en reposo entre dos y tres días, tiempo suficiente para alcanzar el grado de maduración necesario para la destilación.

- **Destilación:** Una vez alcanzada la maduración adecuada, el jugo fermentado fue calentado hasta la evaporación de sus componentes volátiles y su posterior condensación. La temperatura en la torre de destilación se mantiene alrededor de los 65 °C, etapa en la que se genera la mayor cantidad de vinazas, residuo líquido de alta carga orgánica que constituye el principal impacto ambiental del proceso.

- **Almacenamiento final:** El aguardiente obtenido fue recolectado y almacenado para su comercialización. El control de temperatura durante la destilación resultó esencial para garantizar la calidad del producto y evitar la formación de compuestos indeseables como el metanol.

Ecomapa

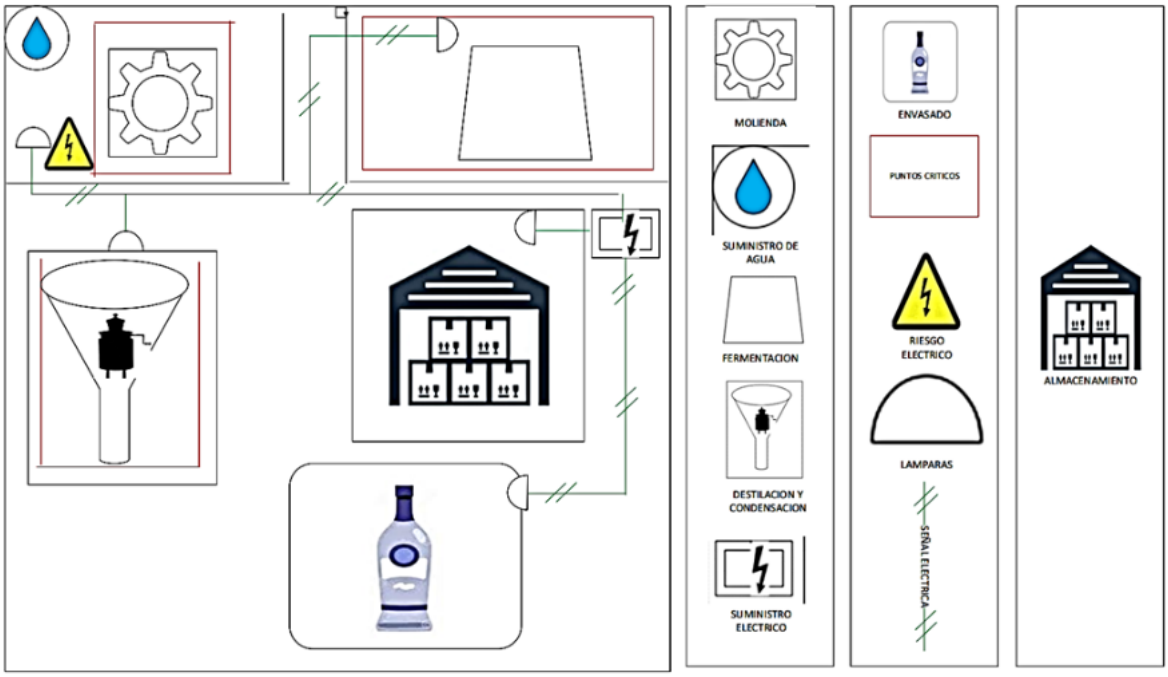
El ecomapa elaborado (Figura 3) permitió identificar y representar gráficamente, de forma espacial, las principales fuentes de consumo de recursos y generación de residuos dentro de las instalaciones. Se identificaron como zonas de mayor impacto ambiental: el área de molienda por su consumo de combustible diésel y generación de bagazo; el área de destilación por su elevado consumo energético y generación de vinazas; y las zonas de almacenamiento por la disposición inadecuada de residuos sólidos.

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-009-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

Figura 3

Ecomapa



Nota. Elaboración propia de los autores

Balance de materia y energía

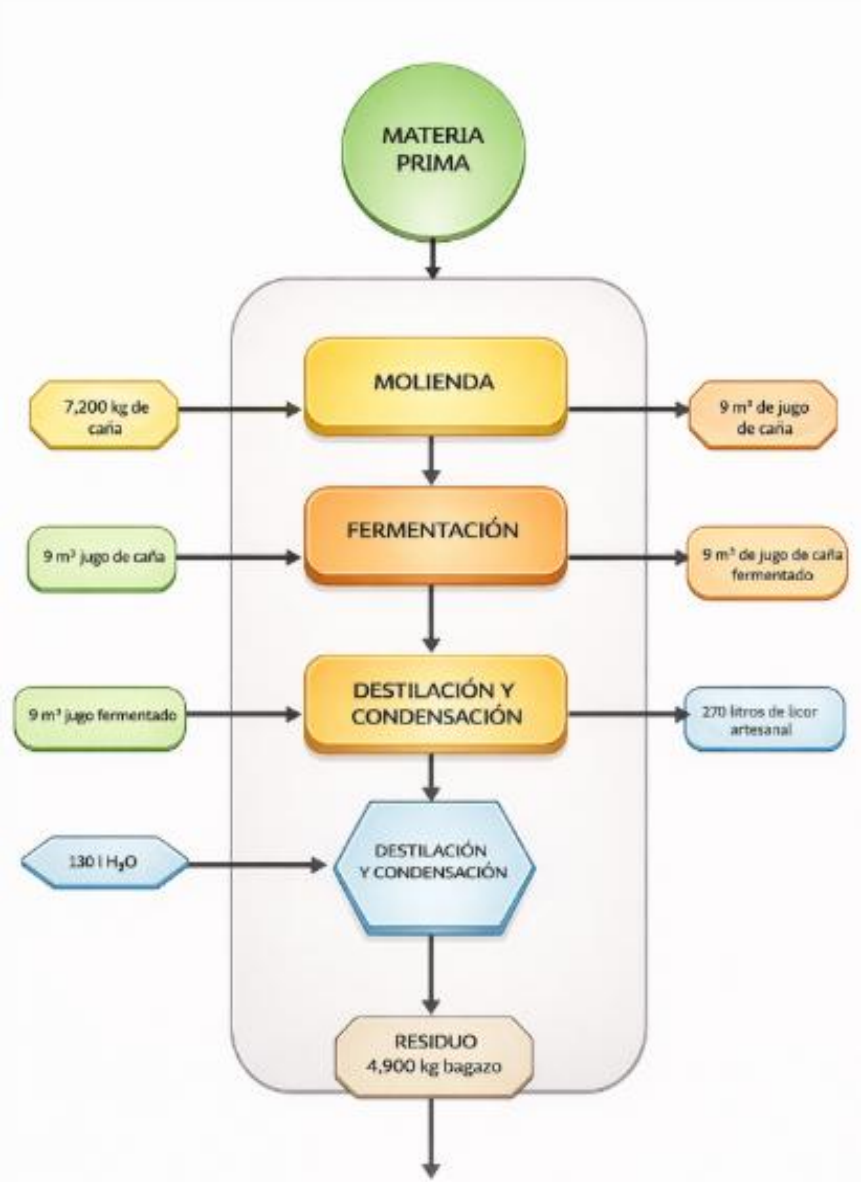
Se elaboró el balance de materia para cuantificar todas las entradas y salidas del sistema por jornada productiva, tomando como base 1,800 kg de caña de azúcar ingresada (9 m^3 a una densidad aparente de 200 kg/m^3), cuyos resultados globales se presentan en la Tabla 1 y se representan esquemáticamente en la Figura 4.

Figura 4

Balance de materia

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-009-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales



Nota. Elaboración propia de los autores

Para el balance de energía se cuantificó el consumo energético por etapa del proceso, partiendo del dato declarado de 30.49 kWh/día de consumo total medido, cuyos resultados se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1

Distribución del consumo energético por etapa

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-009-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

Etapa	Equipo/fuente	Consumo estimado	% del total
Molienda	Motor trapiche (diésel: 20 L × 10,7 kWh/L equiv.)	214 kWh equiv.	—
Destilación	Resistencia/quemador caldera	18.30 kWh eléc.	60.00%
Enfriamiento	Bomba de agua + condensador	6.10 kWh	20.00%
Iluminación	Luminarias convencionales	3.05 kWh	10.00%
Otros (bombas, filtros)	Equipos auxiliares	3.04 kWh	10.00%
Total, eléctrico medido		**30.49 kWh/día**	**100%**

Nota. Elaboración propia de los autores.

Adicionalmente, el trapiche consume 20 L de diésel/día, equivalentes a aproximadamente 214 kWh de energía primaria (PCI diésel ≈ 10.70 kWh/L), con una eficiencia mecánica estimada del 30%, resultando en aproximadamente 64 kWh de trabajo útil. Los indicadores de intensidad energética del proceso se sintetizan en la Tabla 2.

Tabla 2

Indicadores de intensidad energética del proceso

Indicador	Valor
Consumo eléctrico por litro de producto	0.113 kWh/L
Consumo total (eléctrico + diésel) por litro	0.906 kWh/L
Consumo eléctrico mensual (22 días hábiles)	670.78 kWh/mes
Costo energético mensual ($0,13/kWh)	$87.20/mes

Nota. Elaboración propia de los autores.

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-009-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

Respecto al balance térmico de la destilación, para elevar 950 L de mosto desde 20 °C hasta la temperatura de operación de 65 °C se requiere:

$$Q = m \times Cp \times \Delta T = 950\,kg \times 4.18\frac{kJ}{kg}\cdot °C \times (65-20)°C = 178{,}695\,kJ$$
$$= 49.60\,kWh$$

El sistema opera con una eficiencia térmica estimada del 37%, lo que implica que de los 49,6 kWh teóricos requeridos, el equipo consume aproximadamente 18.30 kWh eléctricos netos, valor coherente con los datos medidos y que evidencia una pérdida térmica del 63% susceptible de reducirse mediante mejoras en el aislamiento del sistema de destilación.

Balance de costos

Se elaboró el balance de costos considerando los cinco rubros directamente asociados a la producción por jornada, cuyos valores se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3

Balance de costos del proceso productivo

Rubro	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario	Costo Total U$
Caña de azúcar	m3	9	25	225.00
Combustible diésel	L	20	1.30	26.00
Botellas de plástico 1L	Unidad	270	0.10	27.00
Consumo de energía	kwh/día	30.49	0.13	3.96
Mano de obra	Salario/semana	3	110.19	330.57
Total				**612.53**

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-009-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

Nota. Elaboración propia de los autores.

El costo total por jornada productiva asciende a $612.53 USD. La mano de obra representa el rubro de mayor incidencia con el 53.97% del costo total ($330.57), seguida por la materia prima con el 36.73% ($225.00). El combustible diésel, los envases plásticos y el consumo eléctrico representan en conjunto el 9.46% restante, siendo este último el de menor peso económico directo ($3.96/día), aunque su impacto ambiental resulta significativo en términos de emisiones asociadas al proceso.

Identificación y priorización de puntos críticos

A partir del diagrama de flujo, el ecomapa y los balances de materia y energía, se identificaron tres puntos críticos del proceso, cuantificados en la Tabla 4.

Tabla 4

Puntos críticos identificados en el proceso productivo

Punto crítico	Principal problema	Dato cuantitativo clave
Destilación	Generación de vinazas y alto consumo energético e hídrico	620 L vinazas/día (DQO ~80.000 mg/L); 18,30 kWh/día (60% del total); 845 L agua/día
Molienda	Consumo de diésel, bagazo sin valorizar y bajo rendimiento de extracción	20 L diésel/día (53.6 kg CO_2/día); 720 kg bagazo/día; rendimiento 55% vs. 60–65% referencial
Envasado	Generación de residuos plásticos sin gestión	270 botellas PET/día ≈ 8.1 kg plástico/día

Nota. Elaboración propia de los autores.

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-009-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

Para priorizar las intervenciones se aplicó una matriz de criticidad con cuatro criterios ponderados, cuyos resultados se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5

Matriz de priorización de puntos críticos

Criterio	Peso	Destilación	Molienda	Envasado
Magnitud del impacto ambiental	30%	5	4	2
Consumo de recursos	25%	5	4	1
Frecuencia de ocurrencia	25%	5	5	5
Viabilidad de mejora	20%	4	5	4
Puntaje ponderado		4.75	4.45	3.00
Prioridad		1°	2°	3°

Nota. Elaboración propia de los autores.

La destilación y la molienda fueron priorizadas para la aplicación inmediata de medidas de PML, dado que concentran conjuntamente el 95% de las pérdidas económicas y ambientales cuantificadas (~$23,700/año entre insumos desaprovechados, energía ineficiente y residuos sin valorizar). El envasado, si bien genera impacto acumulado relevante, puede abordarse en una segunda fase dada su menor criticidad relativa.

Propuesta de Producción Más Limpia

A partir de los puntos críticos priorizados, se evaluaron alternativas de PML en tres niveles jerárquicos conforme a la metodología del PNUMA/ONUDI.

- **Buenas prácticas operativas**

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-009-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

En destilación, se propone el control estricto de temperatura (65–78 °C) mediante termómetros de lectura directa, lo que mejoraría el rendimiento alcohólico en un 3–5%, representando un ingreso adicional estimado de $1,267–$3,010/año. En iluminación, la sustitución de luminarias convencionales por tecnología LED reduciría el consumo en esta línea un 60%, con un ahorro de $62.83/año y recuperación de la inversión ($80 USD) en menos de un año.

- **Sustitución de insumos**

  Se propone el uso de boquillas de alta presión y bajo caudal en el lavado de caña, reduciendo el consumo de agua en molienda entre un 40–60% (de 120 L/día a 48–72 L/día) y disminuyendo la carga orgánica descargada al sistema de drenaje.

- **Mejoras tecnológicas**

  Se proponen tres intervenciones de mayor alcance, evaluadas en la Tabla 6.

Tabla 6

Evaluación técnico-económica de mejoras tecnológicas propuestas

Alternativa	Inversión (USD)	Beneficio principal	Beneficio anual (USD)	PRI
Biodigestor anaerobio para vinazas	$800	Sustitución 60% diésel; eliminación de vinazas	$4.118	< 3 meses
Compostaje de bagazo	$300	240 kg compost/día comercializable	$9,504	< 12 días

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-009-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

Circuito cerrado de enfriamiento	$1,200	Reducción hídrica 90–95% (845 → 45 L/día)	$158.89	~7,5 años
Paquete PML completo	$2,300	Eliminación de principales pasivos ambientales	~$13,781	~2 meses

Nota. Elaboración propia de los autores. *PRI = Período de Recuperación de la Inversión. El PRI del paquete completo refleja el retorno integrado, liderado por el biodigestor y el compostaje.*

Las tres alternativas tecnológicas propuestas presentan niveles de rentabilidad distintos. El compostaje de bagazo resulta la opción más atractiva económicamente, con una inversión mínima de $300 y un retorno en menos de 12 días gracias a la comercialización de 240 kg de compost diarios. El biodigestor anaerobio, con una inversión de $800, permite sustituir el 60% del diésel consumido y eliminar las vinazas, recuperando la inversión en menos de tres meses. El circuito cerrado de enfriamiento, aunque reduce el consumo hídrico entre un 90 y 95%, presenta el período de recuperación más largo (~7.5 años) debido a su bajo beneficio económico directo, siendo su mayor aporte de naturaleza ambiental. En conjunto, la implementación del paquete PML completo requiere una inversión total de $2,300 y genera un beneficio anual estimado de $13,781, recuperable en aproximadamente dos meses, dado que el biodigestor y el compostaje lideran el retorno económico del paquete integrado.

Discusión

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-009-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

Los resultados obtenidos evidencian que el proceso de producción de licor artesanal en la microempresa analizada presenta ineficiencias significativas en el uso de recursos, especialmente en las etapas de destilación y molienda, lo cual coincide con lo reportado en estudios recientes sobre microindustrias agroalimentarias en contextos rurales (Kumar et al., 2021). En particular, el elevado consumo energético y la generación de vinazas con alta carga orgánica confirman que la destilación constituye el principal punto crítico ambiental, situación similar a la identificada en estudios sobre efluentes agroindustriales, donde este residuo representa un desafío importante debido a su potencial contaminante (Santos et al., 2019).

Comparativamente, investigaciones recientes han demostrado que la implementación de estrategias de Producción Más Limpia puede reducir significativamente el consumo de recursos y la generación de residuos en pequeñas agroindustrias (Bernal & Vanotti, 2023; Hadi, 2024). En este estudio, las propuestas planteadas, como el uso de biodigestores y sistemas de recirculación de agua, muestran resultados potenciales consistentes con dichos enfoques, lo que valida su aplicabilidad técnica y ambiental.

En relación con el consumo energético, el uso de diésel en la molienda representa una fuente importante de emisiones de CO_2, lo cual coincide con estudios que evidencian la dependencia de combustibles fósiles en sistemas productivos rurales. En contraste, investigaciones recientes destacan que la sustitución parcial de estos combustibles por biogás generado a partir de residuos orgánicos puede reducir significativamente la huella de carbono (Rojas-Flores et al., 2024; Chávez-González et al., 2025).

Por otro lado, el desaprovechamiento del bagazo identificado en este estudio refleja una pérdida de valor económico y energético. Este hallazgo coincide con investigaciones que señalan que los residuos agrícolas pueden ser utilizados como fuente de energía o materia prima para compostaje, contribuyendo a la economía circular (Zhang, 2024; Wahyudin & Oge, 2025).

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-009-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

En cuanto al consumo hídrico, la elevada demanda de agua en la etapa de enfriamiento evidencia una gestión ineficiente del recurso. Investigaciones recientes sugieren que la implementación de sistemas cerrados puede reducir significativamente el consumo de agua en procesos productivos (Yuan et al., 2025).

En términos generales, los resultados confirman que la aplicación de estrategias de Producción Más Limpia no solo permite reducir impactos ambientales, sino también mejorar la eficiencia económica del proceso, tal como lo evidencian múltiples investigaciones en el ámbito de pequeñas industrias (Caiza López et al., 2025; Hadi, 2024). En este sentido, el beneficio económico estimado y el corto periodo de recuperación de la inversión demuestran que la sostenibilidad ambiental puede integrarse de manera efectiva con la rentabilidad productiva.

Conclusiones

El presente estudio demuestra que la producción artesanal de aguardiente en la microempresa Puro-Puyo presenta ineficiencias estructurales significativas en el uso de recursos, particularmente en las etapas de destilación y molienda, donde se concentran los mayores consumos de energía, agua y generación de residuos. La identificación de estos puntos críticos, sustentada en balances de materia y energía, permitió evidenciar que el proceso actual no solo genera impactos ambientales relevantes como la descarga de vinazas con alta carga orgánica y emisiones asociadas al uso de diésel, sino también pérdidas económicas evitables.

La aplicación del enfoque de Producción Más Limpia (PML) resultó ser una herramienta eficaz para diagnosticar, priorizar e intervenir sobre dichas ineficiencias, permitiendo la formulación de estrategias técnica y económicamente viables. Las alternativas

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-009-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

propuestas, particularmente el biodigestor anaerobio, el compostaje del bagazo y el sistema cerrado de enfriamiento, evidencian un alto potencial de reducción de impactos ambientales, destacando la eliminación de vertidos contaminantes, la disminución del consumo de combustibles fósiles y la optimización del uso del recurso hídrico.

Desde una perspectiva económica, los resultados confirman que la sostenibilidad ambiental puede integrarse de manera directa con la rentabilidad del microemprendimiento. El beneficio económico estimado y el corto período de recuperación de la inversión demuestran que las estrategias de PML no representan un costo adicional, sino una oportunidad de mejora productiva y competitiva.

También el estudio valida que la incorporación de innovación sostenible en contextos amazónicos no requiere la sustitución de saberes tradicionales, sino su fortalecimiento mediante soluciones tecnológicas apropiadas y adaptadas al entorno local. Este enfoque permite mantener la identidad cultural del proceso productivo, al tiempo que se mejora su desempeño ambiental y eficiencia operativa.

Finalmente, se concluye que la implementación de modelos de Producción Más Limpia en microindustrias artesanales constituye una estrategia clave para promover el desarrollo sostenible en la Amazonía ecuatoriana. Su aplicación no solo contribuye a la conservación de ecosistemas altamente sensibles, sino que también fortalece la resiliencia económica de los emprendimientos locales, alineándose con los principios de economía circular y sostenibilidad territorial.

Agradecimientos

Al propietario de la microempresa Puro-Puyo.

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-009-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

Declaraciones

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés. Además, el trabajo no recibió financiamiento externo. El uso de inteligencia artificial se limitó exclusivamente a fines de apoyo en la redacción, garantizando en todo momento la originalidad de los autores

Referencias

Aguiar, S., Panimboza-Ojeda, A. P., Soto-Cabrera, A. I., Cuyanquillo-Barrionuevo, J. X., Pérez-Martínez, A., & Diéguez-Santana, K. (2021). *Propuesta para la producción más limpia en destilerías artesanales*. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica, 24(2). https://doi.org/10.31910/rudca.v24.n2.2021.1500

Alvarado Ludeña, G. R. (2021). *Obtención de bioetanol a partir del bagazo de caña* [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio UPS. https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21229/1/UPS-CT009334.pdf

Bernal, M. P., & Vanotti, M. B. (2023). Insights in waste management in agroecosystems: 2021. Frontiers in Sustainable Food Systems, 7. https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1176007

Caiza López, D. L., Jacome Viera, M. F., Macias Farias, E. F., & González Caiza, D. A. (2025). Economía circular: estrategias sostenibles para la gestión de residuos y la conservación de la biodiversidad en la Amazonía ecuatoriana. *Revista Científica Multidisciplinaria InvestiGo*, *6*(17), 183-198. https://doi.org/10.56519/3rms0982

Carvajal-Padilla, V. P., Ambukudi, R., Chele, E., Pereira, L., & Dieguez-Santana, K. (2021). Alternativas de producción más limpias para la destilería "Puro Puyo", Pastaza, Ecuador. *Revista de I+D Tecnológico*, *17*(1), 5–13. https://portal.amelica.org/ameli/journal/339/3392002002/html/

Chávez-González, M. L., Aguilar-Zárate, P., & Haghi, A. K. (2025). *Energy recovery from agro-food waste: New technologies for sustainable development*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-89099-4

Gobierno Autónomo Descentralizado de Pastaza [GADPZ]. (2017). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Pastaza 2017*. https://www.pastaza.gob.ec/planificacion/pdot_provincial_actualizacion_2017.pdf

Google Earth. (2026). *Imagen satelital: Microempresa Puro-Puyo, Pastaza, Ecuador* [Software de mapas]. Google. https://earth.google.com

Hadi, G. A. (2024). The implementation of cleaner production throughout various industries. *Journal Of Waste And Sustainable Consumption.*, *1*(2), 64-76. https://doi.org/10.61511/jwsc.v1i2.2024.1246

Ilibay-Granda, C. G., González-Morales, B. D., Muñoz-Ganan, R. D., Sarduy-Pereira, L. B., & Diéguez-Santana, K. (2021). Estrategia de producción más limpia para la destilería de alcohol artesanal "San Vicente", Pastaza, Ecuador. *BISTUA Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, *19*(1), 24–30. https://doi.org/10.24054/bistua.v19i1.932

Instituto de Investigación Sinchi. (2023). Emprendimientos sostenibles en la Amazonía colombiana. https://ierna.sinchi.org.co/informe/9-emprendimientos-sostenibles-en-la-amazonia-colombiana/

Kumar, A., Sah, B., Singh, A. R., Deng, Y., He, X., Kumar, P., & Bansal, R. C. (2021). Cleaner production strategies and their role in sustainability. *Journal of Cleaner Production*, *295*, 125576. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.125576

Neto, G. C. de O., Leite, R. R., Lucato, W. C., Vanalle, R. M., Amorim, M., Matias, J. C. O., & Kumar, V. (2022). Overcoming barriers to the implementation of cleaner production in small enterprises in the mechanics industry: Exploring economic gains and contributions for sustainable development goals. *Sustainability*, *14*(5), 2944. https://doi.org/10.3390/su14052944

Nunes, J. R. R., da Silva, J. E. A. R., da Silva Moris, V. A., & Giannetti, B. F. (2019). Cleaner production in small companies: Proposal of a management methodology. *Journal of Cleaner Production*, *218*, 357–366. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.219

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial - ONUDI. (2024). *Guía Metodológica de Producción más limpia para mipymes*. https://issuu.com/unionindustrialparaguaya/docs/gu_a_metodol_gica_pml_9dic24

ProAmazonía. (2021). *Cinco comunidades amazónicas culminan la metodología iniciando con su negocio*. https://www.proamazonia.org/cinco-comunidades-amazonicas-culminan-la-metodologia-iniciando-con-su-negocio/

Quishpe-López, J. D., Lliguicota-Guarquila, J. P., Sarduy-Pereira, L. B., & Diéguez-Santana, K. (2020). La producción más limpia como estrategia de valorización (ecoeficiencia) del centro de faenamiento, Puyo, Pastaza, Ecuador. *Revista Científica de la FACENA*, *16*(3), 59–74. https://scielo.iics.una.py/scielo.php?pid=S2409-87522020000300059&script=sci_arttext

Rojas-Flores, S., De La Cruz-Noriega, M., Cabanillas-Chirinos, L., Cabanillas-Chirinos, N., Castillo-Jacinto, F., & Delfín-Narcizo, R. (2024). Use of agricultural waste in the generation of electrical energy: A bibliometric analysis. *Processes*, *12*(6), 1178. https://doi.org/10.3390/pr12061178

Santos, F., Mario, D. M., Rabelo, S. C., & Eichler, P. (2019). Sugarcane Biorefinery, Technology and Perspectives. En *Elsevier eBooks*. https://doi.org/10.1016/c2017-0-00884-4

Severiche-Sierra, C., & Ahumada-Villafañe, I. (2021). Ecomapa o ecomapeo en el sector productivo: Herramienta práctica para el diagnóstico de la situación ambiental. *IPSA Scientia, Revista Científica Multidisciplinaria*, *6*(2), 52–62. https://doi.org/10.25214/27114406.1139

Wahyudin, C. I., & Oge, L. (2025). Utilization of oil palm waste as a renewable energy source: A review. *Journal of Agriculture and Sustainability*, *1*(2). https://doi.org/10.64690/agrones.v1i2.280

Yuan, H., Huang, P., Yu, J., Zeng, Y., Liao, Q., Xia, A., & Zhu, X. (2025). Efficient wastewater treatment and biomass co-production using microalgae. *RSC Advances*, *15*, 14030–14041. https://doi.org/10.1039/D5RA00281H

Zhang, Z. (2024). Sustainable utilization of agricultural waste and biomass for energy production. *Applied and Environmental Materials Proceedings*. https://doi.org/10.54254/2754-1169/2024.17768

HORIZONTES AMAZÓNICOS | Pastaza Unida & Solidaria

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-002-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

Liderazgo femenino en la comunidad Sarayaku y su construcción en el contexto amazónico

Female Leadership in the Sarayaku Community and Its Construction in the Amazonian Contex

Carla Daniela Guevara Inga

Colectiva Sacha Warmi, Ecuador

Resumen

El caso estudiado ocurrió en la comunidad amazónica de Sarayaku, en Ecuador, y abordó el liderazgo femenino indígena en un contexto tradicionalmente dominado por estructuras patriarcales. El estudio se centró en cómo las mujeres de Sarayaku han logrado construir y consolidar su liderazgo en la esfera pública y privada, superando barreras culturales, sociales y políticas. Se buscó documentar las formas de participación de las mujeres en la comunidad, analizando los roles de género y los cambios en la estructura social interna. Se aplicó un enfoque etnográfico, con trabajo de campo y entrevistas a las mujeres líderes de Sarayaku, lo que permitió una comprensión profunda de las dinámicas sociales y políticas locales. Los hallazgos principales mostraron que el liderazgo femenino emergió de una lucha constante por la visibilización y la equidad, donde las mujeres fueron clave en la defensa del territorio y la cultura. A pesar de las dificultades, las mujeres encontraron espacios alternativos como el activismo y el liderazgo comunitario. Esta experiencia es importante porque destaca cómo las mujeres indígenas, históricamente marginadas, se han convertido en actores centrales en la defensa de sus derechos y territorio. Aporta al campo de estudio de los movimientos indígenas y el liderazgo de género, brindando un modelo de empoderamiento y resistencia.

Palabras clave: Liderazgo femenino; Comunidad Sarayaku; Defensa territorial; Extractivismo

Recibido: 26/01/2026 **Aceptado:** 29/01/2026 **Publicado:** 30/01/2026

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-002-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

Abstract

The case studied took place in the Amazonian community of Sarayaku, Ecuador, and addressed indigenous female leadership in a context traditionally dominated by patriarchal structures. The study focused on how the women of Sarayaku have managed to build and consolidate their leadership in both the public and private spheres, overcoming cultural, social, and political barriers. The aim was to document the forms of women's participation in the community, analyzing gender roles and changes in the internal social structure. An ethnographic approach was applied, with fieldwork and interviews with the women leaders of Sarayaku, which allowed for a deep understanding of local social and political dynamics. The main findings showed that female leadership emerged from a constant struggle for visibility and equity, where women were key in defending their territory and culture. Despite the challenges, women found alternative spaces such as activism and community leadership. This experience is important because it highlights how historically marginalized indigenous women have become central actors in defending their rights and territory. It contributes to the field of indigenous movements and gender leadership, offering a model of empowerment and resistance.

Key Words: Female leadership; Sarayaku community; Territorial defense; Extractivism

Introducción

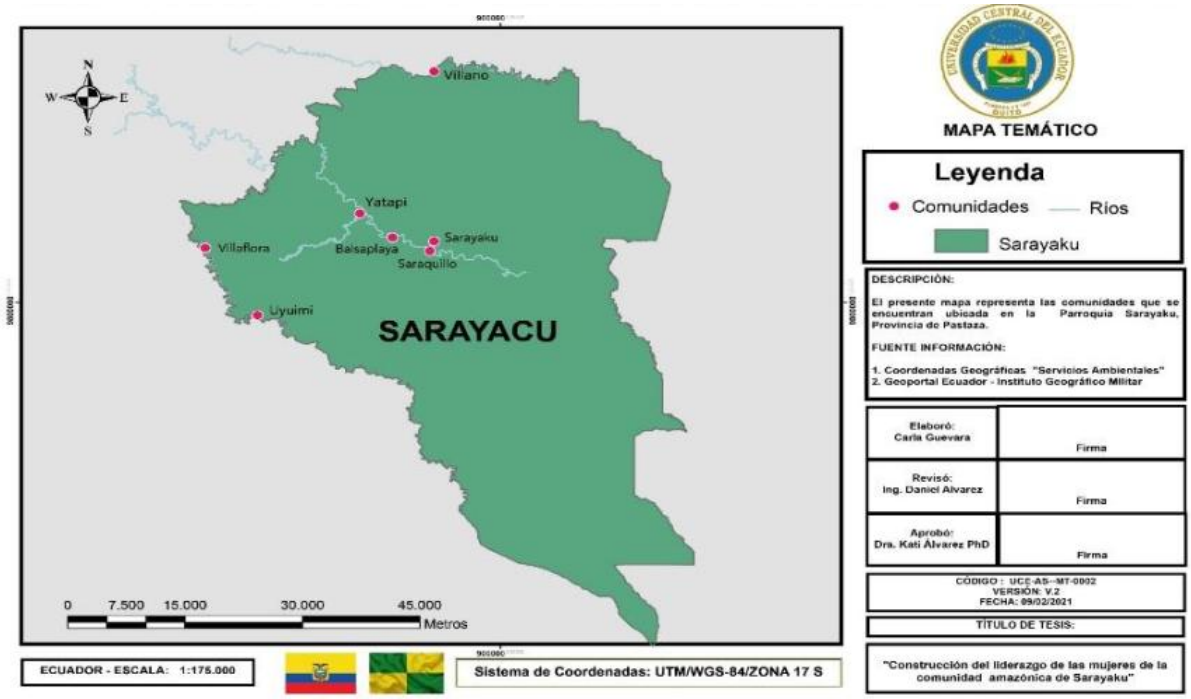
El liderazgo femenino indígena en la Amazonía ecuatoriana, particularmente en la comunidad Sarayaku, se ha consolidado como un fenómeno de resistencia frente a estructuras patriarcales y extractivistas. Este caso resulta paradigmático para comprender cómo las mujeres amazónicas han desafiado las imposiciones de género, colonialidad y capitalismo extractivo, construyendo liderazgo y presencia política tanto a nivel local como internacional. El conflicto contra la petrolera CGC en territorio kichwa de Sarayaku, en el que las mujeres jugaron un papel fundamental al interpelar públicamente la autoridad masculina y al detener a los técnicos de la empresa, marcó un hito en la lucha de las mujeres por la defensa de sus derechos y territorios. Este acto de resistencia, documentado en el filme "Yo soy defensor de la selva", trascendió el ámbito comunitario y se convirtió en un referente internacional, posicionando a las mujeres de Sarayaku como figuras clave en la defensa ambiental y en la lucha por la justicia social (Suárez, 2025).

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-002-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

Figura 1

Mapa del territorio de la parroquia Sarayaku con sus respectivas comunidades



Fuente: GEOPORTAL INSTITULTO GEOGRÁFICO MILITAR

La organización de las mujeres sarayaku se articula en el colectivo Mujeres Amazónicas Defensoras de la Selva, que aboga por un liderazgo escalonado, comenzando en las comunidades locales, expandiéndose a las ciudades amazónicas y finalmente irrumpiendo en los grandes centros de decisión, donde se definen las políticas sobre el uso de los recursos naturales (Suárez, 2025; Sempértegui, 2023). Este colectivo ha logrado visibilizar la intersección entre patriarcado, extractivismo y colonialidad, posicionando a las mujeres como guardianas del bosque y defensoras de la vida en su conjunto (Suárez, 2025).

A pesar de los avances, las mujeres indígenas continúan enfrentando una "doble carga" en su participación política, equilibrando sus roles tradicionales con el trabajo político y la lucha contra las estructuras sexistas que aún persisten dentro de las propias organizaciones indígenas (Cárdenas, 2018). Este estudio busca documentar cómo las mujeres de Sarayaku han logrado reconfigurar roles de género, transformándose en sujetos políticos visibles que no solo luchan por la defensa de su territorio, sino que

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-002-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

también proponen un cambio en la estructura social y ecológica global, a través de la concepción de marcos legales alternativos como el Bosque Viviente o Kawsak Sacha (Suárez, 2025; Sempértegui, 2023). La experiencia de Sarayaku aporta un modelo de empoderamiento femenino indígena que trasciende las fronteras nacionales, convirtiéndose en un referente en la lucha por la justicia social y ambiental.

Figura 1

Dirigentes mujeres en Sarayacu



Metodología / Descripción de la experiencia

El desarrollo del estudio sobre la construcción del liderazgo de las mujeres en la comunidad amazónica de Sarayaku se organizó en varias fases, cada una enfocada en la recolección y análisis de datos clave. A continuación, se detallan las acciones realizadas, especificando los actores involucrados, las técnicas empleadas, las fases del proceso y los recursos utilizados.

1. **Actores Involucrados**

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-002-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

- Investigadora Principal: Carla Daniela Guevara Inga, responsable del diseño, implementación y análisis del estudio.
- Tutora: Dra. Kati Maribel Álvarez Mancillo (PhD), quien supervisó el desarrollo metodológico y el análisis de la investigación.
- Participantes: Mujeres líderes de la comunidad indígena de Sarayaku, entre ellas Patricia Gualinga, Abigail Gualinga, Miriam Cisneros, y otras, quienes fueron los principales informantes del estudio.

2. Técnicas Empleadas

Para obtener los datos necesarios para el estudio, se utilizaron varias técnicas cualitativas, cada una seleccionada para abordar diferentes aspectos de la investigación:

- Entrevistas Etnográficas Digitales: Esta técnica consistió en realizar entrevistas profundas y abiertas con las mujeres líderes de Sarayaku, utilizando plataformas digitales para facilitar la comunicación a distancia. Las entrevistas se estructuraron en torno a una guía de preguntas que abordaban la configuración del liderazgo, los conflictos de género, la resistencia, y la visibilización de las mujeres en la comunidad.
- Observación Participante (Mediada Digitalmente): Aunque tradicionalmente la etnografía implica una presencia física prolongada en el campo, en este caso, la observación se realizó a través de la interacción digital con las participantes. Se observó cómo las mujeres líderes interactúan dentro de sus redes sociales y organizaciones, así como la manera en que se presentan en el entorno digital en comparación con el ámbito físico.
- Análisis Documental/Revisión de Literatura: Se revisaron artículos, investigaciones y documentos clave sobre liderazgo indígena, etnopolítica y los movimientos sociales relacionados con las mujeres indígenas en Ecuador y en otras regiones de América Latina. Este análisis proporcionó un marco teórico fundamental para interpretar los datos obtenidos a través de las entrevistas.

3. Etapas o Fases del Proceso

El proceso se dividió en varias etapas, que se detallan a continuación:

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-002-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

- Fase 1: Diseño del Estudio y Definición de Objetivos

  En esta fase inicial, se definieron la pregunta central de investigación y los objetivos específicos. Se estableció el enfoque cualitativo y se seleccionó la etnografía digital como la metodología principal. Además, se identificaron a las mujeres líderes de Sarayaku como las principales participantes del estudio.

- Fase 2: Recolección de Datos

  La recolección de datos se realizó mediante las entrevistas etnográficas digitales, donde se plantearon preguntas abiertas relacionadas con los procesos de liderazgo y participación de las mujeres. Las entrevistas se realizaron de forma asincrónica, lo que permitió a las participantes compartir sus experiencias de manera reflexiva y en su propio tiempo.

Paralelamente, se realizaron observaciones digitales para entender cómo las mujeres líderes se presentan en espacios virtuales y cómo sus interacciones reflejan su papel en la comunidad y más allá de ella.

- Fase 3: Análisis de Datos

  Una vez obtenida la información, se procedió a realizar un análisis cualitativo de los datos, donde se identificaron patrones y temas recurrentes. Se realizó una triangulación de datos, comparando las respuestas obtenidas en las entrevistas con los marcos conceptuales de la etnopolítica y el liderazgo indígena, y con los textos revisados durante la fase de análisis documental.

- Fase 4: Interpretación y Presentación de Resultados

  Finalmente, los hallazgos fueron interpretados a partir de las experiencias individuales y colectivas de las mujeres líderes, contextualizándolos en la teoría del liderazgo indígena, los estudios de género y las luchas políticas en el contexto amazónico. Los resultados fueron presentados en un informe detallado, destacando la importancia de las estrategias utilizadas por las mujeres para desafiar las estructuras patriarcales y extractivistas.

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-002-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

4. Recursos Utilizados

Los recursos empleados para llevar a cabo la investigación incluyeron:

- Tecnologías Digitales: Se utilizaron plataformas de videollamadas y mensajes para las entrevistas, facilitando el contacto con las participantes que se encontraban en una región remota. Estas tecnologías también permitieron la observación de las interacciones y el activismo digital de las mujeres líderes.
- Marco Teórico y Fuentes Secundarias: El análisis se sustentó en un marco teórico compuesto por estudios previos sobre liderazgo indígena, etnopolítica y movimientos sociales, que proporcionaron las herramientas necesarias para interpretar los datos obtenidos. Autores como Suárez (2025) y Sempértegui (2023) fueron claves en este proceso.
- Conocimiento de la Investigadora: La autora utilizó su conocimiento previo en etnografía y estudios de género, junto con su familiaridad con la comunidad Sarayaku, lo que facilitó la conexión con las participantes y la interpretación contextualizada de los datos.

Resultados y aprendizajes

La tabla muestra cómo los roles de género están definidos dentro de la comunidad de Sarayaku. Los hombres asumen roles públicos de poder, como la caza y la toma de decisiones en la comunidad, mientras que las mujeres tienen responsabilidades más privadas, relacionadas con el cuidado de la familia y las tareas domésticas. Esta división influye en las oportunidades de las mujeres para acceder a roles de liderazgo dentro de la comunidad.

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-002-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

Tabla 1.

Roles Sociales y de Género en Sarayaku

Rol	Responsabilidad Principal	Espacio de Participación
Hombre	Caza, pesca, decisiones comunitarias	Espacios públicos y poderosos
Mujer	Cuidado de la familia, trabajo doméstico	Espacios privados y domésticos

Se puede visualizar la lista de las mujeres líderes de la comunidad de Sarayaku, resaltando su rol en la comunidad y su participación política. Patricia Gualinga es una figura clave en la defensa del territorio, mientras que Abigail Gualinga ha sido una líder juvenil activa en las movilizaciones. Estas mujeres han sido pioneras en la lucha por el reconocimiento de las mujeres indígenas en espacios de poder y toma de decisiones.

Tabla 2.

Participación Política y Liderazgo de Mujeres en Sarayaku

Nombre	Rol en la Comunidad	Participación Política	Año de Ingreso al Liderazgo
Patricia Gualinga	Líder Comunitaria	Defensora de la tierra, vocera en conflictos	2005
Abigail Gualinga	Líder Juvenil	Participación en movilizaciones y diálogos	2010

Las principales barreras sociales y culturales que enfrentan las mujeres en Sarayaku para acceder a espacios de liderazgo. El machismo y los roles de género tradicionales son barreras significativas, pero las mujeres han encontrado maneras de superarlas, organizándose en colectivos feministas y utilizando plataformas digitales para visibilizar su lucha. Además, han demostrado su liderazgo dentro de la comunidad mediante su activismo político y su participación en la toma de decisiones.

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-002-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

Tabla 3.

Barreras y Desafíos en el Liderazgo Femenino en Sarayaku

Barreras	Estrategias para Superarlas
Machismo y roles de género tradicionales	Formación de colectivos feministas, uso de redes sociales
Subordinación cultural en espacios públicos	Activismo político, liderazgo comunitario

La siguiente tabla resume las preguntas de la encuesta que se utilizaron para la investigación, organizadas por temática. Cada sección toca diferentes aspectos del liderazgo femenino en Sarayaku, desde la participación política hasta las barreras de género y los desafíos que enfrentan las mujeres. Cada sección contiene una cantidad específica de preguntas, permitiendo un análisis profundo de cada área de interés.

Tabla 4.

Barreras y Desafíos en el Liderazgo Femenino en Sarayaku

Sección	Número de Preguntas	Temáticas Abordadas
Participación Política de las Mujeres	8	El papel de las mujeres en el movimiento indígena, su rol político, y su liderazgo en la comunidad.
Definición y Características del Liderazgo	6	Definición de liderazgo en la comunidad de Sarayaku, diferencia entre el liderazgo masculino y femenino.
Desafíos y Barreras del Liderazgo Femenino	7	Obstáculos relacionados con el patriarcado y cómo las mujeres han tenido que luchar contra estas barreras.
Impacto y Relevancia del Liderazgo Femenino	5	Impacto del liderazgo de las mujeres en su comunidad y la política, y cómo se percibe su rol.
Visibilización y Proyección Internacional	7	Proyección del liderazgo femenino a nivel nacional e internacional, especialmente en el contexto de las redes sociales.
Roles de Género y Relaciones Comunitarias	12	Relaciones de género dentro de la comunidad y las percepciones sobre el papel de las mujeres en el ámbito doméstico y comunitario.

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-002-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

Discusión

En los resultados obtenidos, vimos cómo las mujeres de Sarayaku, como Patricia Gualinga y Abigail Gualinga, jugaron un papel crucial en la lucha contra el extractivismo, especialmente durante el conflicto con la petrolera CGC. En la Tabla 2: Participación Política y Liderazgo de Mujeres en Sarayaku, se mencionaron algunas de las mujeres clave que han liderado este proceso. En la información adicional que me proporcionaste, se confirma este papel de las mujeres al cuestionar la autoridad masculina interna y el pacto entre Estado, empresas y dirigencias varoniles (Suárez, 2025). Este desafío se ejemplificó en su detención de los técnicos de CGC, un acto emblemático que fue documentado y proyectado internacionalmente, como también se refleja en la Figura 2 de nuestros resultados, que ilustra cómo las mujeres de Sarayaku utilizaron sus cuerpos como barreras físicas y políticas contra la empresa.

Este episodio resalta cómo la lucha contra el patriarcado y el extractivismo se entrelaza con la defensa territorial, haciendo visible el concepto de cuerpo-territorio, que las mujeres de Sarayaku han adoptado como eje central de su resistencia. Como se menciona en la bibliografía, las mujeres reconfiguraron su rol de género, transformándose en sujetos políticos visibles (Suárez, 2025), un proceso que es paralelo al análisis que hemos discutido en nuestros resultados.

Las Tablas 1 y 3 muestran las barreras de género y cómo el patriarcado sigue limitando el acceso de las mujeres a los espacios de poder. A pesar de las estrategias implementadas por las mujeres sarayaku, como la formación de colectivos feministas y el uso de redes sociales para amplificar su lucha, las barreras patriarcales siguen presentes. En la Tabla 3: Barreras y Desafíos en el Liderazgo Femenino en Sarayaku, se identifican obstáculos como el machismo y la subordinación cultural, aspectos que también son mencionados en la bibliografía proporcionada. Las mujeres, sin embargo, han logrado superar estas barreras, tal como se refleja en la información que me diste, donde se destaca cómo su liderazgo es una doble transgresión: como mujeres, luchan contra el patriarcado, y como indígenas, desafían el racismo y el extractivismo (Suárez, 2025; Noroña, 2024).

En la Figura 2: Estrategias de Activismo de las Mujeres de Sarayaku, se muestra cómo las mujeres han logrado proyectar su liderazgo desde las comunidades locales hasta los

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-002-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

foros internacionales, un proceso que está claramente alineado con la información que me proporcionaste. El colectivo Mujeres Amazónicas Defensoras de la Selva no solo organiza movilizaciones locales, sino que también se involucra en movimientos internacionales de justicia ambiental y derechos indígenas, tal como se discute en la bibliografía (Suárez, 2025; Sempértegui, 2023). Esta proyección global es posible gracias a su participación activa en espacios como la COP, donde han cuestionado las soluciones basadas en el mercado de carbono, y han propuesto alternativas como el concepto de Kawsak Sacha (Suárez, 2025). Esta vinculación con movimientos internacionales también se refleja en la Tabla 4, donde se muestra cómo las mujeres sarayaku se han vinculado a redes feministas y ambientales transnacionales, buscando ampliar su voz política.

El concepto de "feminización de las luchas antiextractivistas" es una idea clave tanto en los resultados obtenidos como en la información adicional que proporcionaste. En la Tabla 3, se observa cómo las mujeres han utilizado su cuerpo-territorio para visibilizar la intersección entre violencia de género y violencia extractiva. La información adicional refuerza este punto al mencionar que las mujeres sarayaku han logrado transformar las prácticas de cuidado y reproducción comunitaria en una base material para la acción política, fusionando activismo público con prácticas de cuidado (Sempértegui, 2023; Noroña, 2024). Esto resalta cómo las mujeres de Sarayaku, al incorporar el trabajo doméstico y comunitario en su agenda política, han resignificado su rol de género dentro de la lucha por el territorio y los derechos de la naturaleza.

Las mujeres de Sarayaku no solo luchan por sus derechos locales, sino que su lucha se ha universalizado como parte de los movimientos globales de justicia climática y derechos indígenas. La Figura 3 y la Tabla 4 muestran cómo las mujeres han logrado transnacionalizar su lucha, posicionándose como guardianas del bosque que protegen el equilibrio climático planetario. Este enfoque coincide con el análisis de Suárez (2025) y Vitale & Nagamine (2022), quienes destacan el papel de mujeres como Patricia Gualinga en la COP, donde han cuestionado las falsas soluciones como los mercados de carbono y la geoingeniería, y han defendido la protección del petróleo bajo tierra como una condición esencial para la justicia climática.

Conclusiones

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-002-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

Este estudio sobre la "Construcción del liderazgo de las mujeres de la comunidad amazónica de Sarayaku" ha permitido comprender cómo las mujeres han emergido como líderes fundamentales en la defensa de su territorio y cultura, desafiando las estructuras patriarcales y extractivistas. A través de la lucha colectiva, especialmente en el conflicto contra la petrolera CGC, las mujeres de Sarayaku han reconfigurado los roles de género dentro de su comunidad, demostrando que su liderazgo no solo es un acto de resistencia, sino una acción política transformadora.

El proceso de empoderamiento de estas mujeres no ha sido fácil; han tenido que superar barreras patriarcales y acceder a espacios alternativos de liderazgo, a menudo a través de formas informales como el activismo. No obstante, su conocimiento comunitario y su capacidad de interpelar a los actores externos han sido claves para consolidar su voz como autoridad dentro y fuera de la comunidad.

El liderazgo femenino en Sarayaku es, por tanto, colectivo y transformador, buscando siempre objetivos comunes para la defensa de los derechos y el territorio. Este trabajo subraya la necesidad de continuar investigando el impacto de la formación académica de las mujeres y su proyección internacional en el fortalecimiento de su liderazgo en contextos globales.

Agradecimientos

Este trabajo es el proyecto de investigación de Carla Daniela Guevara Inga para obtener su título de Licenciatura en Sociología. La autora agradece a la Universidad Central del Ecuador, a la Facultad de Ciencias Sociales y Humanas, a la carrera de Sociología y a sus docentes. Expresa un agradecimiento especial a su tutora, Kati Álvarez, por su guía y apoyo, considerándola un ejemplo. Finalmente, agradece a todas las personas que la acompañaron en este camino y, de manera particular, a su familia, especialmente a sus padres, por permitirle perseguir sus sueños, dedicándoles este logro.

Declaraciones

Este artículo es una adaptación de la tesis titulada "Construcción del liderazgo de las mujeres de la comunidad amazónica de Sarayaku", realizada por la autora Carla Daniela

ID Documento: HA-Vol.2-N.1-002-2026

Tipo de artículo: Estudios de caso y experiencias locales

Guevara Inga. En este trabajo se ha sintetizado y reorganizado la información original, adaptando los hallazgos a un formato más condensado y accesible para su publicación.

Además, se ha utilizado inteligencia artificial (IA) para la síntesis y organización de la información, facilitando el análisis de los datos recopilados durante la investigación. La IA ha sido empleada para generar resúmenes, identificar patrones clave y ofrecer un análisis complementario de los resultados obtenidos, con el fin de enriquecer la comprensión del liderazgo femenino en Sarayaku.

Referencias

Suárez, Y. M. (2025). Feminización de las luchas antiextractivistas: el colectivo Mujeres Amazónicas Defensoras de la Selva. *Revista de Estudios Sociales*. doi:10.7440/res91.2025.03

Oikonomakis, L. (2024). Protecting the Forest Beings that Protect Us: The Cosmo-Political Challenge Kawsak Sacha Poses to Ecuador's Extraction-Based Development. *Bulletin of Latin American Research*. doi:10.1111/blar.13535

Barrow, S., Ulfe, M. E., Atakav, E., Vergara, R., Chicmana, V., Pelikan, K., & Omiaasec, The Young Women Of. (2024). Women of Influence: interdisciplinary participatory approaches to understanding female leadership in the Peruvian Amazon. *New Area Studies*. doi:10.37975/nas.63

Santos, C. S. D., Lugosi, P., & Hawkins, R. (2024). Trust, traditions and indigenous women's leadership in sustainable tourism management. *Journal of Sustainable Tourism*, *33*, 46–62. doi:10.1080/09669582.2024.2309200

Sempértegui, A. (2023). Weaving the Spiderweb: Mujeres Amazónicas and the Design of Anti-Extractive Politics in Ecuador. *Studies in Social Justice*. doi:10.26522/ssj.v17i2.3400

Makaran, G. (2020). *Colonización y los cuerpos-territorio: protagonismo de las mujeres indígenas en el conflicto por el TIPNIS, Bolivia*. *8*, 115–136. doi:10.17951/al.2019.8.115-136

Vitale, D., & Nagamine, R. (2022). TOWARDS ANOTHER COSMOPOLITANISM: TRANSNATIONAL ACTIVISM OF INDIGENOUS WOMEN IN LATIN AMERICA. *Revista Direito GV*. doi:10.1590/2317-6172202238

Oikonomakis, L. (2020). *We protect the forest beings, and the forest beings protect us: Cultural resistance in the Ecuadorian Amazonia*. Retrieved from https://consensus.app/papers/we-protect-the-forest-beings-and-the-forest-beings-protect-oikonomakis/8a243ebf1bc05ff4a5e3ebcd3429e114/

Herculano, E. S., & Da Silva Ribeiro Miki, P. (2025). O PAPEL DAS MULHERES INDÍGENAS NA AMAZÔNIA: SABERES, EDUCAÇÃO E RESISTÊNCIA. *ARACÊ*. doi:10.56238/arev7n8-058

Noroña, M. (2024). Storytelling dreams and life: Traveling across worlds in the Amazon of Ecuador. *Environment and Planning E: Nature and Space*, *7*, 1975–1994. doi:10.1177/25148486241263397

Cárdenas, L. P. (2018). *Participación política de mujeres indígenas en tiempos de la Revolución Ciudadana*. *28*, 61–72. doi:10.24275/uam/izt/dcsh/alteridades/2018v28n55/perez