

www.revistadelamazonas.info



Revista Científica del

AMAZONAS

A stylized illustration of a blue frog with orange spots, positioned behind the letter 'O' in the title 'AMAZONAS'.

ISSN: 2619-2608

Volumen 7 Número 14

Julio - Diciembre 2024

EDITORIAL
PRIMATE

The logo for 'PRIMATE' features the word in a bold, white, sans-serif font. The letter 'I' is replaced by a stylized graphic of a tree with a central trunk and several branches, all contained within a white outline of a book.

REVISTA CIENTIFICA VIRTUAL

Volumen 7, Numero 14

ISSN 2619-2608

Periodicidad

Semestral

Creación: 2018

Equipo editorial

Editora - Magda Julissa Rojas Bahamón. Doctora en Education y Cultura Ambiental. Profesora titular IE Jorge Eliécer Gaitán. Investigadora Reconocida por el Ministerio de Ciencias de Colombia - Minciencias. (Colombia).

Coeditor - M.Sc. Diego Felipe Arbeláez Campillo. Grupo de investigación Lenguajes, Representaciones y Educación, Universidad de la Amazonia, (Colombia).

Comité científico

Dr. Clarimar José Coelho. Doctor en Ingeniería Electrónica y Computación. Laboratorio de Computación Científica / Pontificia Universidad Católica de Goiás / UniEvangélica. Inteligencia artificial, reconocimiento de patrones, modelos matemáticos y computacionales, Laboratorio de Computación Científica / Pontificia Universidad Católica de Goiás / UniEvangélica, (Brazil).

PhD. Ligia Terezinha Lopes Simonian. Universidad Federal del Pará. Profesora Núcleo de Estudios Amazónicos Superiores. Belém, (Brazil).

Dr. Ademar Santos de Araújo. Grupo de Investigación del Centro de Educación Popular e Investigaciones Económicas y Sociales (CEPPES). Historia Contemporánea/Educación, Centro Universitario Uni-Araguaia, (Brazil)

Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior. Doctor en Sistemas de Cultivos. Coordinador del Centro de Investigación en Fitotecnia. Profesor Titular de UniFIMES - Centro Universitario Mineiros. Grupo de Investigación UniFIMES - Centro Universitario Mineiros, (Brazil)

Dr. Carlos Alberto Batista Santos. Dr. en Etnobiología y Conservación de la Naturaleza. Profesor e investigador de la Universidad Estatal de Bahía, coordinador del programa de posgrado en ecología humana y gestión social y ambiental.

PhD. Inna Ivanovna Osadchenko. Profesor, Doctor en Ciencias Pedagógicas, Departamento de Trabajo Social y Rehabilitación, Universidad Nacional de Recursos Biológicos y Gestión de la Naturaleza de Ucrania (Ucrania).

Dra. Denise Machado Cardoso. Doctor en Desarrollo Socioambiental (Posgrado del Trópico

Húmedo PDTU NAEA) por la Universidad Federal de Pará Federal, (Brasil)

Dr. Ressiliane Ribeiro Prata-Alonso. Post-doctor in Environmental Sciences. Araguaia University Center, researcher, professor, Extension coordinator, (Brazil).

Dr. Ressiliane Ribeiro Prata-Alonso. Centro Universitário Araguaia, investigador, docente, coordinador del Centro de Extensión, Investigación y Posgrado. Postdoctoral, Ciencias Ambientales, (Brazil).

Dr. Saura Soraia Chung. Profesor de la Escuela de Educación Física y Deportes. Grupo de Investigación PULA Centro de Estudios Socioculturales. Universidad de São Paulo, (Brasil).

Dr. Darci Schnorrenberger. Universidad Federal del Santa. Doctorado en Gestión Empresarial, 2005. Profesor Asociado del Departamento de Ciencias Contables, (Brasil).

Dr. Emil José Hernández - Ruz. Dr. Genetic and Molecular Biology. Universidade Federal do Pará, Altamira. Conservation Genetic and Amazonian diversity, (Brazil).

Dr. Priscilla Guedes Gambale. São Miguel do Iguacu College, Faesi, Paraná, (Brazil).

PhD. Zbigniew Kaźmierczyk. Departamento de Historia de la Literatura del Instituto de Lengua y Literatura Polacas de la Universidad de Gdańsk. Profesor adjunto. El jefe del Laboratorio científico y de investigación de literatura etnogenética, (Polonia).

PhD. Eduardo Saguier. Ph.D. Washington University, St. Louis, Missouri, (Argentina).

PhD. Pablo Vommaro. Profesor investigador de la Universidad de Buenos Aires, CONICET y CLACSO (Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales), (Argentina).

Dr. Jesica Arcangeli. Graduate Studies in Biological Sciences. Department of Zoology, Institute of Biology, National Autonomous University of Mexico, (Mexico).

Ph.D. Ademir Araujo da Costa. Federal University of Rio Grande do Norte, (Brazil).

Ph.D. Nyuara Araujo da Silva Mesquita. Federal University of Goiás, (Brazil).

Ph.D. Paulo Moreira Pinto. Universidade Federal do Para, (Brazil).

Ph.D. Marcio David Macedo Da Silva. Doctor en Desarrollo Sostenible del Trópico Húmedo, por el

Núcleo de Altos Estudios Amazónicos (NAEA), de la Universidad Federal de Pará Consultor de Proyectos de la empresa Análise Consultoria em Investigação de Mercados y Comunicación, (Brasil).

Ph.D. Rafael Gerardo Arce. Doctor en Humanidades y Artes con Mención en Literatura. Docente Universidad Nacional del Litoral. National University of Rosario, (Argentina).

Ph.D. Carlos Angel Arboleda Mora. Fundacion Universitaria Catolica del Norte, (Colombia).

PhD. Pablo Martínez Calleja. Leuphana University Lüneburg, (Germany).

PhD. Isabel Contreras. Ibero-American University, (Mexico).

PhD. Ana Cristina Rocha Silva. Doctor en Desarrollo Socioambiental por PPGDSTU/NAEA/UFGA y profesor de UNIFAP, Universidad Federal de Amapá, (Brasil).

M.Sc. Libardo Motta. Magister en Ciencias Naturales y exactas, Universidad Nacional de Colombia.

Dr. Jorge Jesús Villasmil Espinoza, Universidad del Zulia, Venezuela.

PhD. Luis Antonio García Gutiérrez. Doctor en Ingeniería Electrónica Université De Toulouse. Doctor en Ingeniería Electrónica Universidad de los

Andes. Postdoctoral Ingeniería Electrónica LAAS-CNRS. Universidad de Tolosa, (Francia).

Dr. Fredy Alexis Rivera Angel. Estudiante de Doctorado en Ciencias. Desarrollo Socioambiental en NAEA, Universidad Federal de Pará NAEA, Universidad Federal de Pará, (Brazil).

Dr. Sergio Daniel Cubides Cubillos. Dr. Interunidades en Biotecnología (IPT/USP/Instituto Butantan), Universidad de São Paulo, Instituto de Ciencias Biomédicas - SP Brasil.

Dr. Angela Maria Alvarez Gómez. Post-Doctoral fellow Centre of Excellence in New Target Discovery, Butantan Institute, Sao Paulo, (Brazil).

PhD. Reyber Parra. Doctor in Education, University of Zulia, Venezuela.

PhD. Popovych Ihor Stepanovych. Doctor en Ciencias Psicológicas, Profesor Titular del Departamento de Psicología General y Social, Universidad Estatal de Kherson, Kherson, Ucrania.

PhD. Danilyan Oleg G. Doctor en Ciencias Filosóficas. Profesor, Jefe del Departamento de Filosofía, Universidad Nacional de Derecho Yaroslav Mudryi (Ucrania).

Dr. Tetiana Faichuk. Instituto Potebnia de Lingüística de la Academia Nacional de Ciencias de Ucrania. Kyiv. (Ucrania).

El contenido de los artículos y reseñas publicadas es responsabilidad de los autores y no refleja el punto de vista u opinión de la Revista Científica del Amazonas

Los artículos de la Revista Científica del Amazonas se publican bajo los términos de la licencia Creative Commons CC-BY

Creative Commons Attribution 4.0
International (CC BY 4.0)



PRIMATE

Calle 15 N. 1-72

Florencia- Caquetá-Colombia-Suramerica

<https://revistadelamazonas.info/index.php/amazonas>

CONTENIDO

Aves presentes en la antigua vía al Huila: Parque Turbay hasta la vereda el Limón, municipio de Florencia-Caquetá, Colombia.....	5
Evaluación de sustratos de Asaí (<i>Euterpe precatoria Mart.</i>) para tomate Cherry en la Amazonía Colombiana.....	19
Tendencias científicas en la convergencia de escarabajos, ganadería y educación ambiental.....	31
Exploring the effects of a serious game on 11th graders' perceptions of their reading comprehension skills: A action research study in Colombia.....	48
Variaciones morfométricas en tricomas de <i>Urtica dioica</i> en el piedemonte Amazónico colombiano: Florencia (Caquetá) y Sibundoy (Putumayo).....	65
Gestión participativa y conocimiento local de los hongos silvestres, comunidad de San Pedro Tlalcuapan, Tlaxcala- México.....	74



DOI: <https://doi.org/10.34069/RA/2024.14.01>

Volumen 7, Número 14/julio-diciembre 2024

Díaz-Rivas, I.H., & Perdomo-Rojas, A. (2024). Aves presentes en la antigua vía al Huila: Parque Turbay hasta la vereda el Limón, municipio de Florencia-Caquetá, Colombia. *Revista Científica Del Amazonas*, 7(14), 5-18. <https://doi.org/10.34069/RA/2024.14.01>

Aves presentes en la antigua vía al Huila: Parque Turbay hasta la vereda el Limón, municipio de Florencia-Caquetá, Colombia

Birds present in the old road to Huila: Turbay Park to the El Limon village, municipality of Florencia-Caquetá, Colombia

Recibido: 26 de agosto de 2024

Aceptado: 15 de noviembre de 2024

Autores:

Ider Humberto Díaz-Rivas¹
Amadeo Perdomo-Rojas²


Resumen


El municipio de Florencia es una de las zonas más importantes de la Amazonía colombiana por su ubicación en la transición Andino-Amazónica; presentando alta diversidad de fuentes hídricas, flora y fauna. Por eso, se quiso identificar la riqueza de aves en la antigua vía al Huila zona urbana vereda el Limón municipio de Florencia. Se realizó un recorrido de 10 km iniciando en el parque Turbay (N 1°38'17.36", W 75°36'37.54") hasta la vereda el Limón corregimiento el Caraño (N 1°40'51.45", W 75°36'48.49"). Durante los meses de marzo y abril de 2017 con visitas cada 15 días, para un total de cuatro muestreos de aves y 32 horas de esfuerzo de muestreo; donde se recorrió de forma sistemática los bordes de la carretera, registrando y fotografiando las aves presentes en un radio de 50 m. Se observaron 627 individuos de aves, distribuidos en 58 especies, 28 familias y 15 órdenes. La riqueza de aves en los muestreos representa el 6% para Caquetá y 3% para Colombia. Se identificaron 13 tipos de dieta, donde la mayor riqueza correspondió a; omnívoro (O) con 16 especies, insectívoro (I) con nueve especies, frugívoro-insectívoro (Fr-I) y frugívoro (Fr) con siete especies cada uno y los de menor riqueza carnívoro-piscívoro-insectívoro acuático (C-P-Iac) y nectarívoro (N) ambas con una sola especie. Con presencia de tres especies migratorias de tipo boreal. Teniendo en cuenta que existe riqueza de aves en la zona de estudio, es pertinente continuar con exploraciones ornitológicas para acercarnos a la conservación y restauración de la zona y permitir la residencia de las aves presentes en estos ecosistemas Andino-Amazónicos.

Palabras claves: avistamiento, dieta, intervención antrópica, migración, riqueza.

Abstract

The municipality of Florencia is one of the most important areas of the Colombian Amazon due to its location in the Andean-Amazonian transition, presenting a high diversity of water sources, flora and fauna. Therefore, we wanted to identify the wealth of birds in the old road to Huila, urban area, El Limon village, municipality of Florencia. A 10 km tour was carried out starting in Turbay Park (N 1°38'17.36", W 75°36'37.54") to the El Limon village, El Caraño district (N 1°40'51.45", W 75°36'48.49"). During the months of March and April 2017 with visits every 15 days, for a total of four bird samples and 32 hours of effort and sampling; where the edges of the road were systematically traveled, registering and photographing the birds present within a 50 m radius. 627 bird individuals were observed, distributed in 58 species, 28 families and 15 orders. The bird wealth in the samples represents 6% for Caquetá and 3% for Colombia. 13 types of diet were identified, where the greatest richness corresponded to; omnivore (O)

¹ Programa de Biología, Universidad de la Amazonía, Florencia-Caquetá, Colombia.  <https://orcid.org/0009-0005-5505-0878>
Email: iderdiaz301@gmail.com

² Centro de Investigación de la Biodiversidad Andino Amazónica-INBIANAM, Universidad de la Amazonía, Florencia-Caquetá, Colombia; Programa de Biología, Universidad de la Amazonía, Florencia-Caquetá, Colombia.  <https://orcid.org/0009-0004-3833-4871>
Email: amadeoperdomo@hotmail.com



with 16 species, insectivore (I) with nine species, frugivore-insectivore (Fr-I) and frugivore (Fr) with seven species each one and with the lowest richness were carnivore-piscivore-aquatic insectivore (C-P-acI) and nectarivore (N), both with a single specie. With the presence of three migratory species of boreal type. Considering the wealth of birds in the study area, it is pertinent to continue with ornithological explorations to get closer to the conservation and restoration of the area and allow the residence of birds present in these Andean-Amazonian ecosystems.

Keywords: sighting, diet, anthropic intervention, migration, wealth.

Introducción

A nivel global la fragmentación de los hábitats se ha dado a causa de la homogenización en los usos de suelos (Xiao et al., 2016) a través, de la deforestación con fines agrícolas con el uso de agroquímicos, implementación de vías para transporte (Mateus-Olivera et al., 2019; Díaz-León & Roa-Vergara, 2023) y contaminación en general, que va desde áreas urbanas hacia las rurales (Falconi et al., 2018).

Transformando los hábitats de todo el planeta en un 40%; y consigo el deterioro de los ecosistemas y su equilibrio natural. Lo anterior, en su mayoría por actividades agrícolas con una extensión de 20 millones de km² y en la pecuaria de 35 millones de km². Sumando, el uso de pesticidas, insecticidas, fungicidas y herbicidas que son compuestos tóxicos para el ambiente y causantes de los declives en las comunidades de aves silvestres (Vivas-Darío, 2020).

La intervención antrópica es la principal causa de la pérdida y afectación sobre la diversidad biológica. A tal punto, que se ha reportado que en los últimos 30 años las especies de aves han presentado disminución en sus tasas poblacionales en un 40% (3967 sp.) a nivel global; consecuencia de la alteración en la vegetación, reflejándose en la calidad de los usos de suelos a causa de coberturas vegetales más homogéneas, que afectan el desarrollo normal de las dinámicas ecológicas de las aves (Capcha-Orihuela, 2020).

En el caso de Colombia la deforestación se ha concentrado en la Amazonía (Pulido et al., 2016), donde en el departamento de Caquetá se concentra el 24% de la deforestación total del país, causado principalmente por actividades de ganadería no tecnificada (Capdevilla et al., 2023). Respecto a las especies de aves descritas para Colombia de acuerdo con la Resolución 0126 (Minambiente, 2024) el 7% (139 sp.) se encuentran amenazadas (SiB, 2024).

La observación, avistamiento y caracterización de avifauna brindan escenarios que pueden ser usados como estrategia en educación ambiental, que acercan a la conservación de especies locales dado que cada especie tiene una función específica en los ecosistemas (Palavecino et al., 2018). De igual modo, al conocer la riqueza de cada zona se pueden implementar herramientas para la formulación de estrategias en el aviturismo desde las regiones (Socha-Fandiño, 2020).

Colombia presenta la mayor diversidad de aves del mundo con el 20% de las especies descritas (Mora-Forero & Ramírez-García, 2019), convirtiéndolo en un territorio potencial para el turismo de naturaleza, modalidad que permite incluir a las comunidades, de tal modo, abrigando la posibilidad de una economía ambiental para las regiones (Arrieta-Leyva, 2018); dando paso a el reconocimiento de la diversidad faunística y en especial de la avifauna, que induce al cuidado del patrimonio natural regional y apropiamiento de la identidad del territorio por parte de las comunidades.

El departamento de Caquetá presenta el 51% de las aves descritas para Colombia, lo anterior es considerado por observaciones eBird, (2024) ubicándolo como el séptimo departamento con mayor número de especies del país, respecto a la riqueza de aves del municipio de Florencia se registra un aproximado del 40% de las aves observadas para el departamento.

En cuanto al municipio de Florencia una de las zonas más importantes de la región Amazónica por su estratégica ubicación geográfica haciendo parte, de los ocho municipios del departamento de Caquetá ubicados en la transición Andino-Amazónica, en el piedemonte de la Cordillera Oriental y su cercanía con la espesa selva, presentando alta diversidad de fuentes hídricas, flora y fauna (Joven, 2020), en

contraste, la zona de estudio es caracterizada por presentar bosques fragmentados y coberturas homogéneas (Duque et al., 2018).

El Caraño es uno de los siete corregimientos del municipio de Florencia, limitando con el departamento del Huila y subdividido en 36 veredas; es una zona rural con importancia biológica por la presencia de estribaciones de la Cordillera Oriental, con bosques húmedo tropical (bh-T) y húmedo premontano (bh-pm) (Sanín & Peña-Núñez, 2016). Las fuentes hídricas de la zona son las más importantes para el municipio, donde emergen múltiples ríos de primer orden conformando a ríos de segundo y tercer orden como Caraño y Hacha que proveen la mayoría de agua potable a la población de Florencia (Perafan & Guayara, 2021).

En este sentido, entendiendo que el área de estudio se encuentra en un bosque tropical, estos se reconocen como sistemas con un alto grado dinámico, debido a la influencia de una serie de factores y procesos ambientales que incluyen tanto procesos naturales e intervención humana (Aguilera-Arrieta et al., 2018). Respecto a los estudios realizados en el piedemonte Amazónico colombiano por Delgado-Ch & Fernández, (2012) reporta que, a mayores hábitats fragmentados, la riqueza de aves es menor y la abundancia es alta.

Los estudios de la dieta de las aves, según Villabona-Orozco, (2018) es un factor clave donde, la estructura de gremio consiste en categorizar grupos sobre la forma en que aprovechan el recurso y como la utilizan. La asociación de dieta y aves permiten clasificar la especialidad de una especie, se pueden encontrar insectívoros, granívoros, piscívoros, entre otras, o en su defecto los que poseen una dieta de gama más amplia como los omnívoros.

Conocer la distribución de residente o migratorio en las exploraciones ornitológicas es fundamental para realizar un acercamiento de lo que brinda el hábitat estudiado. Así, entendiendo que el fenómeno de migración depende de influencia: i. meteorológica y ii. topográfica. Siendo las aves migratorias claves para el equilibrio de los ecosistemas, actuando como indicador de la calidad de los hábitats, la diversidad faunística y cambio climático. La migración de la avifauna consiste en viajes estacionales que es exclusivo de determinadas especies, en búsqueda de alimento, hábitat o condición climática, las rutas de migración suelen ser irregulares o en una sola dirección y está marcada por su estacionalidad anual, presentándose dos tipos de migración (boreal y austral). En contraste, las aves que no son migratorias son llamadas aves residentes (Maradiaga-Cabrera, 2014).

La exploración ornitológica se llevó a cabo bajo el marco del proyecto de curso de zoología de vertebrados y bioestadística incluidos en el contenido curricular del programa de Biología de la Universidad de la Amazonia. Donde tuvo como objetivo identificar la riqueza de aves en la antigua vía al Huila zona urbana vereda el Limón municipio de Florencia-Caquetá, Colombia.

Metodología

Área de estudio. -en el municipio de Florencia, Caquetá vía antigua al Huila, iniciando en el parque Turbay (TUR) hasta la vereda el Limón corregimiento el Caraño (LIM) (Fig.1) (Tabla 1), sobre la Cordillera oriental en zona de transición Andino-Amazónica. Con topografía de piedemonte, temperatura de 26°C, precipitación total anual de 3.840 mm; con una distribución monomodal caracterizada por presentar un periodo de lluvias máximas promedio entre abril-octubre (Corpoamazonia, 2011).



Figura 1. Mapa de la ubicación geográfica de la zona de estudio A. Republica Colombia, B. Departamento de Caquetá, C. Municipio de Florencia: división de corregimientos. D. Zona de muestreo inicio D.1. Parque Turbay (TUR) hasta final del recorrido D.2. La vereda el Limón del corregimiento el Caraño (LIM).

Fuente propia: elaboración Ider Diaz, (2024).

Tabla 1.

Ubicación de la zona de estudio en el municipio de Florencia con características ambientales y biofísicas.

Corregimiento	Zona	Siglas	Coordenadas	Temperatura	Altura (msnm)	Bosque
El Caraño	Parque Turbay	(TUR)	N 1°38'17.36", W 75°36'37.54"	25°C	353	Húmedo tropical (bh-T)
El Caraño	Vereda el Limón	(LIM)	N 1°40'51.45", W 75°36'48.49"	22°C	599	Húmedo premontano (bh-pm)

Métodos. -el avistamiento se realizó durante marzo y abril de 2017 con visitas cada 15 días, con un total de cuatro muestreos de aves, en un recorrido de 10 km, de forma ascendente sobre la antigua vía al Huila, entre las 06:00 y las 11:00 horas y las 15:00 y las 18:00 horas, se recorrió de forma sistemática los bordes de la carretera, para que no se presentaran repeticiones de un lado hacia el otro, la observación de aves en un radio de 50 m (Nuñez & Morales, 2016), considerando, que casi todas las aves se comunican por medio de sonidos (cantos y llamados) criterio que permite que sean detectados a metros de distancia, se registraron y fotografiaron con cámara fotográfica Canon Sx40HS semiprofesional compacta y binoculares tasco 7X Magnification 50 mm. Para la identificación de las especies con Hilty & Brown (1986) versión traducida al castellano 2001, y la guía de campo de las aves de Colombia Libro de ProAves McMullan et al., (2011). Los gremios tróficos siguiendo a Restall et al., (2007); Marateo & Arturi, (2013).

Elaboración mapa zona de estudio. -se tomaron mapas de las bases de datos de; Gobernación de Caquetá y Alcaldía municipal, teniendo en cuenta la división de los siete corregimientos del municipio de Florencia e identificando el corregimiento el Caraño (Alcaldía de Florencia, 2009; Gobernación de Caquetá, 2021); y con base en una imagen satelital de Google Earth 2017 para la zona estudio, posteriormente el trazado del recorrido de 10 km desde el parque Turbay hasta la vereda el Limón corregimiento el Caraño. Finalmente, en Microsoft PowerPoint para la integración de todas las imágenes obtenidas en un solo componente. Los ajustes del mapa se realizaron con visitas previas efectuadas para la toma de información primaria y durante el muestreo para las fotografías de los puntos (D1 y D2) de la zona estudio.

Análisis de datos. -se hizo un análisis descriptivo de las variables cuantitativas, donde las riquezas y abundancias de las especies presentes se interpretaron por medio de gráficos de barras, al igual que la distribución de los gremios tróficos respecto al reparto de la riqueza frente al tipo de dieta. Por último, la distribución de las especies de aves residentes y las migratorias, usando el software estadístico InfoStat (Di Rienzo et al., 2010).

Resultados

Caracterización del gremio trófico. -se identificaron 13 tipos de dieta por medio, de lo observado en los muestreos y corroborado con revisión literaria.

Tabla 2.

Tipos de dieta de las aves presentes en la antigua vía al Huila en un recorrido de 10 km iniciando en el parque Turbay hasta la vereda el Limón corregimiento el Caraño.

Gremio trófico			
N.º	Abreviaturas	Dieta	Descripción
1	G	granívoro	Semillas de plantas
2	P	piscívoro	Consumen peces
3	O	omnívoro	Gama amplia de alimentos
4	N	nectarívoro	Consumen néctar de flores
5	I	insectívoro	Principalmente insectos
6	Fr	frugívoro	Basada en frutos
7	Fo	folívoro	Consumen hojas de plantas
8	Cñ	carroñero	Preferencia de animales muertos
9	I-Fr	insectívoro-frugívoro	5-6 preferentemente
10	Fr-I	frugívoro-insectívoro	6-5 preferentemente
11	Fr-G	frugívoro-granívoro	6-1 preferentemente
12	C-I	carnívoro- insectívoro	Presas-5 preferentemente
13	C-P-Iac	carnívoro-piscívoro-insectívoro acuático	12-2-insecto de agua dulce preferentemente

Para las especies que presentaron más de un tipo de dieta se organizó acorde a la preferencia primaria y seguido de la dieta alternativa ej: C-P-Iac

Representatividad. -se identificaron las aves presentes distribuidas en el recorrido sobre la carretera antigua vía al Huila, desde el parque Turbay (TUR) hasta la vereda el Limón del corregimiento el Caraño (LIM). Se observaron 627 individuos de aves, distribuidos en 58 especies pertenecientes a 28 familias y 15 órdenes (Anexo 1).

Riqueza órdenes. -Passeriformes con 30 sp, seguido de Columbiformes, Pelecaniformes y Piciformes cada uno con 4 sp (Fig. 2).

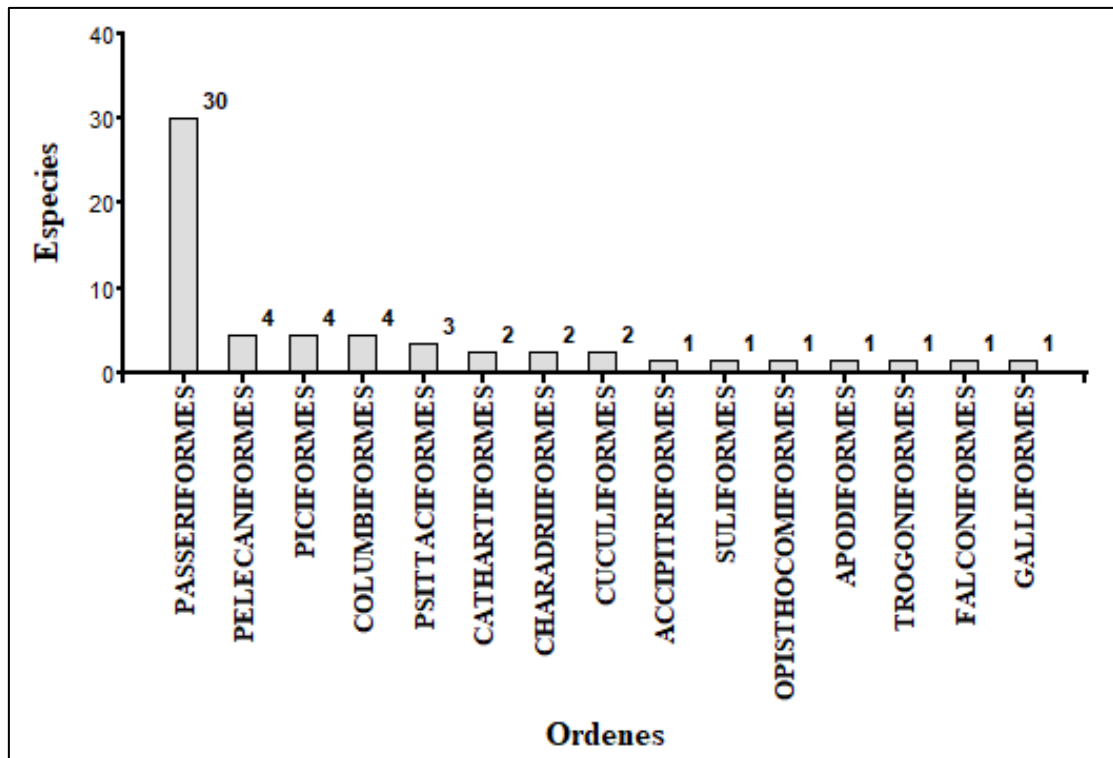


Figura 2. Distribución de número de especies de aves por órdenes presentes en los cuatro muestreos.



Figura 3. Especies más abundantes de los órdenes Passeriformes: A) *Thraupis episcopus*, Columbiformes: B) *Columbina talpacoti*, C) Pelecaniformes: *Ardea ibis* y Piciformes: D) *Capito auratus*. (Fotografías: Amadeo Perdomo, 2017).

Riqueza Familias. -Thraupidae con 8 especies, seguida de Tyrannidae con 7 especies, Columbidae con 4 especies, Cardinalidae, Icteridae, Picidae y Psittacidae con 3 especies cada una y el resto de familias obtuvieron como mínimo una especie (Fig. 4).

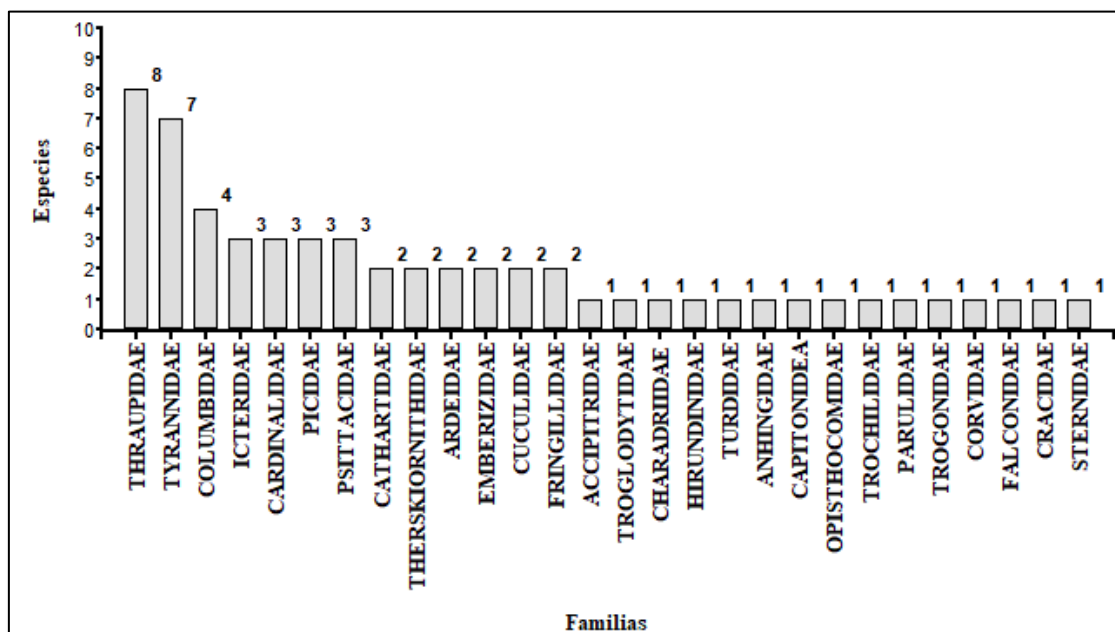


Figura 4. Distribución de número de especies de aves por familia presentes en los cuatro muestreos.



Figura 5. Especies más abundantes de las familias Thraupidae: A) *Paroaria gularis*, Tyrannidae: B) *Tyrannus melancholicus*; Columbidae: C) *Patagioenas speciosa* Cardinalidae: D) *Saltator maximus*. (Fotografías: Amadeo Perdomo, 2017).

Diversidad de especies. -la mayor riqueza la presentó *Ramphocelus carbo* con 65 individuos, seguida de *Coragyps atratus* con 58 individuos, *Tyrannus melancholicus* con 47 individuos *Thraupis palmarum* con 41 individuos, *Cacicus cela* con 35 individuos (Fig. 6).

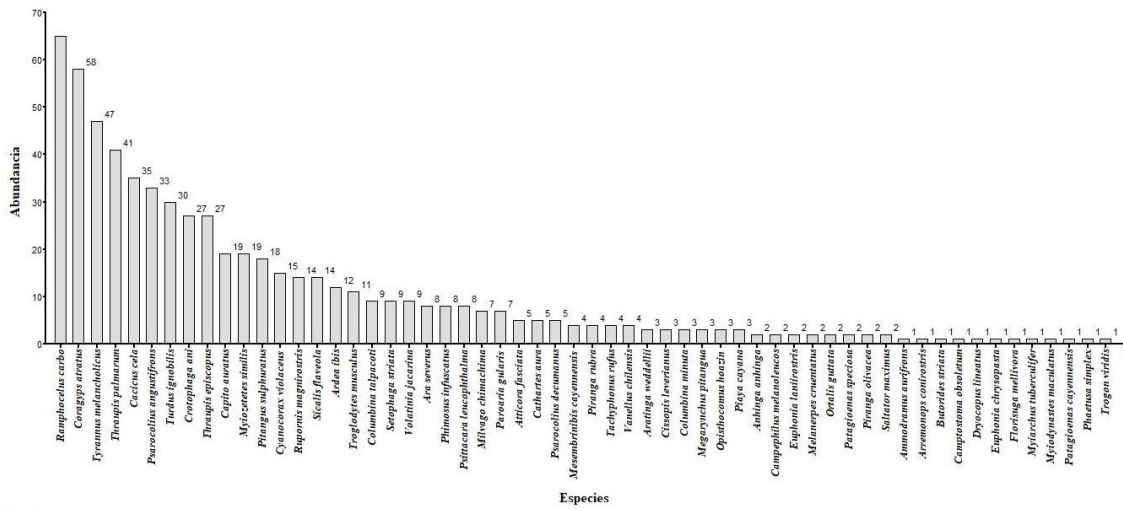


Figura 6. Distribución de la riqueza, representada en número de individuos por especies de aves presentes en los cuatro muestreos.



Figura 7. Especies con mayor número de individuos: A) *Ramphocelus carbo*, B) *Coragyps atratus*, C) *Tyrannus melancholicus* y D) *Thraupis palmarum*. (Fotografías: Amadeo Perdomo, 2017).



Figura 8. Especies menos abundante: A) *Trogon viridis*, B) *Butorides striata*, C) *Euphonia chrysopasta* y D) *Dryocopus lineatus*. (Fotografías: Amadeo Perdomo, 2017).

Gremios tróficos. - se encontraron 13 tipos de dieta, donde omnívoros (O) presento el mayor número de especies (16 sp.) y 263 individuos, seguido por insectívoros con nueve especies y 46 individuos; frugívoro (Fr) y frugívoro-insectívoro (Fr-I) con siete especies cada una, la primera con 24 individuos y la segunda con 143 individuos (Fig. 9).

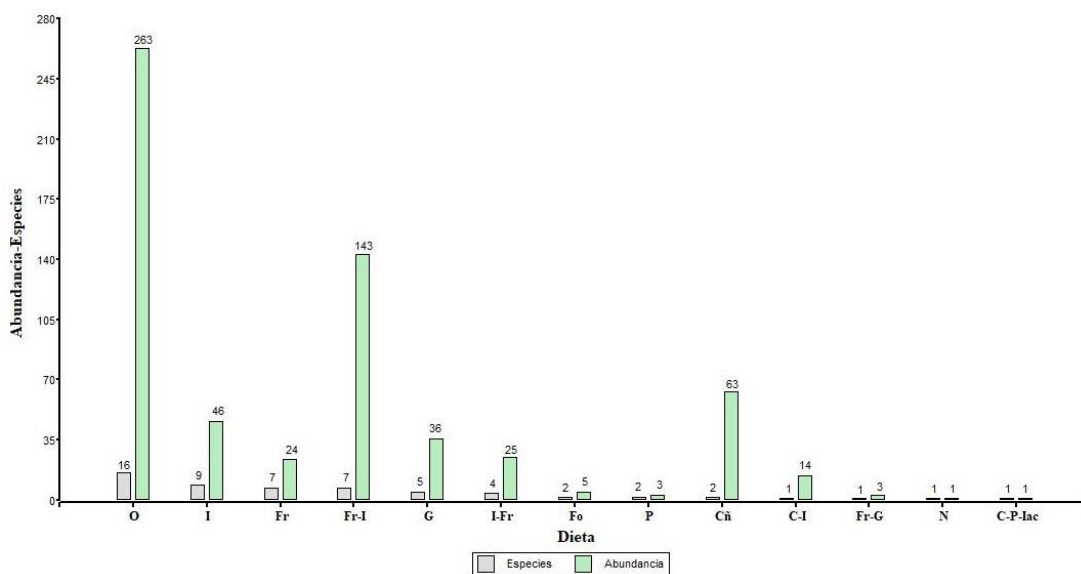


Figura 9. Distribución del tipo de alimento, representada en número de especies en los cuatro muestreos.

Distribución especies. -de las especies muestreados 55 especies presentaron distribución residente (RE) con una abundancia de 612 individuos y tres migratorias de tipo boreal (MI) con una abundancia de 15 individuos (Fig. 10).

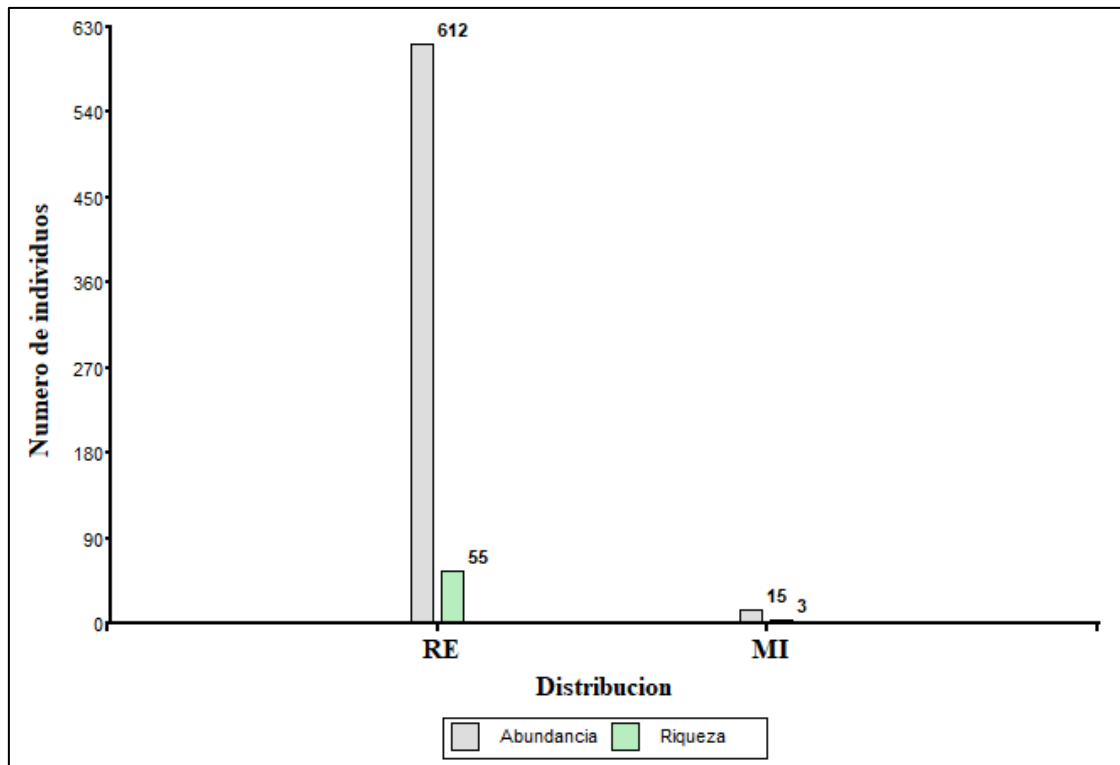


Figura 10. Distribución de la abundancia representada en número de especies en los cuatro muestreos residentes (RE) y migratorias (MI).

Discusión

La riqueza de la comunidad de aves presentes en la vía antigua al Huila representa el 6% para el departamento de Caquetá y 3% de la riqueza total de las aves descritas para Colombia, porción que indica que el recorrido brinda una riqueza significativa. Agregando, que el recorrido no solo ofrece un impacto visual de la diversidad de avifauna, sino senderismo por red vial del piedemonte Amazónico dentro de la transición Andino-Amazónica.

En los muestreos realizados el orden Paseriformes fue el de mayor riqueza de especies con el 51,7%; coincidiendo con estudios de avifauna, donde es el orden con mayor riqueza de especies (Bedoya & Murillo, 2012). En cuanto a las familias de aves, Thraupidae representó el 13,7% de la riqueza total muestreada, coincidiendo con lo reportado por Delgado & Fernández, (2010) en el piedemonte del sur de la Amazonía colombiana. En este contexto, la especie: *Ramphocelus carbo* representó el 10,4% de la abundancia total en los muestreos realizados, lo anterior en calidad que la especie pertenece al orden y familia mencionados.

En las observaciones de aves encontramos 12 especies que fueron las menos abundantes: *Trogon viridis*, *Butorides striata*, *Patagioenas cayennensis*, *Euphonia chrysopasta*, *Camptostoma obsoletum*, *Phaetusa simplex*, *Dryocopus lineatus*, *Arremonops conirostris*, *Florisuga mellivora*, *Myiarchus tuberculifer*, *Ammodramus aurifrons*, *Myiodynastes maculatus*, que exhibieron solo un individuo cada una. Lo anterior, podría estar influenciado por el tipo de hábitat o la calidad de este, dado que algunas especies presentan asociación con zonas mayormente boscosas (Álvarez et al., 2003).

La abundancia de algunas especies está relacionada directamente con su tipo hábitat, ya que les brindan disponibilidad de alimento, a tal punto, que ciertas especies tienden a la preferencia de entornos boscosos con dosel forestal (Castañeda-Oviedo, 2018). Dentro del recorrido se observó que en su mayoría los bosques no contaban con esta relacion, sino zonas de cobertura vegetal más homogéneas, donde se identificaron pastizales, potreros con árboles dispersos, bosques secundarios y fragmentos de bosque de

poca extensión, sin olvidar que los muestreos fueron realizados en días diferentes y sumando, el cambio de clima presentado para cada muestreo que puede influir en la composición de la avifauna.

La caracterización de los gremios tróficos en las aves es un factor clave en los estudios ecológicos, etológicos y de la función en los sistemas naturales, criterio que permite identificar el estado de conservación de un hábitat. En este estudio se encontraron 13 tipos de dieta en los cuatro muestreos realizados; los tipos de dieta más abundantes: omnívoro (O) con una riqueza de 16 especies, insectívoro (I) con nueve especies, frugívoro-insectívoro (Fr-I) y frugívoro (Fr) con siete especies cada uno, coincidiendo con lo reportado por Vásquez-Muñoz & Castaño-Villa, (2008) en aves asociadas a zonas con presencia de sistemas arbóreos. En cuanto a las dietas de menor abundancia; nectarívoro (N) con solo una especie *Florisuga mellivora* y un solo individuo, presente en la parte de mayor altitud del recorrido en sistemas arbóreos (LIM) dentro de bh-pm; de igual modo, *Butorides striata* con un solo individuo con dieta carnívoro-piscívoro-insectívoro acuático (C-P-Iac), encontrado en la parte inicial del recorrido (TUR) presente en un hábitat de estanque artificial dentro de bh-T.

Lo anterior, se podría atribuir como un caso notorio de recambio de especies del paso de bosque húmedo tropical a bosque húmedo premontano; efecto de la distribución temporal y espacial de la riqueza de aves presentes en el recorrido; Así mismo, Negret-Torres, (2014) sugiere que dicha riqueza y diversidad de la avifauna están influenciadas por las variables ambientales y la distancia geográfica, como se observó en el recorrido de los 10 km de la localidad estudio.

De acuerdo, con lo observado en el recorrido se encontró que la mayoría de cobertura vegetal no cuenta con bosque, sino con parches de bosque de pequeña extensión, lo que hace sensibles a las especies de dieta (N) frente a las intervenciones antropogénicas e influyendo directamente en su abundancia. De tal modo, Marateo & Arturi, (2013) sugieren que las variaciones en la abundancia de gremios tróficos permiten cuantificar las variaciones composicionales de las comunidades de aves.

UICN es una herramienta clave para la conservación de las especies, que por medio de inventarios globales permite alertar el estado de la biodiversidad mundial; respecto a, sus aplicaciones en el ámbito nacional permiten considerar las mejores opciones para la conservación de las especies. De acuerdo con los parámetros de evaluación de UICN, (2024) en esta exploración ornitológica no se encontraron especies amenazadas; las 58 especies están evaluadas en el ámbito internacional como especies de preocupación menor (LC), de las cuales el 94,8% de las especies presentaron distribución para bosques tropicales (residentes).

Las especies migratorias muestran algún grado de preferencia por el tipo de hábitat y de alimento; en el estudio se registró tres especies: *Piranga olivacea* (2 individuos), *Piranga rubra* (4 individuos), *Setophaga striata* (9 individuos), que presentaron estatus de migración boreal, lo que representó el 5,2% de la riqueza de aves del estudio, coincidiendo con los registros reportados por Nuñez et al., (2017) de especies migratorias presentes en el municipio de Florencia.

Conclusiones

Continuar con estudios y monitoreo de la avifauna presente en la antigua vía al Huila, zona urbana vereda el Limón municipio de Florencia-Caquetá, es clave dado que, los fragmentos de bosque de la zona estudio albergan recursos importantes para la comunidad de aves que, donde su fragmentación se incrementa se verá reflejado en la pérdida de hábitat.

Teniendo en cuenta que existe riqueza de aves en la zona de estudio, es pertinente continuar con exploraciones ornitológicas para acercarnos a la conservación y restauración de la zona y permitir la residencia de las aves presentes en estos ecosistemas Andino-Amazónicos.

La zona de estudio es cerca al área urbana y de fácil acceso, presentando cualidades de convertirse en un campo de investigación, donde estudiantes e investigadores exploren la diversidad biológica regional y con ello, hacia el reconocimiento nacional de las especies locales.

El registro de especies migratorias refleja que los fragmentos de bosque en la zona de estudio ofrecen recursos y hábitat para éstas, por tanto, conservarlas es importante y debe trabajarse en conjunto con entidades de orden municipal, departamental, regional y nacional.

Referencias Bibliográficas

- Aguilera-Arrieta, D., Durango-Severiche, R., Carrero-Sarmiento, D., Ballut-Dajud, G., & Solano-Flórez, L. (2018). Aves asociadas a un bosque de galería inmerso en un paisaje modificado en el departamento de Sucre, Colombia. *Revista de Ciencias*, 22(1), 11-27. <https://doi.org/10.25100/rc.v22i1.7097>
- Alcaldía de Florencia. (2009). *Plan territorial de formación docente*. Secretaria de educación municipal. https://www.mineducacion.gov.co/1759/articulos-319508_archivo_pdf_Florencia.pdf
- Álvarez, M., Umaña, A. M., Mejía, G. D., Cajiao, J., von Hildebrand, P., & Gast, F. (2003). Aves del Parque Nacional Natural Serranía de Chiribiquete, Amazonia-Provincia de la Guyana, Colombia. *Biota Colombiana*, 4(1), 49-63. <https://www.redalyc.org/pdf/491/49140103.pdf>
- Arrieta-Leyva, C. M. A. (2018). Paquetes turísticos de avistamiento de aves. *Trabajos de Grado*, 54-54. Recuperado a partir de <http://www.revistapiensapinter.co/index.php/TG/article/view/139>
- Bedoya, M. J., & Murillo, O. E. (2012). Evidencia morfológica de hibridación entre las subespecies de *Ramphocelus flammigerus* (Passeriformes: Thraupidae) en Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 60(1), 75-85. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442012000100005&script=sci_arttext
- Capcha-Orihuela, L. Y. (2020). *Efectos de la intervención antrópica en los humedales. Efectos de la intervención antrópica en los humedales*. (Tesis de grado), Universidad Científica del Sur. <https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/20.500.12805/1426>
- Capdevilla, D. A. G., Bermúdez, O. B., & Aguirre, M. A. (2023). Alternativas comunitarias a los procesos de deforestación en la Amazonía colombiana. Caso el Caraño, Caquetá. *Historia Ambiental Latinoamericana y Caribeña (HALAC) revista de la Solcha*, 13(1), 19-52. <https://doi.org/10.32991/2237-2717.2023v13i1.p19-52>
- Castañeda-Oviedo, J. Y. (2018). *Diversidad y uso de hábitat de las aves de un mosaico de bosque seco tropical en Cúcuta, Norte de Santander, Colombia*. (Tesis de grado), Universidad de Pamplona. <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/726>
- Corpoamazonia. (2011). *Caracterización ambiental plan departamental de agua departamento de Caquetá*. https://www.corpoamazonia.gov.co/files/Documento_Caquet%C3%A1.pdf
- Delgado, A., & Fernández, R. (2010). *Estudio de la comunidad de aves del centro experimental Amazónico-Cea y sus inmediaciones en el Piedemonte del sur de la Amazonía Colombiana*. (Tesis de grado), Universidad de Nariño - SIREN. <http://sired.udenar.edu.co/id/eprint/5212>
- Delgado-Ch, A. F., & Fernández, R. A. (2012). Delgado-Ch., Aura Fiorela & Fernández-G., Ronald Armando. 2010. Efecto de la intervención antrópica sobre atributos de la estructura de una comunidad de aves del piedemonte amazónico colombiano: Pregrado, Universidad de Nariño (Eduardo Aquiles Gutiérrez). *Ornitología Colombiana*, (12), 80-80. <https://asociacioncolombianadeornitologia.org/ojs/index.php/roc/article/view/298>
- Díaz-León, Y., & Roa-Vergara, E. A. (2023). *Análisis de los impactos ambientales en los humedales y reservas de Bogotá en consecuencia de la construcción de los proyectos Avenida Longitudinal de Occidente (ALO) y el proyecto (Tesis de grado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas*. <http://hdl.handle.net/11349/33106>
- Di Rienzo, J., Balzarini, M., Gonzalez, L., Casanoves, F., Tablada, M., & Walter Robledo, C. (2010). *Infostat: software para análisis estadístico*. Universidad Nacional de Córdoba, (Argentina). <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/10346>
- Duque, S. R., Dulcey, C. L., Acero, J. S., Pulido, O. L., Restrepo, D., Jiménez, E. M., Pérez, C., Duque, F., Suarez, M., Van Vliet, K., Urrego, J., Concha, C., Duque, J. D., & Vargas, L. Y. (2018). *Acotamiento de la ronda hídrica del río El Hacha en la zona urbana del municipio de Florencia, departamentos del Caquetá*. Convenio 588 de 2016 entre UN Sede Amazonia & Corpoamazonia. Leticia. 363p <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/78617>
- eBird. (2024). *eBird: Aves Caquetá*. *eBird, Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, New York*. Available: <https://ebird.org/region/CO-CAQ>
- Falconi, E. J., Yaya, D. S., Velásquez, M., Moscol, A. A., & Cavero, O. B. (2018). Riesgos del uso de detergentes domésticos en la calidad del agua en poblaciones en transición de lo rural a lo urbano: Churín 2017. *Alternativa Financiera/Facultad de ciencias contables, económicas y*

- financieras-USMP*, 9(1).
<https://portalrevistas.aulavirtualusmp.pe/index.php/AF/article/view/1763>
- Gobernación de Caquetá. (2021). *Relación de barrios por comunas de la Ciudad de Florencia*.
<http://www.caqueta.gov.co/datosabiertos/relacion-de-barrios-por-comunas-de-la-ciudad-de-florencia-154045>
- Hilty, S., & Brown, W. (1986). *Guía de las aves de Colombia. Reimpresión de la traducción al español de Humberto Alvarez-López en 2001*. American Bird Conservancy, 1040 pp
- IUCN. (2024). *The IUCN Red List of Threatened Species*. <https://www.iucnredlist.org/>
- Joven, R. C. (2020). *Inventario y caracterización de asuntos y determinantes ambientales del municipio de Florencia, Caquetá*. (Tesis de grado), Universidad Nacional Abierta Y A Distancia UNAD.
<https://core.ac.uk/reader/344725170>
- Mcmullan, M., Quevedo, A., & Donegan, T. (2011). *Guía de Campo de las Aves de Colombia*. Fundación ProAves de Colombia.
- Maradiaga-Cabrera, W. Y. (2014). *Análisis de vulnerabilidad del aeropuerto a presencia de aves, diurnas migratorias y estacionarias dentro del perímetro del aeródromo en la ciudad de Bluefields, RACCS, a través del desarrollo de un catálogo de aves en el período Febrero–octubre 2014* (Doctoral dissertation), Bluefields Indian & Caribbean University.
<https://core.ac.uk/download/pdf/337305611.pdf>
- Marateo, G., & Arturi, M. (2013). Dinámica estacional y variación local de gremios tróficos de aves de una selva en galería y un palmar subtropical de sudamérica. *Ornitología Neotropical*, 24, 213-223. https://digitalcommons.usf.edu/ornitologia_neotropical/vol24/iss2/7
- Mateus-Olivera, D. A., Ramírez-Hernández, A. F., & López-Rodríguez, W. A. (2019). *Evaluación de impacto del proyecto de ampliación de la vía Villavicencio–Cumaral, en la conectividad de corredores biológicos*. (Tesis de grado), Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad de Ingenierías, Ingeniería Civil, Villavicencio. <https://hdl.handle.net/20.500.12494/6665>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2024). *Resolución 0126 de 2024*.
<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2024/02/Resolucion-0126-de-2024.pdf>
- Mora-Forero, J. A., & Ramírez-García, N. A. (2019). Potencialidad del aviturismo para el desarrollo de iniciativas comunitarias en Cumaral Meta (Colombia). *Revista Internacional de Turismo, Empresa y Territorio*, 3(2), 84-112. <http://hdl.handle.net/10396/19259>
- Negret Torres, P. J. (2014). *Recambio de especies en comunidades de árboles de tierras bajas en Colombia-efecto de variabilidad ambiental y distancia geográfica*. (Doctoral dissertation), Uniandes. <https://www.researchgate.net/publication/350343777>
- Núñez, J. L. P., Ferreira, V. A. J., & Bolaños, M. J. P. (2017). Composición, estructura y uso de hábitat de la avifauna, en un campus universitario del piedemonte andino-amazónico de Colombia. *Revista Biodiversidad Neotropical*, 7(3), 205-220.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7400595>
- Núñez, J. L. P., & Morales, A. F. C. (2016). Estudio preliminar de la avifauna en el campus de la Universidad de la Amazonia, en Florencia, Caquetá, Colombia. *Revista Biodiversidad Neotropical*, 6(1), 85-92. <https://doi.org/10.18636/bioneotropical.v6i1.352>
- Palavecino, J. A., Vier, F. J., Villalba, L. S., Aguinagalde, S. E., Centurión, D. G., & Cirignoli, S. (2018). La observación de aves como propuesta en Educación Ambiental. *Revista Tekohá*, 1(4), 6-16.
<https://edicionesfhycs.fhycs.unam.edu.ar/index.php/tekoha/article/view/74>
- Perafan, A. P., & Guayara, D. L. A. (2021). Valoración ambiental del transecto del Río Hacha en la comuna norte de la ciudad de Florencia Caquetá. *Revista Environment & Technology*, 2(2), 35-54.
- Pulido, J., Ítaca, P., Rivero, B. R., & Briceño, L. C. P. (2016). *Orientaciones para reducción de la deforestación y degradación de los bosques*. Sinchi. <https://acortar.link/evFi14>
- Restall, R., Rodner, C., & Lentino, M. (2007). *Birds of Northern South America: An Identification Guide*. Volume 1 y 2. U.S.: Yale University Press.
- Sanín, D., & Peña-Núñez, J. L. (2016). *Corregimiento El Caraño, Florencia, Caquetá-Colombia SERPOCAULON (Polypodiaceae) de El Caraño*. Grupo de Investigación en Agroecosistemas y Conservación de Bosques Amazónicos (GAIA), Universidad de la Amazonía. Semillero de Investigación en Biogeografía Evolutiva (SIBE), Programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad de la Amazonia. <https://acortar.link/sOif4c>
- SiB. (2024). *Nueva lista de especies amenazadas en Colombia al detalle*.
<https://biodiversidad.co/post/2024/lista-especies-amenazadas-colombia/>

- Socha-Fandiño, A. (2020). *La observación de aves como propuesta de educación ambiental; herramienta práctica para el fortalecimiento del aviturismo comunitario, Municipio de San Francisco, Cundinamarca. Cundinamarca.* (Tesis de grado), Fundación Universitaria Los Libertadores, Bogotá. <http://hdl.handle.net/11371/3541>
- Vásquez-Muñoz, J. L., & Castaño-Villa, G. J. (2008). Identificación de áreas prioritarias para la conservación de la avifauna en la zona urbana del municipio de Medellín, Colombia. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 12(1), 51-61. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-30682008000100005&script=sci_arttext
- Villabona-Orozco, G. C. (2018). *Estructura trófica del ensamblaje de aves en tres configuraciones del paisaje rural cafetero de Risaralda.* (Tesis de grado), Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. <http://hdl.handle.net/11349/14940>
- Vivas-Darío, G. D. (2020). *Efectos de la contaminación por agroquímicos en agua y suelo.* (Tesis de grado), Universidad Científica del Sur. <https://doi.org/10.21142/tb.2020.1527>
- Xiao, R., Jiang, D., Christakos, G., Fei, X., & Wu, J. (2016). Soil landscape pattern changes in response to rural anthropogenic activity across Tiaoxi watershed. *China. PLoS One*, 11(11), e0166224. doi: 10.1371/journal.pone.0166224



DOI: <https://doi.org/10.34069/RA/2024.14.02>

Volumen 7, Número 14/julio-diciembre 2024

Herrera Ramirez, M., & Riascos Vallejos, A.R. (2024). Evaluación de sustratos de Asaí (Euterpe precatoria Mart.) para tomate Cherry en la Amazonía Colombiana. *Revista Científica Del Amazonas*, 7(14), 19-30. <https://doi.org/10.34069/RA/2024.14.02>

Evaluación de sustratos de Asaí (*Euterpe precatoria Mart.*) para tomate Cherry en la Amazonía Colombiana

Evaluation of Acai (*Euterpe precatoria Mart.*) substrates for cherry tomatoes in the Colombian Amazon

Recibido: 6 de septiembre de 2024

Aceptado: 30 de noviembre de 2024

Autores:

Mayerly Herrera Ramirez¹
Adrián Rolando Riascos Vallejos²

Resumen

Los suelos de la Amazonia Colombiana presentan limitaciones para la agricultura, por lo que el desarrollo de sustratos a partir de materiales locales, como las semillas de Asaí (*Euterpe precatoria Mart.*), surgen como una solución innovadora. Se evaluaron tres sustratos realizados con semillas de Asaí trituradas con estiércoles de vaca (T1), cerdo (T2) y gallinaza (T3), junto con un tratamiento control (T4). Los sustratos se sometieron a pre-compostaje para estabilizar los materiales, y se evaluó la variación de temperatura y pH final. El diseño fue completamente al azar, con 12 unidades experimentales de sustrato y suelo (1:1). Se aplicó prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) por el paquete estadístico Infostat. Para medir su influencia se midió altura, número de hojas y número total de frutos en plantas de tomate Cherry (*Solanum lycopersicum* Var. Cerasiforme). Los resultados mostraron que T2 y T3 promovieron un mayor crecimiento y número de frutos en comparación con tratamiento control. El tratamiento T2 resultó ser el más eficiente en todas las variables evaluadas. Los sustratos enriquecidos con semillas de Asaí, combinados con estiércol de cerdo y gallina, se presentan como una alternativa viable para mejorar la producción de tomate en la Amazonía colombiana.

Palabras clave: estiércol, suelo, sostenible, cultivo, planta.

Abstract

The soils of the Colombian Amazon present limitations for agriculture, so the development of substrates from local materials, such as Acaí seeds (*Euterpe precatoria Mart.*), emerges as an innovative solution. Three substrates made with Acaí seeds crushed with cow manure (T1), pig manure (T2), and chicken manure (T3), along with a control treatment (T4), were evaluated. The substrates were subjected to pre-composting to stabilize the materials, and the variation in temperature and final pH were assessed. The design was completely randomized, with 12 experimental units of substrate and soil (1:1). Tukey's test ($\alpha = 0.05$) was applied by the Infostat statistical package. To measure its influence, height, number of leaves, and total number of fruits were measured in Cherry tomato plants (*Solanum lycopersicum* Var. Cerasiforme). The results showed that T2 and T3 promoted greater growth and number of compared to the control treatment. The T2 treatment proved the most efficient of all the variables evaluated. Substrates enriched with Acaí seeds, combined with pig and chicken manure, are presented as a viable alternative to improve tomato production in the Colombian Amazon.

Keywords: crop, manure, plant, sustainable, soil.

¹ Tecnóloga en Gestión de Recursos Naturales Servicio Nacional de Aprendizaje SENA Puerto Asís, Putumayo, Colombia. <https://orcid.org/0009-0005-2035-6922> - Email: mayerlyhr2003@gmail.com

² Ph.D. Ciencias Veterinarias Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Puerto Asís, Putumayo, Colombia. <https://orcid.org/0000-0001-6627-9372> - Email: ariascos@sena.edu.co



Introducción

Los suelos en la Amazonia colombiana se caracterizan por ser franco-arcillosos, ácidos (pH4,6), bajos en fósforo (<1,7 mg kg), con altos contenidos de aluminio (>3,2 cmol/kg) y hierro (Rosas et al., 2015; Landínez Torres, 2017), lo que deja en evidencia las limitaciones presentes para la producción agrícola. La escasez de nutrientes en el suelo limita la producción de plantas por lo que afectan a la totalidad de los cultivos (Quinto & Moreno, 2022).

Estas características edáficas pueden afectar negativamente el crecimiento y desarrollo de cultivos como el tomate Cherry (*Solanum lycopersicum* Var. *Cerasiforme*), la acidez del suelo y la baja disponibilidad de fósforo esencial para el desarrollo radicular constituyen desafíos significativos para el cultivo eficiente (Canales-Almendares et al., 2021). Por lo cual, surge la necesidad de buscar alternativas que mejoren la eficiencia y sostenibilidad de la producción en la región Amazónica Colombiana (Carranza-Patiño et al., 2024). En Colombia el área sembrada de tomate (*Solanum lycopersicum*) para el año 2021 fue 10 mil hectáreas, con una producción anual de 272 mil toneladas y un rendimiento promedio de 26,98 t ha⁻¹ (AGRONET, 2024). Promover su producción en la región amazónica garantizaría una fuente local de alimentos saludables y frescos, también podría llegar a impulsar el desarrollo económico de la región (Franco Vivas et al., 2020).

El tomate Cherry (*Solanum lycopersicum* Var. *Cerasiforme*) perteneciente a la familia de las solanáceas, se ha convertido en una fuente nutricional clave para la población mundial, en los últimos años, su consumo ha experimentado un notable incremento, impulsado por su destacado perfil nutricional y sus beneficios para la salud (Chen & Chien, 2024). Los tomates Cherry (*Solanum lycopersicum* Var. *Cerasiforme*) son particularmente ricos en antioxidantes, como el licopeno, que se ha relacionado con la reducción del riesgo de diversas enfermedades crónicas (Raiola et al., 2014). Este fruto puede considerarse un alimento funcional o saludable debido a sus propiedades beneficiosas para la salud además del licopeno, los tomates contienen otros compuestos bioactivos importantes, como el ácido ascórbico, tocoferol, β -caroteno, ácidos fenólicos, flavonoides, folatos y fibra; También poseen compuestos menos conocidos, como el esculeósido A, el fitoeno y el fitoflueno, que, según varias investigaciones científicas, podrían tener efectos positivos adicionales sobre la salud (Navarro & Periago, 2016).

El Asaí (*Euterpe precatoria* Mart.) es un cultivo amazónico que ha ganado popularidad en el mercado, siendo valorado y comercializado internacionalmente en diversas presentaciones (Benquique, 2023). Este creciente interés ha impulsado la producción en la región Amazónica, que en 2022 alcanzó las 7.001.500 ton, con una superficie cultivada de 629.000 ha destacado al departamento del Putumayo como el mayor productor, con una cosecha de 5.947.500 ton (AGRONET, 2024). Pero este crecimiento ha traído consigo un problema significativo: la eliminación inadecuada de las semillas, que representan el 85 % del peso total del fruto, y solo el 15 % corresponden a la pulpa útil (Nogueira et al., 2005). Semillas que a menudo son desechadas en grandes cantidades (Negrão et al., 2021). Dado el alto contenido de nutrientes que contienen, surgen la necesidad de darles un uso práctico y sostenible (Wycoff et al., 2015).

Investigaciones recientes han explorado diversos usos potenciales para este residuo, como la producción de biocarbón empleado semillas de Asaí (*Euterpe precatoria* Mart.) como absorbente para eliminar catecol (Feitoza et al., 2022). Por otra parte, las mismas, son fuente de lípidos, fibra y compuestos fenólicos lo que resalta que no solo tienen potencial para aplicaciones ambientales, sino también para el desarrollo de productos alimenticios y complementos dietéticos innovadores (Melo et al., 2021). Sin embargo, es necesario buscar alternativas prácticas y económicamente viables para su uso; en este sentido su aprovechamiento como sustrato emerge como una opción prometedora, pudiendo ser aplicado a diferentes cultivos entre ellos el de tomate Cherry (*Solanum lycopersicum* Var. *Cerasiforme*) (de Sousa Martins et al., 2020). En este contexto, el desarrollo de sustratos a partir de materiales locales podría ofrecer una solución innovadora (Pineda-Pineda et al., 2012).

El término “sustrato” se refiere a cualquier material, como tierra y turba, utilizado como soporte para las raíces de las plantas, que tenga capacidad de retención de agua y que pueda contener nutrientes añadidos o de origen natural (FAO, 2006). En los últimos años, el campo agrícola ha visto avances significativos, especialmente en la transición del cultivo en suelo hacia el cultivo en sustratos (Jaimes-Yescas et al., 2024). Esta transformación se debe a varias razones, siendo una de las principales la presencia de factores

restrictivos que limitan la producción en suelos tradicionales, lo que ha llevado a la adopción de métodos alternativos de cultivo (Montoya-Jasso et al., 2021). Además, esta práctica hace más eficiente el uso del agua, asegura frutos de mayor calidad a lo largo de todo el ciclo de cultivo y aumenta la relación costo-beneficio (Arcos et al., 2011).

Estos sustratos pueden estar compuestos por materiales de origen orgánico, como la cascarilla de arroz, o de origen mineral, como la lana de roca y perlita, siendo estos últimos los más estables (Morales-Maldonado, & Casanova-Lugo, 2015). La cascarilla de arroz es el material más utilizado gracias a su fácil acceso y bajo costo, aunque es recomendable someterla a un proceso de tostado para mejorar sus propiedades, lo que incrementa el costo del material (Monsalve et al., 2009; Monsalve Camacho et al., 2021).

Ante estas limitaciones, la búsqueda de materiales locales alternativos se vuelve crucial. En este sentido, las semillas de Asaí (*Euterpe precatoria*) emergen como un recurso prometedor (Maranho & Paiva, 2012). Aunque estos residuos representan un problema ambiental significativo debido a su alta proporción en el fruto, también ofrecen una oportunidad, gracias a sus características pueden ser aprovechadas en la producción de sustratos, lo cual podría ser beneficioso para el desarrollo de las plantas (Elacher et al., 2014).

Este trabajo tiene como objetivo evaluar la viabilidad de un sustrato elaborado a partir de semillas de Asaí (*Euterpe precatoria Mart.*) para la producción de tomate Cherry (*Solanum lycopersicum Var. Cerasiforme*) en la Amazonia colombiana, para analizar su impacto en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de cada planta.

Revisión de literatura

Los medios de cultivo, también conocidos como sustratos o sustratos vegetales, proporcionan un entorno adecuado para el desarrollo radicular, garantizando una correcta aireación, retención de agua y suministro de nutrientes, además de estar inicialmente libres de patógenos (Baixauli & Aguila, 2002). En la horticultura, es común el uso de mezclas que combinan componentes orgánicos o inorgánicos con aditivos, como fertilizantes, agentes de enclado y productos para el control biológico o humectantes (Cruz Crespo et al., 2012). Entre los sustratos inorgánicos más utilizados se encuentran la lana de roca, la perlita, la piedra volcánica, la vermiculita, la zeolita, la piedra pómez, la arena y materiales sintéticos, que pueden usarse solos o en combinación. Aunque la turba es el sustrato orgánico más empleado, su extracción genera un impacto ambiental significativo debido a la alta demanda y la limitada disponibilidad de este recurso (Acosta-Durán et al., 2008). En respuesta a estos desafíos, el cultivo en sustratos sin suelo se presenta como una alternativa sostenible, ya que optimiza el uso del espacio, los nutrientes y el agua en comparación con los cultivos tradicionales en suelo (Albuja et al., 2021)

Las semillas de Asaí, un subproducto del procesamiento de esta palma amazónica, presentan un gran potencial para su uso en sustratos agrícolas debido a su capacidad para retener agua y mejorar la porosidad del suelo (de Sousa Martins et al., 2020). Aunque gran parte de la investigación sobre el Asaí se ha centrado en su fruto y sus propiedades nutricionales (Castillo et al., 2012), estudios recientes han comenzado a explorar el uso de sus semillas como enmiendas orgánicas, destacando sus efectos positivos en la retención de humedad y la mejora de las propiedades físicas del suelo (Willen et al., 2023). La composición química de las semillas de Asaí incluye cantidades significativas de lignina y celulosa, lo que les confiere una estructura robusta que puede contribuir a la estabilidad del sustrato, mejorando tanto la aireación como la retención de agua (Martins et al., 2009). Sin embargo, para hacerlas más aptas para su uso en sustratos agrícolas, es necesario someterlas a procesos de pre-compostaje, que permiten la descomposición parcial de la materia orgánica y la liberación de nutrientes de manera controlada (Oliveira et al., 2014).

Metodología

Localización de estudio

El trabajo se desarrolló en la finca Villa Lucero, situada en las coordenadas 0°35'25.6"N y 76°32'05.3"W del departamento del Putumayo, Colombia, a 256 m s.n.m. La temperatura promedio de la región es de 25.3 °C, con 85 % de humedad relativa y 3355 mm de precipitación anual (IDEAM, 2021).

Preparación de los sustratos

Los residuos derivados del procesamiento del frutal, específicamente las semillas, fueron recolectadas en un área externa de una empresa local dedicada al aprovechamiento del fruto. Después de su recolección, se lavaron para eliminar impurezas y secadas al sol por 20 días, volteos dos veces por semana para permitir extraer la humedad y facilitar la trituration (Andrade Lima et al., 2019). Luego, las semillas se trituraron en un molino martillo modelo TP-8 SM marca Penagos® hasta alcanzar un tamaño de 5 mm. Para la mezcla de los componentes, se prepararon tres tratamientos que consistieron en las siguientes combinaciones (Tabla 1).

Tabla 1.
Porcentaje de combinaciones para cada tratamiento

Tratamientos	Semillas trituradas %	Estiércol de cerdo %	Estiércol de vaca %	Gallinaza%
1	48.39	-	51.61	-
2	48.39	51.61	-	-
3	48.39	-	-	51.61

- T1: semillas de Asafá trituradas + estiércol de vaca
- T2: semillas de Asafá trituradas + estiércol de cerdo
- T3: semillas de Asafá trituradas + gallinaza

Los estiércoles, recolectados en fresco directamente de la misma finca más las semillas, se sometieron a un proceso de pre-compostaje para cada tratamiento, los cuales se realizaron bajo techo. Se formaron pequeñas pilas para cada tratamiento, mezcladas para homogenizar los materiales y humedecidas con agua durante el volteo (Restrepo, 2007), para asegurar una humedad adecuada (Álvarez-Sánchez et al., 2021). Luego, las pilas se cubrieron completamente y dejadas en reposo durante cuatro semanas para permitir el proceso aerobio (Chaparro-Montoya et al., 2020).

Combinaciones y siembra

Los experimentos se hicieron bajo un diseño completamente al azar, con tres repeticiones para cada tratamiento, se incluyó un tratamiento testigo compuesto solo de suelo. Con 12 unidades experimentales, correspondientes a materas en las que se mezclaron 3 kg de sustrato de cada tratamiento, más 3 kg de suelo, en proporción 1:1 (Salinas-Vásquez et al., 2014).

Las plántulas se trasplantaron aproximadamente tres semanas después de la emergencia, en las primeras horas de la mañana, seguido de un riego inicial (Escobar, 2010). Las unidades experimentales se colocaron en un lugar donde recibían luz solar directa durante las primeras seis horas del día. Los riesgos se llevaron a cabo manualmente y su frecuencia dependió de las condiciones climáticas; durante periodos secos, se realizaron dos riegos diarios, uno en las primeras horas de la mañana y otro en las últimas horas de la tarde.

Variables evaluadas

El comportamiento de la temperatura durante el pre-compostaje se monitoreo siguiendo la metodología de (Ojeda-Quintana et al., 2020) con un termómetro de suelo marca HAWK. Para el caso del pH se siguió la metodología de Escobar et al., (2011). A las variables Altura de la planta, número de hojas, número total de frutos por tratamiento se les aplico la prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$) mediante el paquete estadístico Infostat.

Resultados y discusión

Temperatura

Durante los días de la etapa de pre-compostaje, las temperaturas de los tres tratamientos mostraron comportamientos similares, aunque con algunas variaciones notables. El día 3, T2 alcanzó la temperatura más alta (35°C), seguido de T1 (32°C), lo cual indica una mayor actividad microbiana inicial

posiblemente debido a diferencias en la composición del material. Para el día nueve, todas las pilas mostraron temperaturas similares (31°C) lo que sugiere una estabilización uniforme. Sin embargo, para el día 12, T2 registro un incremento (37°C), lo que indica una fase de descomposición activa más intensa. Para el día 18, las temperaturas disminuyeron en todos los tratamientos, con T4 alcanzando la temperatura más baja (26°C), lo que indica la entrada a la fase de maduración (Grafica 1).

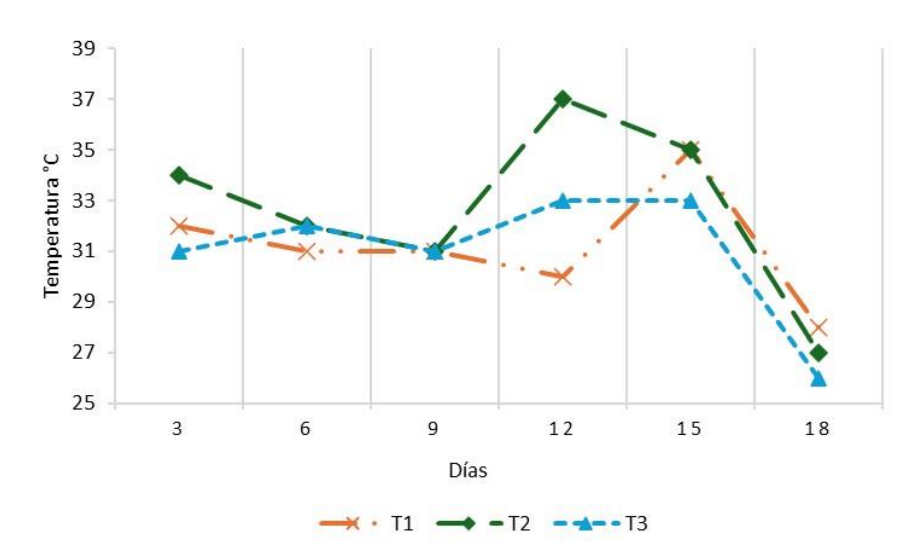


Figura 1. Variación de la temperatura promedio en el proceso de pre-compostaje de los sustratos compuestos por semillas de Asaí (*Euterpe precatória*).

Estos resultados son consistentes con los hallazgos de Bustinza & Gomero (2023) quienes observaron una temperatura máxima de 36. 27°C en la primera semana, seguida de temperaturas constantes y similares entre tratamientos hasta finalizar el proceso. Así mismo Castillo-González et al, (2019) presentaron temperaturas bajas en su tratamiento, siendo la máxima de 27°C en todo el proceso. Es esencial llevar a cabo un proceso de pre-compostaje que incluye varias etapas: mesofílica, termofílica y de maduración debido a que en este proceso, las fluctuaciones de la temperatura, la activación de la microbiota y los cambios térmicos facilitan la descomposición de los residuos, por lo que contribuye también a la eliminación de sustancias volátiles, a la estabilización de los materiales y a la reducción tanto de la masa de los residuos como de los patógenos presentes (Rincones et al., 2023).

pH

Los resultados obtenidos muestran que los tratamientos presentaron un pH que oscilo entre 7,5 y 8,8 valores superiores al rango óptimo (Tabla 2). Aunque al combinar el sustrato con el suelo el pH disminuyo ligeramente, aun permaneció por encima de lo ideal, lo que podría afectar la disponibilidad de nutrientes (Rivera et al., 2018). En el sustrato elaborado por de Araújo et al, (2020), los sustratos AP+ PC (pH = 6,5) y AP+COM (pH = 7,5), ambos compuestos por semillas de Asaí (*Euterpe precatória*) también mostraron un pH fuera del rango ideal para un crecimiento vegetativo óptimo, lo que probablemente influyo negativamente en el desarrollo de las plántulas, ya que un pH inferior a 5,0 puede resultar en baja disponibilidad de nutrientes como N, K, Ca, Mg y B, mientras que un pH superior a 6,5 puede provocar deficiencias de P, Fe, Mn, Zn y Cu (Osorio, 2012).

Tabla 2.

Comportamiento del pH de los sustratos solos y combinados con suelo.

Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4
pH sustrato	7,5	8,5	8,8	5,1
pH sustrato + suelo	7,5	8,1	8,0	

Para el caso del tomate, el rango óptimo debe oscilar entre 6 y 6,5 para que la planta se desarrolle y disponga de nutrientes adecuados, aunque los suelos pueden ser desde ligeramente ácidos hasta ligera a medianamente alcalinos (Allende et al., 2017). Estos resultados subrayan la necesidad de ajustar el pH de los sustratos antes de su uso, especialmente cuando se emplean materiales como semillas de Asaí (*Euterpe precatoria*), para garantizar que se encuentren dentro del rango óptimo para el cultivo y así maximizar su crecimiento y rendimiento en suelos amazónicos (Gariglio et al., 2001).

Altura de la planta

De acuerdo con los resultados presentes en la Figura 2 se puede observar que los tratamientos 1, 2 y 3 mostraron un mejor desempeño. El tratamiento control presentó la menor altura con: 13 cm. En contraste, los tratamientos 1, 2 y 3 alcanzaron alturas promedio mayores, de 50 cm, 60 cm y 58 cm, lo cual indica que no hay diferencias ($p > 0,05$) en la altura de las plantas entre ellos.

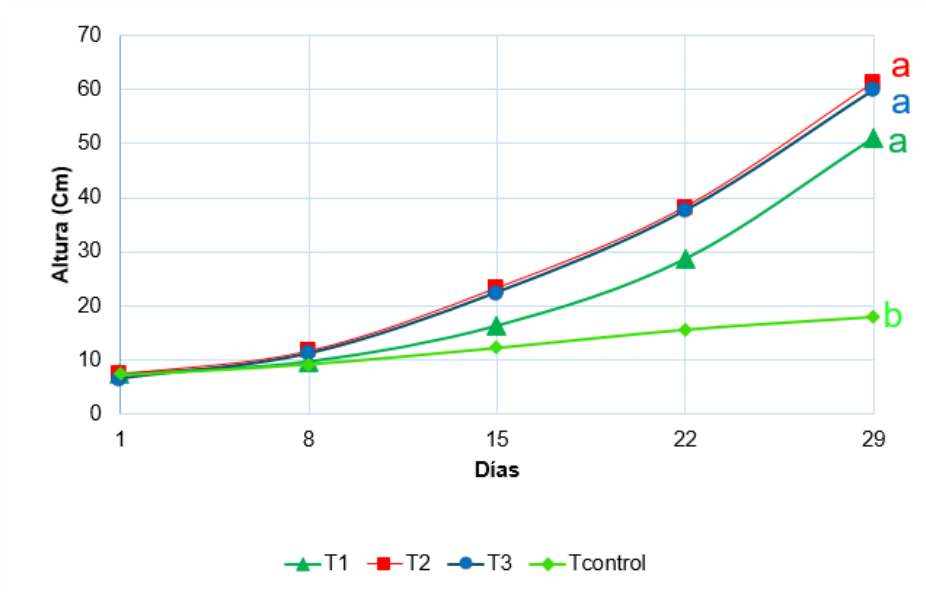


Figura 2. Altura de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* Var. *Cerasiforme*) cultivadas en diferentes sustratos con inclusión de semillas de Asaí (*Euterpe precatoria*).

Las letras diferentes (a y b) indican diferencias significativas ($p < 0.50$) según la prueba estadística Tukey.

En comparación con nuestro estudio, las observaciones de (Ortega-Martínez et al., 2010) muestran un patrón de crecimiento diferente. En su investigación las plantas de tomate alcanzaron 50 cm en todos los tratamientos a los 25 días y siguieron creciendo durante el periodo de estudio; este contraste podría deberse a diferencias en los materiales utilizados o a las condiciones ambientales de cada estudio. Por otro lado, Valqui et al, (2021) demostraron que el uso de un sustrato compuesto por cascarilla de arroz carbonizada y arena incremento significativamente la altura de las plantas de tomate, superando a otros tratamientos evaluados. Estos resultados sugieren que las características físicas y químicas de los sustratos, como la capacidad de retención de agua, aireación y disponibilidad de nutrientes pueden tener impacto considerable en el incremento de las plantas (Velázquez-Maldonado et al., 2019).

Número de hojas

El tratamiento 2 presentó el mayor valor, con aproximadamente 230 hojas, seguida por el tratamiento 3, que mostró un promedio más bajo. Ambos tratamientos demostraron diferencias ($p < 0,05$), respecto a los tratamientos 1 y control. En particular, el tratamiento testigo, exhibió el menor número de hojas con alrededor de 50 (Figura 3).

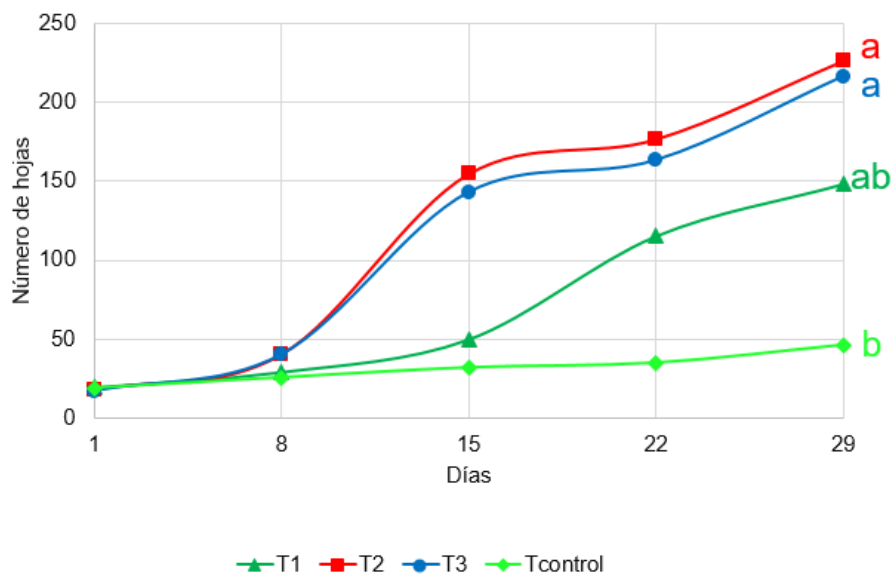


Figura 3. Número de hojas de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* Var. *Cerasiforme*) cultivadas en diferentes sustratos con inclusión de semillas de Asaí (*Euterpe precatória*)

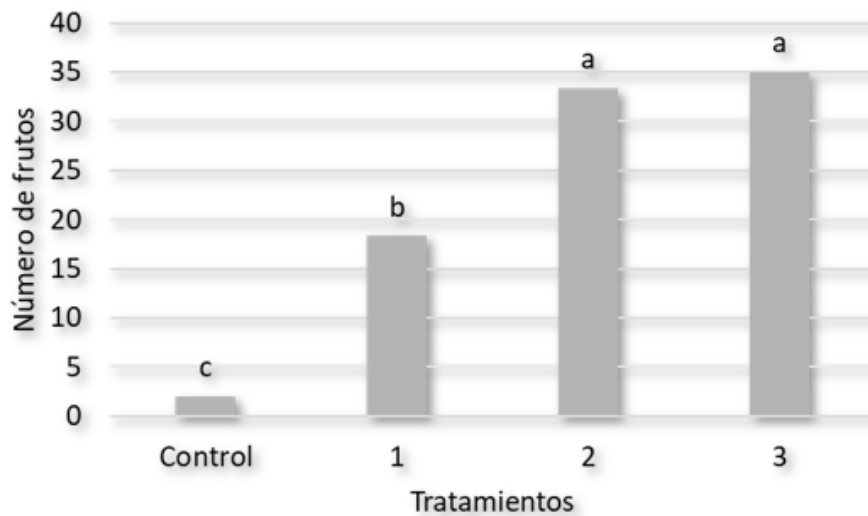
Las letras diferentes (a, b y c) indican diferencias significativas ($p < 0.50$) según la prueba estadística Tukey.

En trabajos realizados por Erlacher et al., (2014) se ha demostrado que los sustratos elaborados con semillas de Asaí (*Euterpe precatória*) son efectivos. De acuerdo con la variable número de hojas, los tratamientos que incluían semillas de Asaí (*Euterpe precatória*) particularmente los tratamientos 1 y 2, resultaron óptimos, mostrando mejores resultados lo que resalta el potencial de los sustratos enriquecidos con Asaí para mejorar el crecimiento foliar en cultivos de tomate.

La disponibilidad de nutrientes en el sustrato, la cantidad de luz solar recibida, y la disponibilidad de agua son determinantes claves; los nutrientes como el nitrógeno, el fósforo y el potasio son esenciales para la síntesis de proteínas, la fotosíntesis y otros aspectos metabólicos que apoyan el crecimiento foliar (Mohr & Schopfer, 2012).

Número de frutos

En los resultados presentados se puede observar que los tratamientos 2 y 3 presentan el mayor número de frutos, sin diferencia entre ellos ($p > 0,05$), esto sugiere que ambos sustratos promueven un rendimiento similar en la producción de frutos (gráfica 4). Por otro lado, el tratamiento 1, que, aunque produce una cantidad significativa de frutos, es inferior a los tratamientos 2 y 3. Finalmente, el tratamiento control muestra menor rendimiento respecto a los demás; estos resultados indican que los sustratos enriquecidos con Asaí (*Euterpe precatória*) pueden mejorar significativamente la producción en frutos de tomate, siendo el tratamiento 2 el de mejor comportamiento.



Grafica 4. Numero de frutos en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* Var. *Cerasiforme*) cultivadas en diferentes sustratos con inclusión de semillas de Asaí (*Euterpe precatoria*).

Las letras diferentes (a, b y c) indican diferencias significativas ($p < 0.50$) según la prueba estadística Tukey.

En el trabajo realizado por (Ortega-Martínez et al., 2010) se presentaron resultados semejantes siendo el tratamiento aserrín el resultado mayor con 44 frutos, seguido del aserrín-composta y por último el tratamiento con suelo local. Lo que evidencia que tanto la combinación de sustratos con Asaí (*Euterpe precatoria*) como el uso de aserrín pueden ser estrategias efectivas para incrementar la producción de frutos de tomate.

La producción de una mayor cantidad de frutos en una planta depende de varios factores. Uno de los más importantes es la luz solar adecuada, una mayor disponibilidad de luz puede incrementar la fotosíntesis, proporcionando más energía para la formación de flores y, en consecuencia, de frutos (Chaudhry et al., 2021). Además, el riego adecuado es crucial, ya que las plantas necesitan suficiente agua para transportar los nutrientes desde las raíces hasta las partes aéreas, incluyendo los frutos (Mohr & Schopfer, 2012). Del mismo modo, la disponibilidad de nutrientes, el nitrógeno es esencial para el crecimiento vegetativo, el fósforo favorece el desarrollo de raíces robustas y la formación de flores, mientras que el potasio ayuda a regular la apertura estomática y el transporte de azúcares hacia los frutos (Marschner, 2011).

Conclusión

Los sustratos enriquecidos con semillas de Asaí (*Euterpe precatoria* Mart), combinados con estiércol de cerdo y gallinaza, no solo promueven un mayor crecimiento y producción de frutos en las plantas de tomate Cherry (*Solanum lycopersicum* Var. *Cerasiforme*) sino que también son una alternativa viable para la producción de tomate en suelos de la Amazonia colombiana.

Referentes Bibliográficas

- Acosta-Durán, C. M., Gallardo, C. S., Kämpf, A. N., & Bezerra, F. C. (2008). Materiales regionales utilizados en latinoamérica para la preparación de sustratos. *Investigación Agropecuaria*, 5(2), 93–106. <https://acortar.link/h8pltp>
- AGRONET. (2024). *Reporte: Área, Producción y Rendimiento Nacional por Cultivo*. MinAgricultura. <https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=1>
- Albuja, V., Andrade, J., Lucano, C., & Rodríguez, M. (2021). Comparativa de las ventajas de los sistemas hidropónicos como alternativas agrícolas en zonas urbanas. *Minerva*, 2(4), 45–54. <https://doi.org/10.47460/minerva.v2i4.26>
- Allende, M., Salinas, L., & Torres, A. (2017). *Manual de cultivo del tomate bajo invernadero*. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.

- https://www.utadeo.edu.co/sites/tadeo/files/node/wysiwyg/pub_29_-_manual_produccion_de_tomate.pdf
- Álvarez-Sánchez, A. R., Llerena-Ramos, L. T., & Reyes-Pérez, J. J. (2021). Efecto de sustancias azucaradas en la descomposición de sustratos orgánicos para la elaboración de compost. *Revista terra latinoamericana*, 39. <https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.916>
- Andrade Lima, R.C., Freitas, A.D.S., Linhares, A.L.F., Costa Neiva, B.P.D., Silva Brito Sousa, B.T.D., Lucena Vidal, K., ... & Da Silva, W.A. (2019). A Substrate Made from Açaí Berry Waste Used in the Production of Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) Seedlings. *Annual Research & Review in Biology*, 33(4), 1–8. <https://doi.org/10.9734/arrb/2019/v33i430126>
- Arcos, B., Benavides, O., & Rodriguez, M. (2011). Evaluation of two sustratos and two dose of fertilization under conditions hidroponics low hothouse in lettuce *Lactuca sativa* L. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 28(2), 95–108. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5104092>
- Baixauli, C., & Aguila, J. (2002). *Cultivo sin suelo de hortalizas: aspectos prácticos y experiencias*. València: Generalitat Valenciana. Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación. <https://redivia.gva.es/handle/20.500.11939/7948>
- Benquique, C. M. (2023). Transformación productiva del euterpe precatória en la amazonia Boliviana. In *Crecimiento y Desarrollo Socioeconómico en la Amazonia Boliviana: una perspectiva sostenible* (pp. 58–70). Editora Científica Digital. <https://doi.org/10.37885/221110874>
- Bustanza, R., & Gomero, L. (2023). Optimización del proceso de compostaje con la pulpa de café en el anexo Unión Pucusani (Chanchamayo - Junín). *Universidad Científica Del Sur*, 41(1), 85–95. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-34292023000100085&script=sci_arttext
- Canales-Almendares, J. E., Borrego-Escalante, F., Narvaez-Ortíz, W. A., González-Morales, S., & Benavides-Mendoza, A. (2021). Impacto de diferentes fertilizantes en la solución del suelo y el crecimiento de tomate. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, (26), 105–117. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i26.2941>
- Carranza-Patiño, M., Aragundi-Sabando, L., Macias-Barrera, K., Paredes-Sarabia, E., & Villegas-Ramírez, A. (2024). Conservación y Manejo Sostenible del Suelo en la Agricultura: Una Revisión Sistemática de Prácticas Tradicionales y Modernas. *Código Científico Revista de Investigación*, 5(E3), 1–28. <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v5/ne3/303>
- Castillo-González, E., Giraldi-Díaz, M. R., De Medina-Salas, L., & Sánchez-Castillo, M. P. (2019). Pre-composting and vermicomposting of pineapple (*Ananas comosus*) and vegetable waste. *Applied Sciences (Switzerland)*, 9(17), 2–14. <https://doi.org/10.3390/app9173564>
- Castillo, Y. M., Lares, M., & Hernandez, M. S. (2012). Caracterización bromatológica y fisicoquímica del fruto amazónico Asaí (Euterpe precatória Mart). *Vitae*, 19(2), 309–311. <https://www.redalyc.org/pdf/1698/169823914095.pdf>
- Chaparro-Montoya, E. E., Vera-Alcázar, M. M., Herrera-Córdova, F. B., & Barahona-Sánchez, J. C. (2020). Utilización de microorganismos eficientes para la elaboración de compost a partir de residuos orgánicos. *Sincretismo*, 1(1), 45–48. <https://revistas.unam.edu.pe/index.php/sincretismo/article/view/15/13>
- Chaudhry, U., Junaid, M., & Gokce, A. (2021). Influencia de las adversidades ambientales en los cambios fisiológicos de las plantas. In *Developing Climate-Resilient Crops* (1st ed., pp. 85–110). <https://acortar.link/hLRV0j>
- Chen, C.Y., & Chien, Y.-W. (2024). Fresh Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in the Diet Improves the Features of the Metabolic Syndrome: A Randomized Study in Postmenopausal Women. *Biology*, 13(8), 588. <https://doi.org/10.3390/biology13080588>
- Cruz Crespo, E., Can Chulim, A., Sandoval Villa, M., Bugarín Montoya, R., Robles Bermudez, A., & Juárez Lopez, P. (2012). Sustratos en la horticultura. *BioCiencias*, 2(2), 17–26. <http://dspace.uan.mx:8080/jspui/handle/123456789/719>
- de Araújo, C. S., Lunz, A. M. P., dos Santos, V. B., Neto, R. de C. A., Nogueira, S. R., & Dos Santos, R. S. (2020). Use of agro-industry residues as substrate for the production of Euterpe precatória seedlings. *Pesquisa Agropecuaria Tropical*, 50. <https://doi.org/10.1590/1983-40632020v5058709>
- de Sousa Martins, M. M., Vera Cruz da Silva, J. E., Sayuri Fujiyama, B., & de Souza Mendonça, M. (2020, February 1). Resíduo do açaí como inovação, economia e tecnologia sustentável. *Sociedade 5.0: educação, ciência, tecnologia e amor*. <https://doi.org/10.31692/2526-7701.VCOINTERPDVAgro.0316>

- Escobar, H. (2010). *Manual de Producción de Tomate Bajo Invernadero*. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. <https://acortar.link/n2iqyC>
- Elacher, W., de Oliveira, F., Natal, D., Lima, M., & Christo, B. (2014). Carço de açaí triturado fresco na formulação de substrato para a produção de mudas de hortaliças brássicas. *Enciclopédia Biosfera*, 10(18). <https://www.researchgate.net/publication/304216423>
- Erlacher, W. A., Oliveira, F. L. de, Silva, D. M. N. da, Quaresma, M. A. L., Santos, D. A., Christo, B. F., & Mendes, T. P. (2014). açaí use triturated seed fermented, for the formulation of substrates for production of okra seedlings of and tomate. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, 4(2), 93–100. <https://doi.org/10.21206/rbas.v4i2.263>
- Escobar, F., Sánchez Ponce, J., & Azero, A.M. (2011). Evaluation of the composting process with different types of mixtures based on the C/N ratio and the addition of biodynamic preparations at the Pairumani Model Farm. *Acta Nova*, 5(3), 1683–0768. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1683-07892012000100004&script=sci_arttext
- FAO. (2006). *Plant nutrition for food security A guide for integrated nutrient management*. https://www.fao.org/fileadmin/templates/soilbiodiversity/Downloadable_files/fpn16.pdf
- Feitoza, U. D. S., Thue, P. S., Lima, E. C., Dos Reis, G. S., Rabiee, N., de Alencar, W. S., ... & Dias, S. L. (2022). Use of Biochar Prepared from the Açaí Seed as Adsorbent for the Uptake of Catechol from Synthetic Effluents. *Molecules*, 27(21), 7570. <https://doi.org/10.3390/molecules27217570>
- Franco Vivas, J, García Quimbaya, I, Lasso Parra, D, Mestanza Ríos, I, & Moreno Palma, A. (2020). *Informe Region Amazonica*. Observatorio Regional ODS. <http://hdl.handle.net/1992/47762>
- Gariglio, N. F., Alsina, D. A., Nescier, I., & Castellaro, F. J. (2001). Corrección del pH en sustratos a base de serrín de Salicáceas. *Investigación Agraria*, 16(2), 205–211. <https://www.researchgate.net/publication/28124439>
- IDEAM. (2021). *Boletín mensual de predicción climática. Subdirección de Meteorología*. Available. <https://ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/prediccion-climatica/>
- Jaimes-Yescas, M. I., Hernández-González, I., & Flores-Macías, A. (2024). Evaluación de material lignocelulósico como sustituto de la tierra de monte en la producción de plantas ornamentales. *Agro-Divulgación*, 4(3). <https://doi.org/10.54767/ad.v4i3.312>
- Landínez Torres, Á. Y. (2017). Uso y manejo del suelo en la amazonia colombiana. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 12(2), 151–163. <https://doi.org/10.21615/cesmvz.12.2.6>
- Martins, M. A., Capparelli, L., & Dalton, J. (2009). Comportamento térmico e caracterização morfológica das fibras de mesocarpo e carço do açaí (Euterpe oleracea Mart.) *Revista Brasileira de Fruticultura*, 31, 1150-1157. <https://www.mdpi.com/1420-3049/28/18/6661>
- Maranho, Á. S., & Paiva, A. D. (2012). Produção de mudas de physocalymma scaberrimum em sustratos compostos por diferentes porcentagens de resíduo orgânico de açaí. *Floresta*, 42(2), 399. <https://doi.org/10.5380/rf.v42i2.19220>
- Marschner, H. (Ed.). (2011). *Marschner's mineral nutrition of higher plant*. Academic press. <https://acortar.link/Eql3RO>
- Melo, P. S., Selani, M. M., Gonçalves, R. H., Paulino, J. de O., Massarioli, A. P., & Alencar, S. M. de. (2021). Açaí seeds: An unexplored agro-industrial residue as a potential source of lipids, fibers, and antioxidant phenolic compounds. *Industrial Crops and Products*, 161, 113204. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.113204>
- Monsalve, O. I., Henao, M., & Gutiérrez, J. (2021). Characterizing potential substrate materials in soilless culture systems. *Ciencia Tecnología Agropecuaria*, 22(1). https://doi.org/10.21930/RCTA.VOL22_NUM1_ART:1977
- Monsalve, O., Escobar, H. Medina, A., & Forero, A. (2009). *Estrategias de fertilización limpia y orgánica en la producción de tomate bajo invernadero*. Universidad Jorge Tadeo Lozano - Centro de Investigaciones y asesorías Agroindustriales.
- Montoya-Jasso, V. M., Ordaz-Chaparro, V. M., Benedicto-Valdés, G. S., Ruiz-Bello, A., & Arreola-Tostado, J. M. (2021). Chemical and physical characterization of substrates enriched with minerals and compost. *Revista Terra Latinoamericana*, 39, 1–10. <https://doi.org/10.28940/TERRA.V39I0.601>
- Mohr, H., & Schopfer, P. (2012). *Plant physiology (Ancestry Publishing)*. Springer. <https://acortar.link/cO8ZuG>
- Morales-Maldonado, E. R., & Casanova-Lugo, F. (2015). Mezclas de sustratos orgánicos e inorgánicos, tamaño de partícula y proporción. *Agronomía Mesoamericana*, 26(2), 365. <https://doi.org/10.15517/am.v26i2.19331>

- Navarro-González, I., & Periago, M. J. (2016). El tomate, ¿alimento saludable y/o funcional? *Revista Espanola de Nutricion Humana y Dietetica*, 20(4), 323–335. <https://doi.org/10.14306/renhyd.20.4.208>
- Negrão, A. G., Moura, A. G. A. F., Azevedo, R. C. M., Rodrigues, E. R. P., & Pinheiro, T. M. dos S. (2021). Mapeamento do descarte irregular do caroço do açaí no bairro do Jurunas no município de Belém/PA / Mapping the irregular disposal of the açaí seeds in the Jurunas neighborhood in the municipality of Belém/PA. *Brazilian Journal of Development*, 7(6), 63284–63294. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n6-620>
- Nogueira, O., Camara, F., & Agostinho, A. (2005). *Sistemas de Produção Açaí*. Embrapa. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/408196/1/SISTEMAPROD4ONL INE.pdf>
- Ojeda-Quintana, L. J., Hernández-Rodríguez, C., López-Melian, A., & Frómata-Milanés, C. (2020). Evaluación de diferentes sustratos enriquecidos con microorganismos para la producción de compost en áreas naturales. *Temas Agrarios*, 25(2), 129–140. <https://doi.org/10.21897/rta.v25i2.2455>
- Oliveira, J., Komesu, A., & Maciel, R. (2014). Hydrothermal pretreatment for enhancing enzymatic hydrolysis of seeds of açaí (euterpe oleracea) and sugar recovery. *Chemical Engineering Transactions*, 37, 787–792. <https://doi.org/10.3303/CET1437132>
- Ortega-Martínez, L. D., Sánchez-Olarte, J., Ocampo-Mendoza, J., Sandoval-Castro, E., Salcido-Ramos, B. A., & Manzo-Ramos, F. (2010). Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) Bajo condiciones de invernadero effect of different substrates on the growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) Under greenhouse conditions. *Ra Ximhai*, 6(3), 339–346. <https://www.redalyc.org/pdf/461/46116015002.pdf>
- Osorio, N. W. (2012). pH del suelo y disponibilidad de nutrientes. *Manejo Integral Del Suelo y Nutrición Vegetal*, 1(4). <https://www.bioedafologia.com/sites/default/files/documentos/pdf/pH-del-suelo-y-nutrientes.pdf>
- Pineda-Pineda, J., Sánchez del Castillo, F., Ramírez-Arias, A., Castillo-González, A. M., Valdés-Aguilar, L. A., & Moreno-Pérez, E. D. C. (2012). Aserrín de pino como sustrato hidropónico: variación en características físicas durante cinco ciclos de cultivo. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 18(1), 95–111. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1027-152X2012000100007&script=sci_abstract
- Quinto, H., & Moreno, F. (2022). Influence of Soil Nutrients on Tree Growth in Colombian Pacific Forests. *Colombia Forestal*, 25(2), 30–44. <https://doi.org/10.14483/2256201X.18232>
- Raiola, A., Rigano, M. M., Calafiore, R., Frusciante, L., & Barone, A. (2014). Enhancing the health-promoting effects of tomato fruit for biofortified food. *Mediators of Inflammation*, 2014(1), 1–16. <https://doi.org/10.1155/2014/139873>
- Restrepo, J. (2007). *Manual Práctico El A, B, C de la agricultura orgánica y harina de rocas*. SIMAS. https://guiaspdf.net/wp-content/uploads/2021/02/Libro-de-Agricultura-Organica-GuiasPDF.Net_.pdf
- Rincones, P., Zapata, J., Figueroa, O., & Parra, C. (2023). Evaluación de sustratos sobre los parámetros productivos de la lombriz roja californiana (*Eisenia fetida*). *Información Tecnológica*, 34(2), 11–20. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642023000200011>
- Rivera, E., Sanchez, M., & Domínguez, H. (2018). pH como factor de crecimiento en plantas. *Iniciacion Científica*, 4(2), 101–105. <https://doi.org/https://doi.org/10.33412/rev-ric.v4.0.1829>
- Rosas, G., Muñoz, J., & Suárez, J. (2015). Incidencia de sistemas agroforestales con *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll.Arg. sobre propiedades físicas de suelos de lomerío en el departamento de Caquetá, Colombia. *Acta Agronómica*, 65(2), 116–122. <https://doi.org/10.15446/acag.v65n2.45173>
- Salinas-Vásquez, F., Sepúlveda-Morales, L., & Sepúlveda-Chavera, G. (2014). Evaluación de la calidad química del humus de lombriz roja californiana (*Eiseniafoetida*) elaborado a partir de cuatro sustratos orgánicos en Arica. *Idesia (Arica)*, 32(2), 95–99. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292014000200013>
- Valqui, G. S., Santillan, T. S., Quintana, S. C., Oyarce, J. C., & Oliva, M. (2021). Influencia de sustratos en el crecimiento y desarrollo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) cultivado bajo un sistema hidropónico en invernadero. *Revista de la Universidad del Zulia*, 12(32), 317–329. <http://dx.doi.org/10.46925/rdluz.32.19>

- Velázquez-Maldonado, J., Juárez-López, P., Anzaldo-Hernández, J., Alejo-Santiago, G., Valdez-Aguilar, L. A., Alia-Tejacal, I., ... & Guillén-Sánchez, D. (2019). Concentración nutrimental de biocarbón de cascarilla de arroz. *Fitotecnia Mexicana*, 42(2), 129–136. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v42n2/0187-7380-rfm-42-02-129.pdf>
- Willen, S., da Silva, L., Rodrigues, R., Rocha, J., Santos, A., & Campos, R. (2023). Açai Seeds (Euterpe oleracea Mart) Are Agroindustrial Waste with High Potential to Produce Low-Cost Substrates after Acid Hydrolysis. *Molecules*, 28(18), 6661. <https://doi.org/10.3390/molecules28186661>
- Wycoff, W., Luo, R., Schauss, A., Neal, J., Sabaa, A., Maia, J., Tran, K., Richards, K., & Smith, R. (2015). Chemical and nutritional analysis of seeds from purple and white açai (Euterpe oleracea Mart.). *Journal of Food Composition and Analysis*, 41, 181–187. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2015.01.021>



DOI: <https://doi.org/10.34069/RA/2024.14.03>

Volumen 7, Número 14/julio-diciembre 2024

Motta Chaguala, L. (2024). Tendencias científicas en la convergencia de escarabajos, ganadería y educación ambiental. *Revista Científica Del Amazonas*, 7(14), 31-47. <https://doi.org/10.34069/RA/2024.14.03>

Tendencias científicas en la convergencia de escarabajos, ganadería y educación ambiental

Scientific trends in the convergence of dung beetles, livestock farming, and environmental education

Recibido: 10 de octubre de 2024

Aceptado: 15 de diciembre de 2024

Autores:

Libardo Motta Chaguala¹

Resumen

Este estudio analizó la evolución y características de la producción científica sobre la tríada de escarabajos coprófagos, ganadería y educación ambiental, utilizando datos de Web of Science y Scopus entre 2013 y 2023. Se examinaron las tendencias temporales en el número de publicaciones, la distribución geográfica de la investigación y los principales temas abordados. Los resultados muestran un interés creciente en el campo de "Escarabajos coprófagos y ganadería." Brasil lidera en esta categoría, así como en "Escarabajos coprófagos y educación Ambiental," mientras que China, Estados Unidos y Japón lideran en "Educación ambiental y ganadería." Los principales temas de investigación incluyen la ecología y conservación de los escarabajos coprófagos, su papel en la mejora de la calidad del suelo y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, así como su potencial como herramientas educativas para promover prácticas ganaderas sostenibles. Este análisis proporciona una base importante para futuras investigaciones sobre el papel de los escarabajos coprófagos en la gestión sostenible de los ecosistemas ganaderos.

Palabras clave: escarabajos coprófagos, educación ambiental, restauración de suelos, ganadería, revisión bibliométrica.

Abstract

This study analyzed the evolution and characteristics of scientific production on the triad of dung beetles, livestock farming and environmental education using data from Web of Science and Scopus between 2013 and 2023. The temporal trends in the number of publications, the geographical distribution of research, and the main topics addressed were examined. The results show a growing interest in the field of "Dung Beetles and Livestock Farming." Brazil leads in this category as well as in "Dung Beetles and Environmental Education," while China, the United States, and Japan lead in "Environmental Education and Livestock Farming." The main research topics include the ecology and conservation of dung beetles, their role in improving soil quality and reducing greenhouse gas emissions, as well as their potential as educational tools to promote sustainable livestock farming practices. This analysis provides an important foundation for future research on the role of dung beetles in the sustainable management of livestock ecosystems.

Keywords: dung beetles, environmental education, soil restoration, livestock farming, bibliometric review.

¹ Biólogo. Magíster en Ciencias de la Educación. Estudiante de Doctorado en Educación y Cultura Ambiental, Universidad de la Amazonia, Florencia, Colombia.  <https://orcid.org/0000-0001-9342-378X> - Email: mottalibardo@gmail.com



Introducción

Los escarabajos coprófagos, agentes clave en la salud ecosistémica, desempeñan un papel fundamental en el funcionamiento de diversos entornos, particularmente en aquellos vinculados a la actividad ganadera (Nichols et al., 2008). Investigaciones como la de Noriega, Realpe y Fagua (2007) revelan una correlación significativa entre el estado de conservación de un hábitat y la presencia de estos coleópteros.

Al alimentarse y descomponer el estiércol del ganado, estos insectos no solo mejoran la calidad del suelo y el ciclo de nutrientes, sino que también contribuyen a la dispersión de semillas y al control de plagas y parásitos (Nichols et al., 2008). Su interacción con el ganado y el entorno ofrece una valiosa oportunidad para fomentar la educación ambiental desde una perspectiva práctica y tangible (Miranda et al., 2020).

La relación entre los escarabajos coprófagos, la ganadería y la educación ambiental es un campo de investigación emergente con un potencial significativo para promover prácticas sostenibles y la conservación de la biodiversidad. La ganadería, si bien es esencial para la producción de alimentos, también puede generar impactos ambientales negativos, como la degradación del suelo y la contaminación por excrementos (Steinfeld et al., 2006). Los escarabajos coprófagos ofrecen una solución natural y efectiva para mitigar estos impactos, y su estudio puede generar conocimientos valiosos para la gestión sostenible de los sistemas ganaderos (Losey & Vaughan, 2006).

En este contexto, la educación ambiental juega un papel fundamental al fomentar la conciencia sobre la importancia de los escarabajos coprófagos y su función en los ecosistemas ganaderos. Al comprender los beneficios de estos insectos, los ganaderos y otros actores pueden adoptar prácticas que favorezcan su presencia y promuevan la salud del suelo y del ganado (Slade et al., 2016).

El análisis bibliométrico de la literatura científica sobre escarabajos coprófagos en el contexto de la educación ambiental y la ganadería se planteó en el marco de un proyecto de investigación doctoral denominado "Conservación del suelo en sistemas ganaderos del piedemonte amazónico: Estrategias educativas basadas en escarabajos coprófagos" con el ánimo de comprender el estado actual de la investigación en este campo. Este enfoque permite identificar tendencias, áreas de interés, temas más relevantes, así como las conexiones entre diferentes líneas de investigación (Zupic & Čater, 2015). Además, el análisis bibliométrico puede revelar brechas de conocimiento y áreas de investigación poco exploradas, lo que puede orientar futuras investigaciones y acciones en este campo.

El presente estudio tiene como objetivo analizar la evolución y características de la producción científica sobre escarabajos coprófagos en el contexto de la educación ambiental y la ganadería, publicada en revistas científicas indexadas en Web of Science y Scopus entre 2013 y 2023. Se examinarán aspectos como las tendencias temporales en la producción de artículos, los países y organizaciones más productivas en investigación, las redes de colaboración entre autores y co-citación de artículos, y los principales temas de investigación y su evolución a lo largo del tiempo. Los resultados de este estudio contribuirán a una mejor comprensión de la investigación en este campo y su potencial para informar la práctica y la política en educación ambiental y gestión ganadera sostenible.

Metodología

Este estudio bibliométrico se llevó a cabo utilizando un enfoque sistemático para la recopilación y análisis de datos, considerando los siguientes aspectos:

Bases de datos y proceso de búsqueda

Para esta revisión bibliométrica, se utilizaron las bases de datos Web of Science (WoS) y Scopus, reconocidas por su amplia cobertura y calidad en la literatura revisada por pares y su capacidad para proporcionar datos bibliométricos detallados.

Se realizó una búsqueda avanzada en ambas bases de datos, combinando las siguientes palabras clave en español e inglés: ("escarabajos coprófagos" OR "dung beetles") AND ("educación ambiental" OR "environmental education") AND ("ganadería" OR "livestock"). La búsqueda se limitó a artículos publicados entre enero de 2013 y mayo de 2023.

Se consideraron para el análisis todos los artículos recuperados de WoS y Scopus que contenían las palabras clave mencionadas en el título, resumen o palabras clave, y que abordaban la relación entre escarabajos coprófagos, educación ambiental y ganadería. Se excluyeron notas breves, cartas al editor, documentos de conferencias y estudios que no abordaran la temática de interés, como aquellos enfocados únicamente en la taxonomía o fisiología de los escarabajos coprófagos sin relación con la educación ambiental o la ganadería.

Los registros bibliográficos de los artículos seleccionados se exportaron desde ambas bases de datos en formato CSV. Estos registros incluyeron información de autores, título, año de publicación, revista, referencias, citas y palabras clave.

Análisis de datos

Para el análisis y visualización de las redes bibliométricas, se utilizó el software VOSviewer (versión 1.6.18). Este software permite la construcción y visualización de redes basadas en datos bibliométricos. En este software se realizaron los siguientes análisis:

1. Red de co-ocurrencia de palabras clave: para identificar los principales temas de investigación y su evolución temporal.
2. Red de co-autoría: para examinar los patrones de colaboración entre autores y países.
3. Red de co-citación: para identificar los trabajos más influyentes en el campo y sus interrelaciones.

VOSviewer se utilizó para generar mapas de visualización basados en la técnica de mapeo VOS (Visualización de Similitudes). Esta técnica permite la creación de mapas en los que la distancia entre dos elementos refleja la fuerza de la relación entre ellos. Los elementos con una relación más fuerte se ubican más cerca entre sí en el mapa visual.

Adicionalmente se realizaron análisis estadísticos descriptivos para examinar las tendencias temporales en la producción de artículos, la distribución geográfica de la investigación y la productividad de las organizaciones. Estos análisis se llevaron a cabo utilizando el software SPSS, permitiendo la generación de gráficos y tablas para visualizar las tendencias y patrones en los datos.

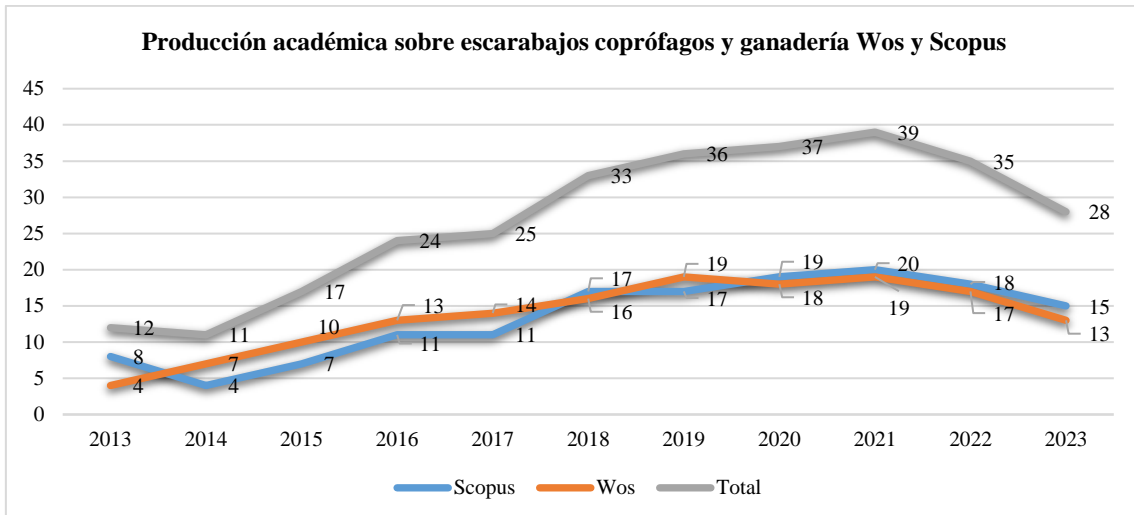
Es importante mencionar que esta revisión bibliométrica se limita a las bases de datos WoS y Scopus, y a los artículos publicados hasta mayo de 2023. Por lo tanto, los resultados pueden no ser exhaustivos y podrían existir estudios relevantes publicados en otras fuentes o en fechas posteriores. También es importante reconocer posibles sesgos en la selección de artículos, como el sesgo de publicación (tendencia a publicar resultados positivos) y el sesgo de idioma (mayor representación de artículos en inglés).

Resultados

En esta sección, presentamos los resultados del análisis bibliométrico de la producción científica sobre escarabajos coprófagos en el contexto de la educación ambiental y la ganadería, publicados en revistas científicas indexadas en Web of Science y Scopus entre 2013 y 2023. Analizamos las tendencias temporales en la producción de artículos, la distribución geográfica de las investigaciones, las redes de colaboración entre autores y co-citación de artículos, y los principales temas de investigación. Estos resultados los discutimos en relación con el estado actual del conocimiento en este campo y su relevancia para la práctica y la política en educación ambiental y gestión ganadera sostenible.

Tendencias temporales en la producción de artículos

Analizamos la producción científica sobre escarabajos coprófagos en el contexto de la educación ambiental y la ganadería entre 2013 y 2023, y observamos una tendencia general de crecimiento, aunque con fluctuaciones a lo largo del período estudiado (Gráficas 1, 2 y 3).

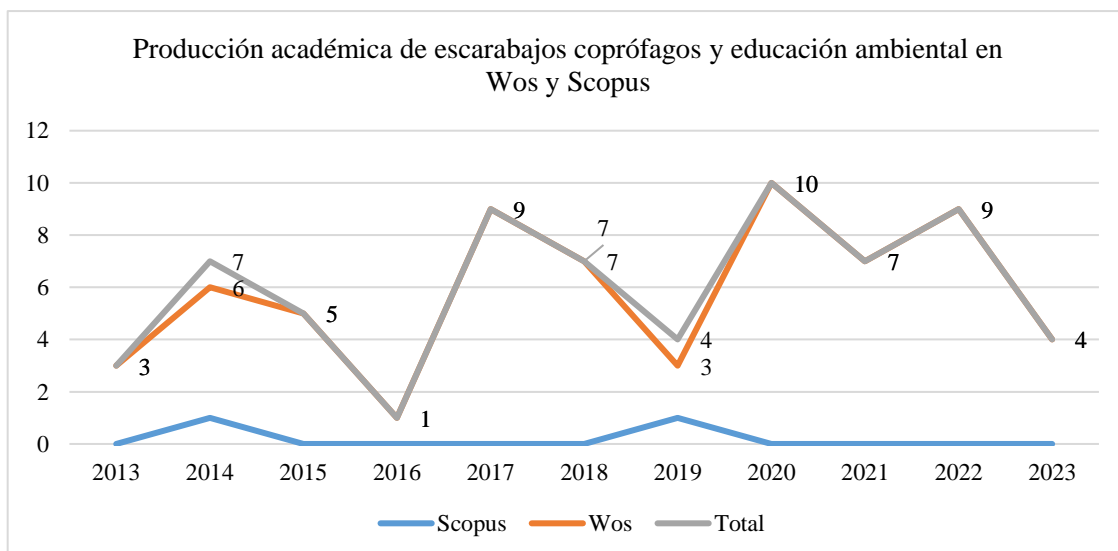


Gráfica 1. Producción académica de escarabajos coprófagos y ganadería en WoS y Scopus.

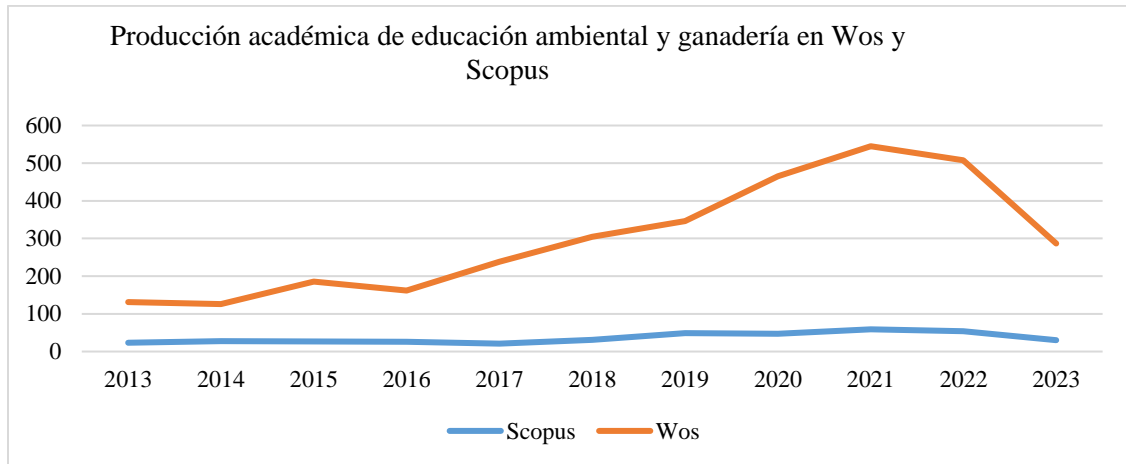
En la primera gráfica (Gráfica 1), observamos un aumento en el número de publicaciones indexadas en Web of Science y Scopus desde 2013 hasta 2023, con un pico en el año 2021. Este aumento sostenido puede atribuirse a una creciente conciencia sobre la importancia de la sostenibilidad en la ganadería y el reconocimiento del papel crucial de los escarabajos coprófagos en la mejora de la salud del suelo y la reducción de los impactos ambientales (Nichols et al., 2008)

Sin embargo, en 2022 y 2023 registramos un descenso en la producción, lo que podría indicar una estabilización o una disminución temporal del interés en este campo de investigación. Esta disminución podría deberse a diversos factores, como la finalización de proyectos de investigación específicos, cambios en las prioridades de financiación o retrasos en la publicación de artículos. No obstante, es importante señalar que la producción científica en este campo sigue siendo significativamente mayor que en años anteriores, lo que permite determinar que el interés en esta área de investigación se mantiene.

La segunda gráfica (Gráfica 2) muestra la distribución de los documentos por categorías de búsqueda. La categoría "escarabajos coprófagos + ganadería" es la más frecuente (181.41 artículos en promedio por año), seguida de "escarabajos coprófagos + educación ambiental" con 6 artículos en promedio por año. (Ver Gráfica 3).

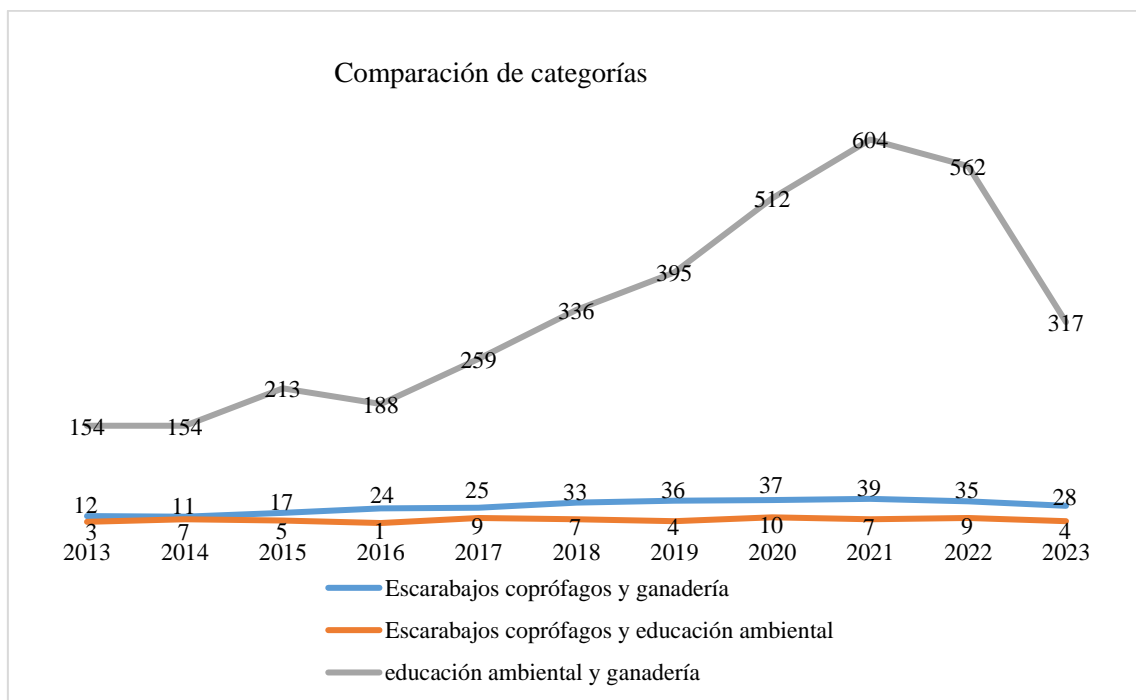


Gráfica 2. Producción académica de escarabajos coprófagos y educación ambiental.



Gráfica 3. Producción académica de educación ambiental y ganadería.

Las gráficas anteriores indican que la mayoría de los estudios se centran en la relación directa entre los escarabajos coprófagos y la ganadería, abordando temas como el control de plagas, la mejora de la calidad del suelo y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (Slade et al., 2016). Así mismo, el análisis estadístico descriptivo revela que la categoría "escarabajos coprófagos + ganadería" presenta la mayor media (181.41) de publicaciones por año, lo que indica una mayor producción y variabilidad en esta área de investigación. (Ver Gráfica 4)



Gráfica 4. Comparación de categorías.

Por su parte, la categoría "escarabajos coprófagos + educación ambiental" muestra una media (6.00), lo que muestra un crecimiento más reciente y menos consolidado en esta línea de investigación, sin embargo, el creciente número de publicaciones indica un interés emergente en el potencial de estos insectos como herramientas educativas para promover prácticas sostenibles en la ganadería (Miranda et al., 2020). Esto nos lleva a determinar que, a pesar de las fluctuaciones recientes, los resultados indican que la investigación sobre escarabajos coprófagos en el contexto de la educación ambiental y la ganadería ha experimentado un crecimiento significativo en la última década. Este crecimiento refleja la creciente

relevancia de estos insectos en la búsqueda de soluciones sostenibles para la ganadería y la importancia de la educación ambiental para promover prácticas responsables y respetuosas con el medio ambiente.

Distribución geográfica de las publicaciones

El análisis de la distribución geográfica de las publicaciones sobre escarabajos coprófagos en el contexto de la educación ambiental y la ganadería revela una amplia participación internacional, con contribuciones de diversos países (Figura 1).

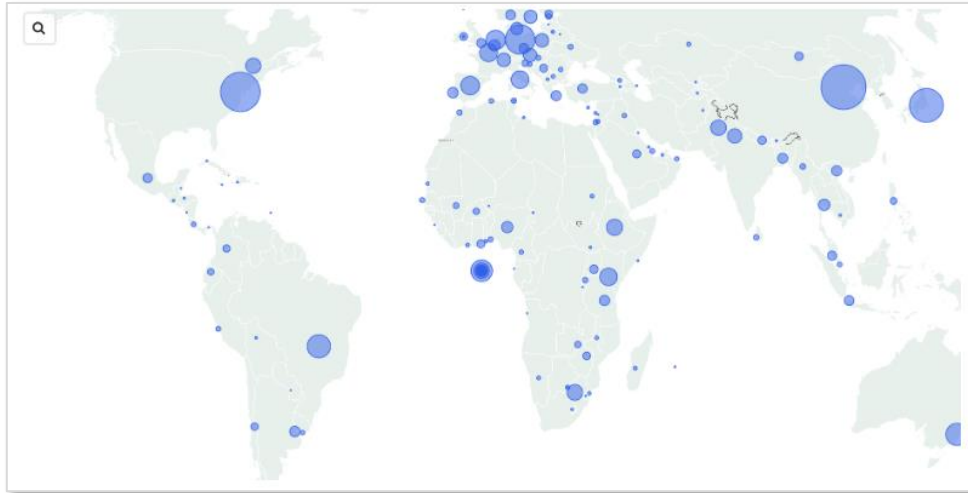
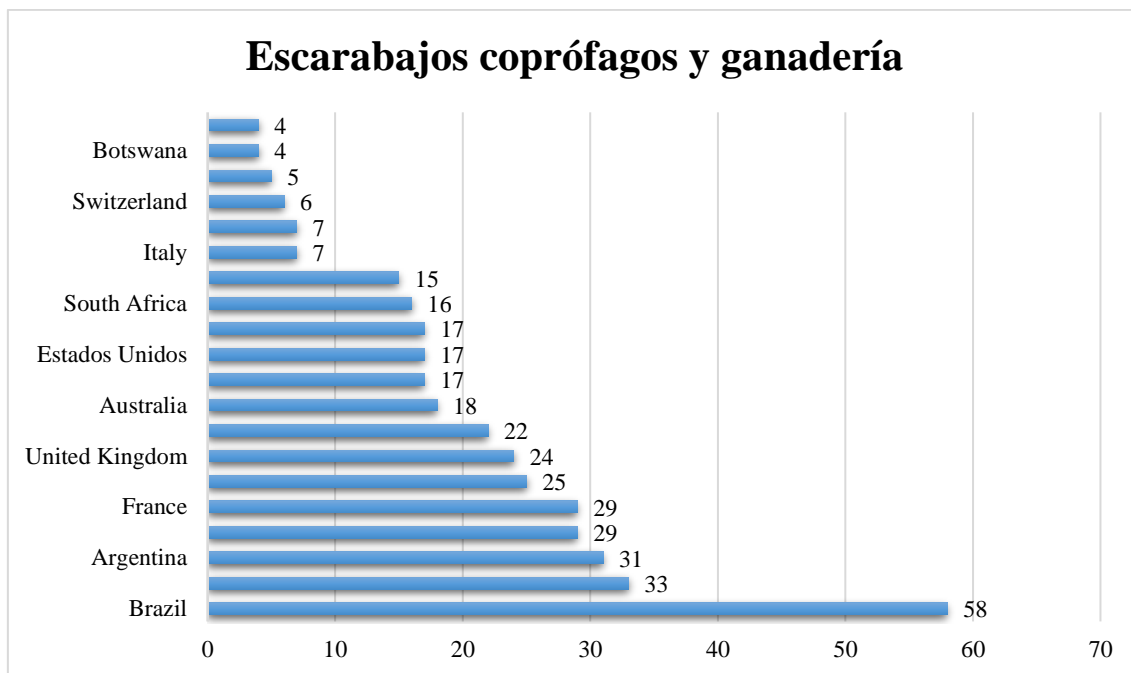


Figura 1. Distribución de publicaciones en el mundo.

A nivel global, se observa una clara concentración en países con una larga tradición ganadera, como China, Estados Unidos, Brasil y Australia, que lideran la producción científica en este campo. Esta destacada presencia puede atribuirse a la gran cantidad de investigadores y recursos destinados a la investigación en estos países, así como a la relevancia de la ganadería en sus economías. Como señalan Zupic y Čater (2015), "La inversión en investigación y desarrollo (I+D) es un factor clave para explicar la productividad científica de un país. Los países con mayores recursos económicos y una fuerte inversión en I+D tienden a producir más publicaciones científicas y patentes que los países con menos recursos" (p. 435). En este sentido, la capacidad de estos países para financiar y llevar a cabo investigaciones en el campo de la ganadería sostenible, incluyendo el estudio de los escarabajos coprófagos, se refleja en su liderazgo en la producción científica. No obstante, la participación de países en desarrollo en esta área de investigación también es notable, lo que indica un creciente interés global en el potencial de los escarabajos coprófagos para abordar problemas ambientales asociados con la ganadería.

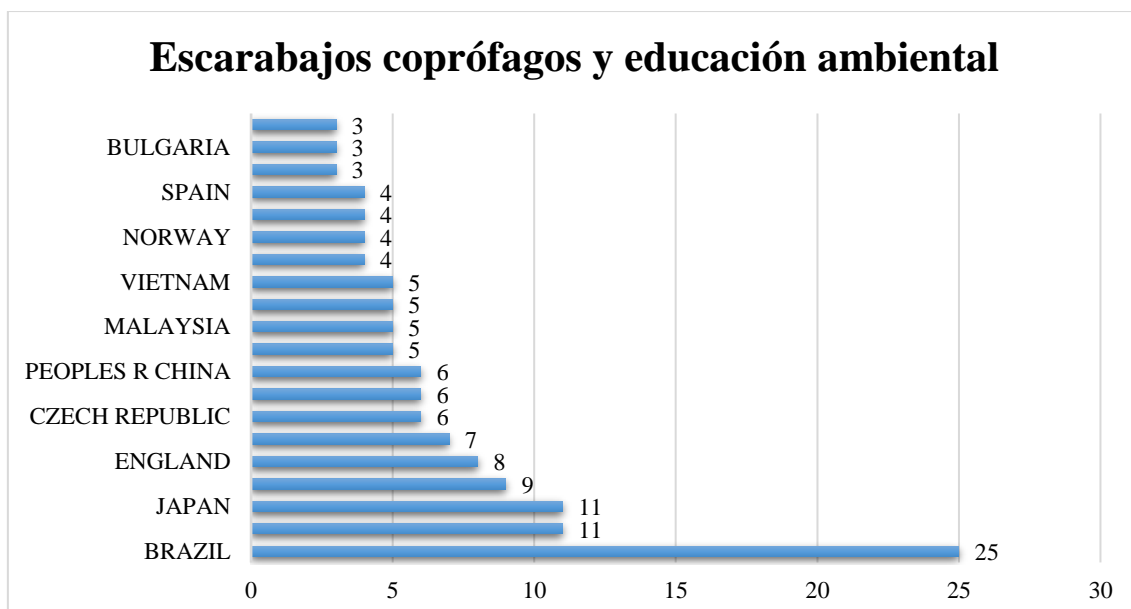
En la categoría específica de "Escarabajos coprófagos y ganadería" (Gráfica 5), Brasil lidera la producción científica con 58 publicaciones, seguido por México (33), Argentina (31) y Colombia (29). Estos países latinoamericanos, con una importante tradición ganadera y extensas áreas de pastoreo, han mostrado un gran interés en investigar el papel de los escarabajos coprófagos en la mejora de la sostenibilidad de los sistemas ganaderos.



Gráfica 5. Producción categoría escarabajos coprófagos y ganadería.

Esto puede deberse a que la ganadería extensiva es una actividad económica relevante en estos países y los escarabajos coprófagos ofrecen una solución natural para el manejo de los residuos ganaderos y la mejora de la calidad del suelo (Nichols et al., 2015).

En la categoría "Escarabajos coprófagos y educación ambiental" (Gráfica 6), Brasil también destaca con 25 publicaciones, seguido por Alemania y Japón (11 cada uno). La presencia de países europeos y asiáticos en esta categoría permite evidenciar un interés global en el potencial educativo de los escarabajos coprófagos para promover prácticas sostenibles en la ganadería.

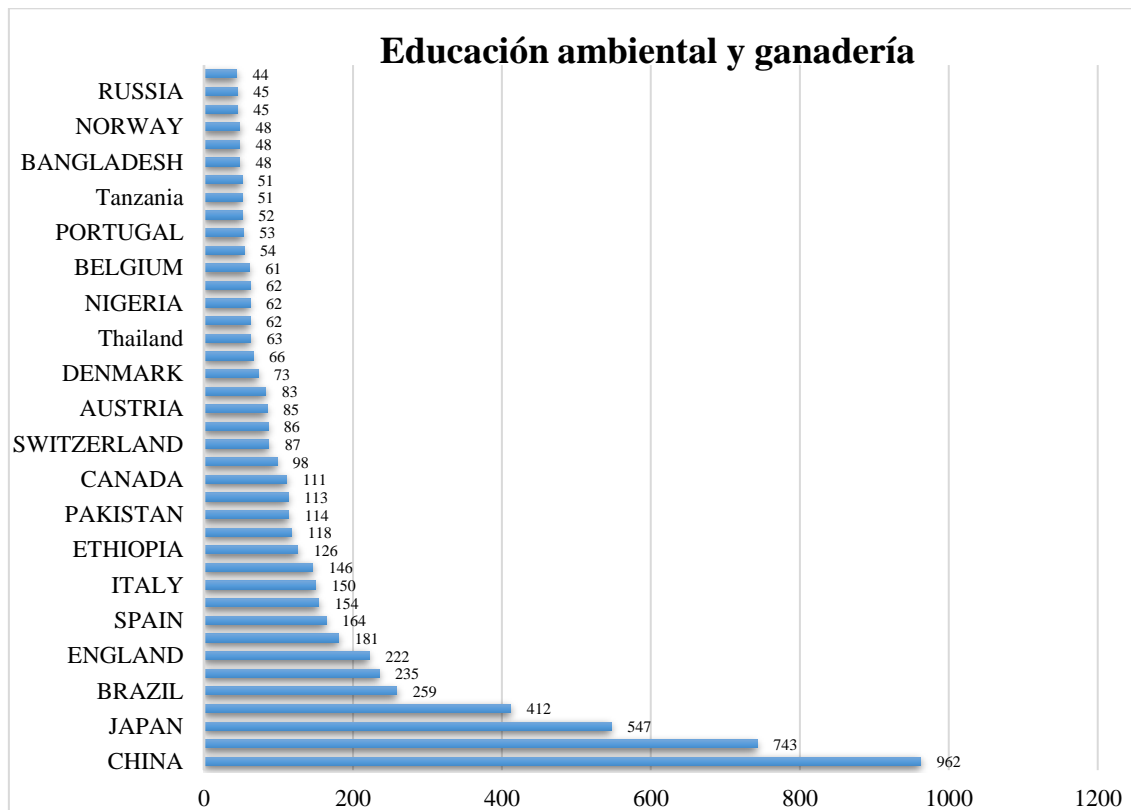


Gráfica 6. Producción categoría escarabajos coprófagos y educación ambiental.

Es posible que la inclusión de estos insectos en programas educativos se vea impulsada por la necesidad de abordar los problemas ambientales asociados a la ganadería, como la contaminación del agua y las emisiones de gases de efecto invernadero (Slade et al., 2016). Además, la diversidad de países

involucrados en esta categoría indica que la educación ambiental sobre escarabajos coprófagos se está adaptando a diferentes contextos socioculturales y sistemas educativos.

En la categoría "Educación ambiental y ganadería" (Gráfica 7), que combina ambas temáticas, se observa un predominio de países desarrollados, como China (962 publicaciones), Estados Unidos (743) y Japón (547). Esto podría indicar una mayor inversión en investigación y desarrollo en estos países, así como una mayor conciencia sobre la importancia de la educación ambiental en el sector ganadero.



Gráfica 7. Producción categoría educación ambiental y ganadería.

La fuerte presencia de China en esta categoría puede estar relacionada con su gran población ganadera y la necesidad de implementar prácticas sostenibles para reducir el impacto ambiental de esta actividad (Castel, 2006). Además, la presencia de Estados Unidos y Japón en esta categoría podría reflejar la importancia de la investigación interdisciplinaria que combina la ciencia de la sostenibilidad con la educación y la comunicación.

Es importante destacar que, si bien la mayoría de las publicaciones provienen de países con una larga tradición ganadera o con mayores recursos para la investigación, también hay contribuciones significativas de países en desarrollo, como Colombia, México y Brasil en la categoría "Escarabajos coprófagos y ganadería", y Kenia, Etiopía y Tanzania en la categoría "Escarabajos coprófagos y educación ambiental". Esto indica que el interés en este campo de investigación está creciendo a nivel global y que los escarabajos coprófagos son reconocidos como una herramienta potencial para abordar los problemas ambientales y sociales asociados con la ganadería en diferentes contextos (Miranda et al., 2020).

Los resultados de este análisis destacan la importancia de la colaboración internacional en la investigación sobre escarabajos coprófagos y su aplicación en la educación ambiental y la ganadería sostenible. Al compartir conocimientos y experiencias, los investigadores de diferentes países pueden desarrollar soluciones más efectivas y adaptadas a las necesidades locales, contribuyendo así a un futuro más sostenible para el sector ganadero y el medio ambiente.

Principales temas de investigación

En este apartado analizaremos los mapas de co-ocurrencia de palabras clave que permite identificar los temas más relevantes en la investigación sobre escarabajos coprófagos en el contexto de la educación ambiental y la ganadería. A continuación, se presentan los principales temas identificados en cada categoría de búsqueda, tanto en Scopus como en Web of Science (WoS).

Categoría: escarabajos coprófagos y ganadería

La figura 2 presenta la red de palabras clave y temas en la categoría escarabajos coprófagos y ganadería extraída de la base de datos Scopus.

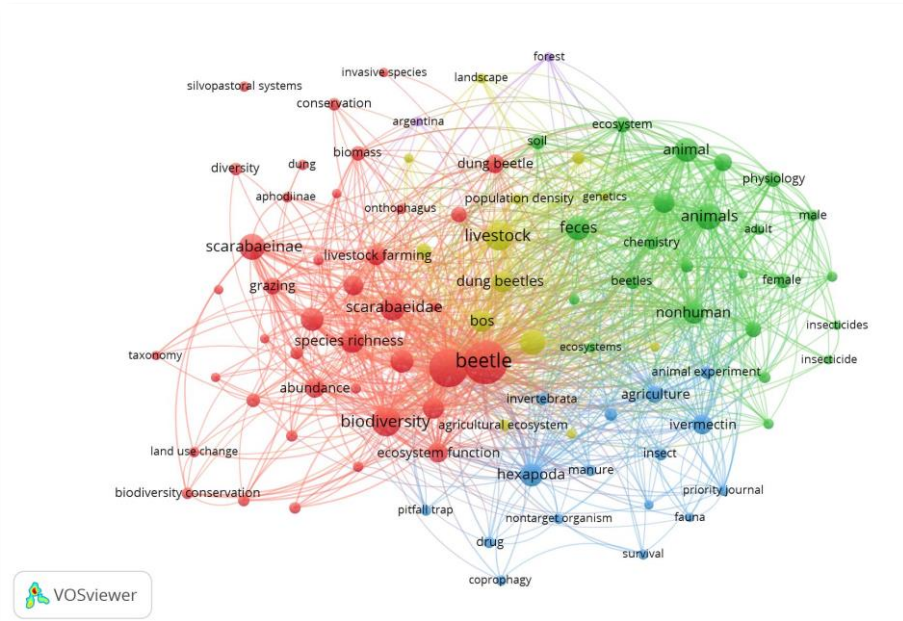


Figura 2. Red de palabras clave y temas categoría escarabajos coprófagos y ganadería Scopus.

Esa gráfica revela una red de términos interconectados que se agrupan en cuatro clústeres temáticos principales:

1. **Ecología y conservación:** Este clúster incluye términos como "biodiversidad" (biodiversity), "conservación" (conservation), "hábitat" (habitat), "fragmentación de hábitat" (habitat fragmentation) y "bosque tropical seco" (tropical dry forest). Esto indica un interés en comprender cómo los escarabajos coprófagos contribuyen a la biodiversidad y al funcionamiento de los ecosistemas ganaderos, especialmente en entornos tropicales, y cómo se ven afectados por la fragmentación y el cambio de uso del suelo.
2. **Ganadería y agricultura:** Este clúster incluye términos como "ganado" (livestock), "estiércol" (dung), "pastoreo" (grazing), "sistemas silvopastoriles" (silvopastoral systems), "sistemas agrícolas" (agriculture system) y "biomasa" (biomass). Evidencia un enfoque en la investigación sobre la relación entre los escarabajos coprófagos y la ganadería, incluyendo su papel en el manejo del estiércol, la mejora de la calidad del suelo y el potencial de los sistemas silvopastoriles para promover la biodiversidad y la sostenibilidad.
3. **Biología y comportamiento:** Este clúster incluye términos como "escarabajos" (beetles), "escarabajos del estiércol" (dung beetles), "coleópteros" (coleoptera), "Scarabaeidae" y "dispersión" (dispersal). Se centra en la investigación sobre la biología, el comportamiento y la taxonomía de los escarabajos coprófagos, así como en su papel en la dispersión de semillas y la descomposición del estiércol.
4. **Impacto ambiental y manejo:** Este clúster incluye términos como "ivermectina" (ivermectin), "ecotoxicología" (ecotoxicology), "residuos fecales" (fecal residues) y "consecuencias" (consequences) que indican un interés en investigar los efectos de los antiparasitarios veterinarios en

las poblaciones de escarabajos coprófagos, así como el impacto de los residuos ganaderos en el medio ambiente.

Por su parte, el mapa de co-ocurrencia de palabras clave de WoS para la misma categoría (Figura 3) muestra una estructura similar a la de Scopus, con cuatro clústeres temáticos principales:

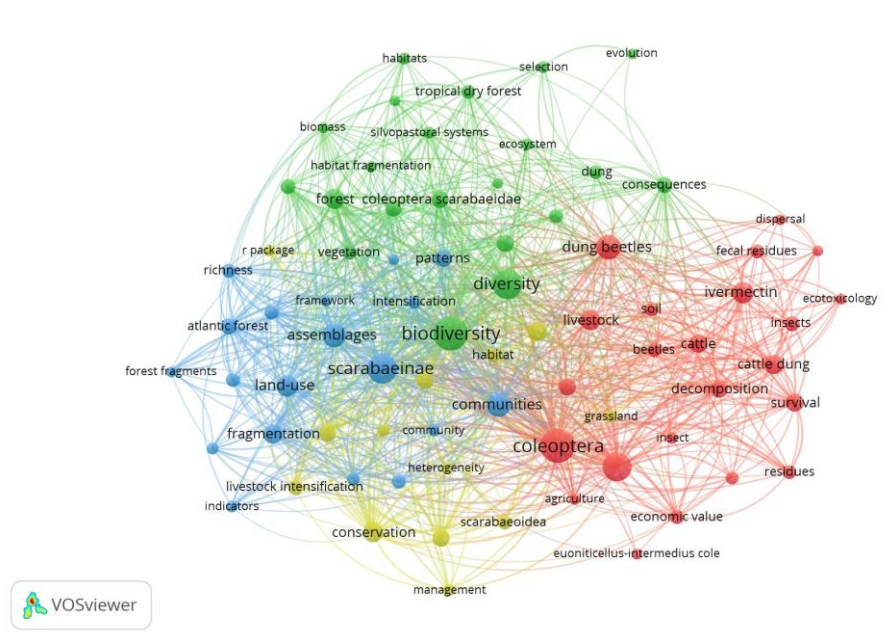


Figura 3. Red de red palabras clave y temas categoría escarabajos coprófagos y ganadería WoS.

1. **Ecología y conservación:** Este clúster incluye términos como "biodiversidad" (biodiversity), "conservación" (conservation), "fragmentación" (fragmentation) y "bosque" (forest). Al igual que en Scopus, este clúster refleja un interés en la relación entre los escarabajos coprófagos y la biodiversidad, así como en los efectos de la fragmentación del hábitat en sus poblaciones.
2. **Ganadería:** Este clúster incluye términos como "ganado" (cattle), "estiércol" (dung) y "residuos" (residues). Se centra en la investigación sobre la interacción entre los escarabajos coprófagos y la ganadería, incluyendo su papel en el manejo del estiércol y la descomposición de la materia orgánica.
3. **Biología:** Este clúster incluye términos como "escarabajos" (beetles), "coleópteros" (coleoptera) y "Scarabaeinae". Al igual que en Scopus, este clúster se enfoca en la investigación sobre la biología y la taxonomía de los escarabajos coprófagos.
4. **Comunidad y ensamblajes:** Este clúster incluye términos como "comunidad" (community), "comunidades" (communities) y "ensamblajes" (assemblages), ítems que muestran un interés en comprender cómo los escarabajos coprófagos interactúan entre sí y con otras especies en los ecosistemas ganaderos, así como los factores que influyen en la composición y estructura de sus comunidades.

Ambos mapas de co-ocurrencia de palabras clave de Scopus y WoS muestran una gran similitud en los temas de investigación más relevantes en la categoría "Escarabajos coprófagos y ganadería". Ambos mapas destacan la importancia de la ecología, la conservación, la ganadería y la biología en este campo de estudio. Sin embargo, hay algunas diferencias sutiles entre los dos mapas. El mapa de Scopus incluye un clúster específico sobre "Impacto ambiental y manejo", que no está presente en el mapa de WoS. Esto indica que la investigación indexada en Scopus podría estar más enfocada en los impactos ambientales de la ganadería y las estrategias de manejo para mitigarlos.

Por otro lado, el mapa de WoS incluye un clúster específico sobre "Comunidad y ensamblajes", que no está presente en el mapa de Scopus. Esto podría indicar que la investigación indexada en WoS está prestando más atención a las interacciones entre especies y la estructura de las comunidades de escarabajos coprófagos en ecosistemas ganaderos.

En ambos mapas, la presencia de términos como "biodiversidad", "conservación" y "ganado" en múltiples clústeres indica que estos temas son centrales en la investigación sobre escarabajos coprófagos y ganadería. Esto refleja la creciente conciencia sobre la importancia de estos insectos en la sostenibilidad de la ganadería y la conservación de la biodiversidad.

Las diferencias observadas entre los mapas de Scopus y WoS podrían deberse a diversos factores, como las diferencias en la cobertura de las bases de datos, los criterios de indexación de las revistas, o las preferencias de los investigadores a la hora de elegir dónde publicar sus trabajos. No obstante, ambos mapas ofrecen una visión valiosa de los principales temas de investigación en este campo y su evolución a lo largo del tiempo.

Categoría: escarabajos coprófagos y educación ambiental

El mapa de co-ocurrencia de palabras clave de Scopus para la categoría "Escarabajos coprófagos y educación ambiental" (Figura 4) revela tres clústeres temáticos principales:

1. **Biodiversidad y conservación:** Este clúster incluye términos como "biodiversidad" (biodiversity), "conservación" (conservation), "indicadores" (indicators), "fragmentación de hábitat" (habitat fragmentation), "diversidad" (diversity), "riqueza de especies" (species richness) y "bosque tropical" (rainforest). Esto indica un interés en comprender cómo los escarabajos coprófagos pueden ser utilizados como indicadores de la biodiversidad y la calidad ambiental, así como su papel en la conservación de los ecosistemas, especialmente en bosques tropicales.
2. **Ecología y funciones ecosistémicas:** Este clúster incluye términos como "función del ecosistema" (ecosystem function), "descomposición" (decomposition), "vegetación" (vegetation), "estructura de la comunidad" (community structure), "bosque Atlántico" (Atlantic forest) y "pastizales" (grassland). Se enfoca en la investigación sobre las funciones ecológicas de los escarabajos coprófagos en diferentes ecosistemas, como la descomposición de la materia orgánica, el ciclo de nutrientes y la estructuración de las comunidades de insectos.

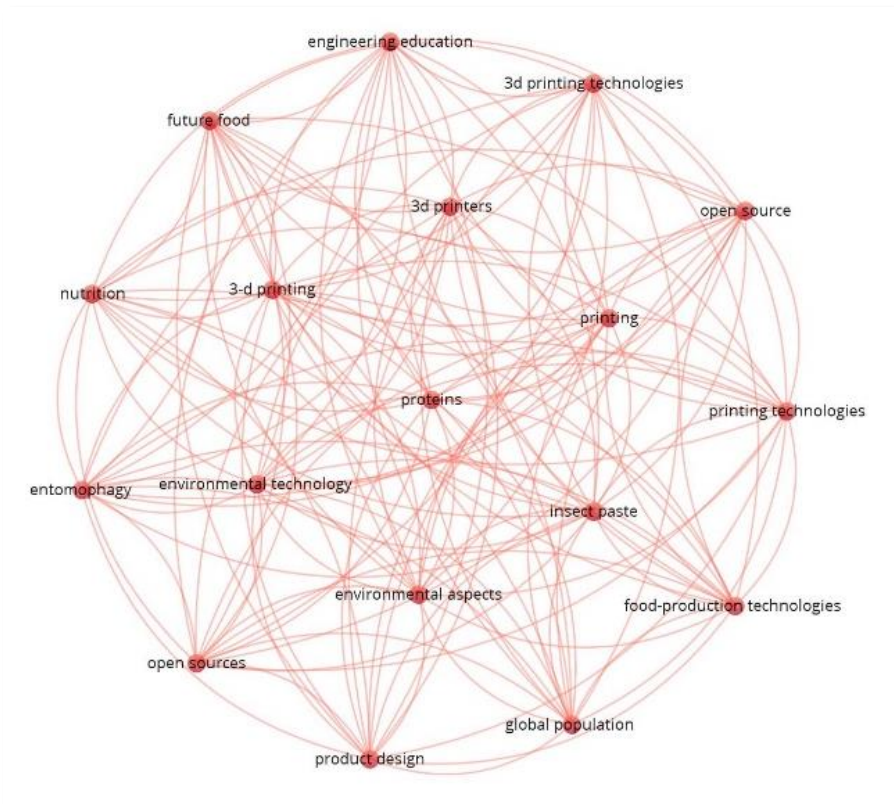


Figura 4. Red de red palabras clave y temas categoría “Escarabajos coprófagos y educación ambiental” en Scopus.

3. **Escarabajos coprófagos y su biología:** Este clúster incluye términos como "escarabajos del estiércol" (dung beetles), "escarabajos" (beetles), "Scarabaeinae", "Coleoptera", "dispersión" (dispersal) y "preferencias" (preferences). Se centra en la investigación sobre la biología, el comportamiento y la taxonomía de los escarabajos coprófagos, así como en sus preferencias de hábitat y su papel en la dispersión de semillas.

En Wos, el mapa de co-ocurrencia de palabras clave de para la misma categoría (Figura 5) muestra una estructura similar a la de Scopus, con tres clústeres temáticos principales:

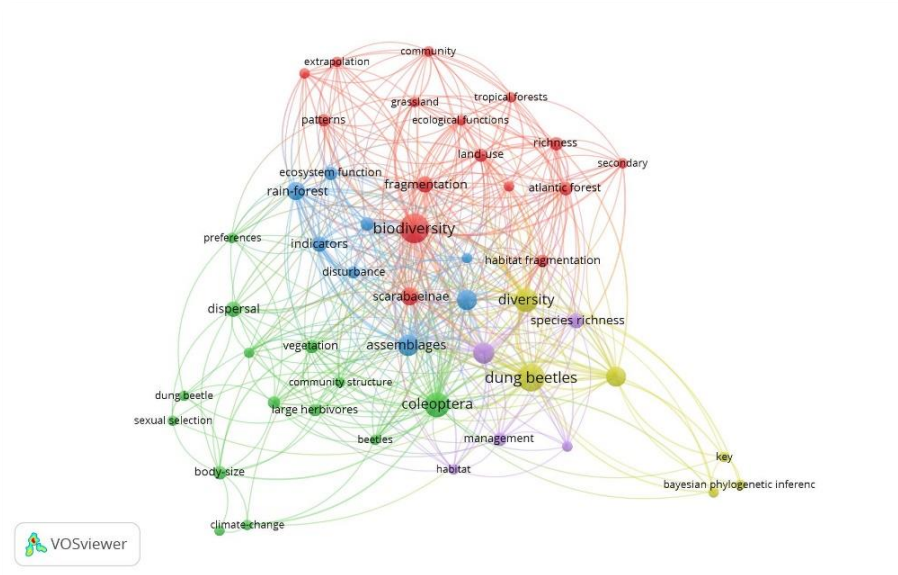


Figura 5. Red de palabras clave y temas categoría "Escarabajos coprófagos y educación ambiental" en Wos.

1. **Educación ambiental y conservación:** Este clúster incluye términos como "educación ambiental" (environmental education), "conservación" (conservation), "biodiversidad" (biodiversity), "sostenibilidad" (sustainability) y "conciencia" (awareness). Destaca la importancia de la educación ambiental en la promoción de la conservación de los escarabajos coprófagos y la biodiversidad, así como en el fomento de prácticas sostenibles.
2. **Ecología y servicios ecosistémicos:** Este clúster incluye términos como "escarabajos del estiércol" (dung beetles), "servicios ecosistémicos" (ecosystem services), "suelo" (soil), "nutrientes" (nutrients) y "descomposición" (decomposition). Se enfoca en las funciones ecológicas de los escarabajos coprófagos, como la mejora de la calidad del suelo, el ciclo de nutrientes y la eliminación de patógenos.
3. **Manejo y monitoreo:** Este clúster incluye términos como "manejo" (management), "monitoreo" (monitoring), "indicadores" (indicators) y "herramientas" (tools), muestran un interés en el desarrollo y evaluación de métodos para monitorear las poblaciones de escarabajos coprófagos y evaluar su efectividad en la provisión de servicios ecosistémicos.

En los mapas de co-ocurrencia de palabras clave de Scopus y WoS para la categoría "Escarabajos coprófagos y educación ambiental" muestran una fuerte convergencia en los temas de investigación, con un enfoque en la biodiversidad, la conservación, la ecología y los servicios ecosistémicos. Ambos mapas destacan la importancia de la educación ambiental como herramienta para promover la conservación de estos insectos y sus hábitats.

Sin embargo, hay algunas diferencias sutiles entre los dos mapas. El mapa de Scopus parece poner mayor énfasis en la investigación básica sobre la biología y el comportamiento de los escarabajos coprófagos, mientras que el mapa de WoS se enfoca más en la aplicación de estos conocimientos en la educación ambiental y el manejo de ecosistemas.

En ambos mapas, la presencia de términos como "biodiversidad" y "conservación" en múltiples clústeres indica que estos temas son centrales en la investigación sobre escarabajos coprófagos y educación ambiental. Esto refleja la creciente conciencia sobre la importancia de estos insectos en la conservación de la biodiversidad y la necesidad de involucrar a la sociedad en su protección a través de la educación ambiental.

Las diferencias observadas entre los mapas de Scopus y WoS podrían deberse a diversos factores, como las diferencias en la cobertura de las bases de datos, los criterios de indexación de las revistas, o las preferencias de los investigadores a la hora de elegir dónde publicar sus trabajos. No obstante, ambos mapas ofrecen una visión valiosa de los principales temas de investigación en este campo y su evolución a lo largo del tiempo.

Categoría: educación ambiental y ganadería

El mapa de co-ocurrencia de palabras clave de Scopus para la categoría "Educación ambiental y ganadería" (Figura 6) revela cinco clústeres temáticos principales:

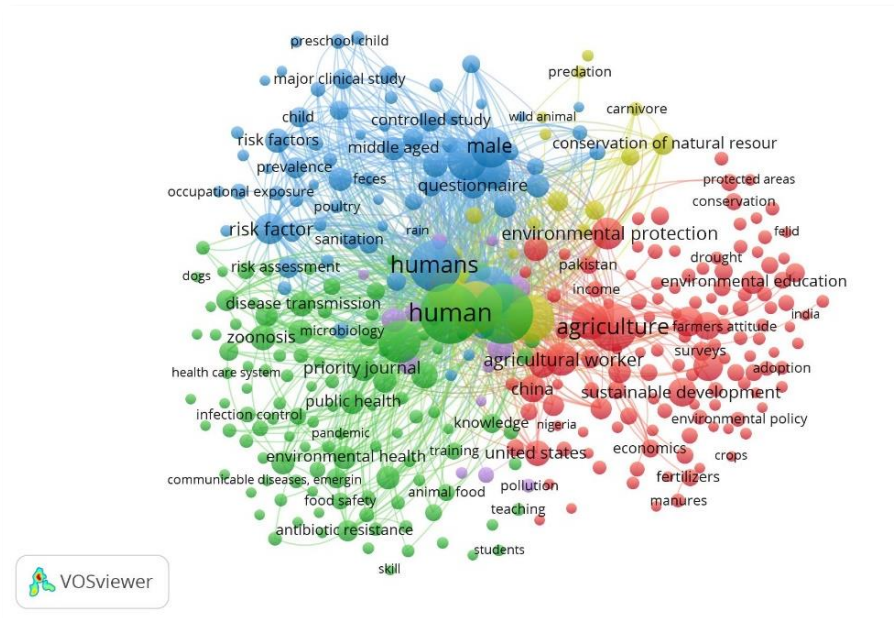


Figura 6. Red de red palabras clave y temas categoría “educación ambiental y ganadería” en Scopus.

1. **Sostenibilidad y cambio climático:** Este clúster incluye términos como "sostenibilidad" (sustainability), "cambio climático" (climate change), "mitigación" (mitigation), "adaptación" (adaptation), "emisiones de gases de efecto invernadero" (greenhouse gas emissions) y "huella ambiental" (environmental footprint). Destaca la importancia de abordar los impactos ambientales de la ganadería, especialmente el cambio climático, y la necesidad de desarrollar estrategias de mitigación y adaptación.
2. **Bienestar animal y producción ganadera:** Este clúster incluye términos como "bienestar animal" (animal welfare), "producción ganadera" (livestock production), "comportamiento animal" (animal behavior), "manejo" (management) y "salud animal" (animal health). Se enfoca en la investigación sobre prácticas ganaderas que promueven el bienestar animal, la productividad y la salud, así como en la evaluación de los impactos ambientales y sociales de diferentes sistemas de producción.
3. **Educación ambiental y percepción pública:** Este clúster incluye términos como "educación ambiental" (environmental education), "percepción pública" (public perception), "actitudes" (attitudes), "comportamiento" (behavior) y "comunicación" (communication). Se centra en la investigación sobre cómo la educación ambiental puede influir en las actitudes y comportamientos de las personas hacia la ganadería y la sostenibilidad, así como en la importancia de la comunicación efectiva para promover prácticas ganaderas responsables.

4. **Políticas y gobernanza:** Este clúster incluye términos como "política" (policy), "gobernanza" (governance), "regulación" (regulation), "participación" (participation) y "actores" (stakeholders). Aborda la investigación sobre el papel de las políticas públicas y la gobernanza en la promoción de la sostenibilidad en la ganadería, así como la importancia de la participación de los diferentes actores en la toma de decisiones.
5. **Economía y desarrollo rural:** Este clúster incluye términos como "economía" (economy), "desarrollo rural" (rural development), "medios de vida" (livelihoods), "pobreza" (poverty) y "seguridad alimentaria" (food security). Se enfoca en la investigación sobre los impactos económicos y sociales de la ganadería, especialmente en las comunidades rurales, y la necesidad de equilibrar la producción de alimentos con la sostenibilidad ambiental y el bienestar social.

El mapa de co-ocurrencia de palabras clave de WoS para la misma categoría (Figura 7) muestra una estructura similar a la de Scopus, con cuatro clústeres temáticos principales:

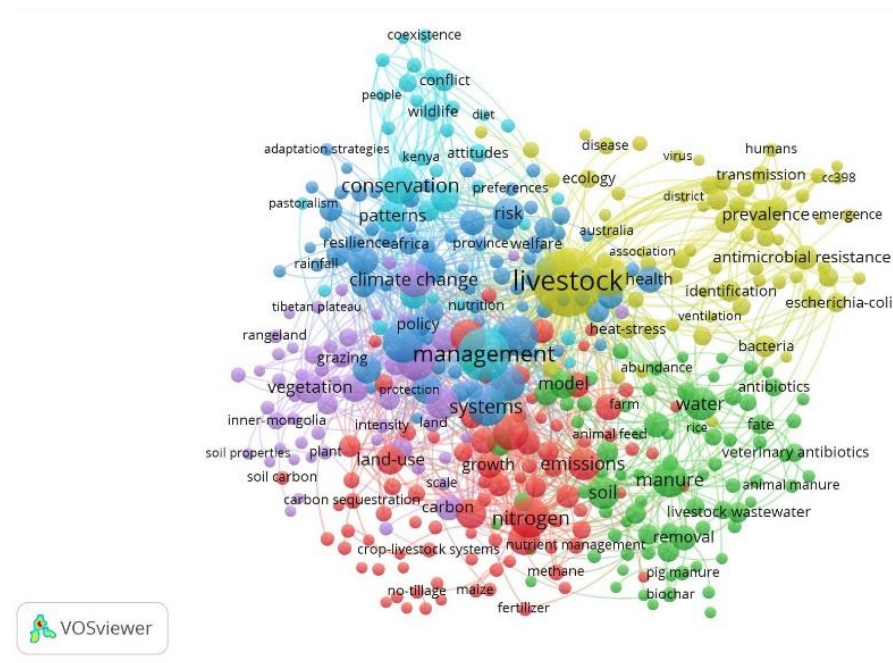


Figura 7. Red de red palabras clave y temas categoría "educación ambiental y ganadería" en WoS.

1. **Sostenibilidad y cambio climático:** Este clúster incluye términos similares al de Scopus, como "sostenibilidad" (sustainability), "cambio climático" (climate change), "mitigación" (mitigation) y "emisiones de gases de efecto invernadero" (greenhouse gas emissions). Destaca la importancia de abordar los impactos ambientales de la ganadería y la necesidad de desarrollar estrategias de mitigación y adaptación.
2. **Bienestar animal y salud:** Este clúster incluye términos como "bienestar animal" (animal welfare), "salud animal" (animal health), "enfermedad" (disease) y "estrés" (stress). Se enfoca en la investigación sobre prácticas ganaderas que promueven el bienestar animal y la salud, así como en la prevención y control de enfermedades.
3. **Producción ganadera y sistemas de producción:** Este clúster incluye términos como "producción ganadera" (livestock production), "sistemas de producción" (production systems), "manejo" (management) y "nutrición" (nutrition). Aborda la investigación sobre diferentes sistemas de producción ganadera y su impacto en el medio ambiente, el bienestar animal y la productividad.
4. **Impacto ambiental y contaminación:** Este clúster incluye términos como "impacto ambiental" (environmental impact), "contaminación" (pollution), "suelo" (soil), "agua" (water) y "aire" (air). Se enfoca en la investigación sobre los impactos ambientales de la ganadería, como la contaminación del suelo, el agua y el aire, y las estrategias para reducir estos impactos.

Los mapas de co-ocurrencia de palabras clave de Scopus y WoS para la categoría "Educación ambiental y ganadería" revelan una convergencia en los temas principales de investigación, con un enfoque en la

sostenibilidad, el cambio climático, el bienestar animal, la producción ganadera y los impactos ambientales. Ambos mapas destacan la importancia de abordar los problemas ambientales y sociales asociados a la ganadería y la necesidad de promover prácticas sostenibles a través de la educación ambiental. Sin embargo, hay algunas diferencias sutiles entre los dos mapas. El mapa de Scopus incluye un clúster específico sobre "Políticas y gobernanza", que no está presente en el mapa de WoS. Esto permite evidenciar que la investigación indexada en Scopus podría estar más enfocada en los aspectos políticos y regulatorios de la sostenibilidad en la ganadería.

Por otro lado, el mapa de WoS incluye un clúster específico sobre "Impacto ambiental y contaminación", que no está presente en el mapa de Scopus. Esto podría indicar que la investigación indexada en WoS está prestando más atención a los impactos ambientales específicos de la ganadería, como la contaminación del suelo, el agua y el aire.

En ambos mapas, la presencia de términos como "sostenibilidad" y "cambio climático" en múltiples clústeres indica que estos temas son centrales en la investigación sobre educación ambiental y ganadería. Esto refleja la creciente preocupación por los impactos ambientales de la ganadería y la necesidad de desarrollar estrategias para mitigarlos.

Como ya se mencionó en apartados anteriores, las diferencias observadas entre los mapas de Scopus y WoS podrían deberse a diversos factores, como las diferencias en la cobertura de las bases de datos, los criterios de indexación de las revistas, o las preferencias de los investigadores a la hora de elegir dónde publicar sus trabajos. No obstante, ambos mapas ofrecen una visión valiosa de los principales temas de investigación en este campo y su evolución a lo largo del tiempo.

Discusión

Los resultados de este análisis bibliométrico revelan un creciente interés en la investigación sobre escarabajos coprófagos en el contexto de la educación ambiental y la ganadería, evidenciado por el aumento sostenido en el número de publicaciones entre 2013 y 2021, especialmente en la categoría "Escarabajos coprófagos y ganadería". Este incremento puede atribuirse a una mayor conciencia sobre la importancia de la sostenibilidad en la producción ganadera y el reconocimiento del papel crucial de los escarabajos coprófagos en la mejora de la salud del suelo, el control de plagas y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (Nichols et al., 2008; Slade et al., 2016).

La disminución en la producción observada en 2022 y 2023 podría ser un reflejo de la fluctuación normal en la investigación científica, o podría indicar una reorientación de los esfuerzos de investigación hacia otros temas relacionados. Sin embargo, el número de publicaciones en estos años sigue siendo considerablemente mayor que en los primeros años del período estudiado, lo que indica que el interés en este campo de investigación se mantiene y es probable que continúe creciendo en el futuro.

La distribución geográfica de las publicaciones muestra una clara concentración en países con una larga tradición ganadera o con mayores recursos para la investigación, como Brasil, México, Argentina, China y Estados Unidos. Estos países han reconocido el potencial de los escarabajos coprófagos para abordar los problemas ambientales y económicos asociados con la ganadería, y han invertido en investigación para desarrollar estrategias de manejo sostenible basadas en estos insectos (Halfpter & Edmonds, 1982; Castell, 2006). La relevancia de esta línea de investigación en Latinoamérica se ve reforzada por la presencia de instituciones académicas y de investigación que han desarrollado programas y proyectos enfocados en el estudio y la aplicación de los escarabajos coprófagos en la ganadería (Halfpter & Edmonds, 1982).

Es importante destacar la creciente participación de países en desarrollo en la investigación sobre escarabajos coprófagos y educación ambiental, como Kenia, Etiopía y Tanzania. Esto demuestra que el interés en este campo se está expandiendo a nivel global y que los escarabajos coprófagos son reconocidos como una herramienta potencial para abordar los problemas de la sostenibilidad en diferentes contextos socioeconómicos y culturales (Miranda et al., 2020). La inclusión de estos insectos en programas educativos en países en desarrollo puede ser una estrategia efectiva para promover prácticas ganaderas sostenibles y mejorar la calidad de vida de las comunidades rurales.

El análisis de las redes de palabras clave revela una diversidad de temas de investigación, desde la ecología y la conservación de los escarabajos coprófagos hasta su aplicación en la ganadería y la educación ambiental. La presencia de clústeres temáticos relacionados con la biodiversidad, la función del ecosistema, el manejo del estiércol, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y el control de parásitos, destaca la importancia de estos insectos en la búsqueda de soluciones sostenibles para la ganadería (Nichols et al., 2008; Slade et al., 2016). Estos resultados evidencian que la investigación sobre escarabajos coprófagos no solo se centra en su papel como agentes de control biológico, sino también en su contribución a la salud del suelo, la biodiversidad y la mitigación del cambio climático.

Además, la emergencia de un clúster temático relacionado con la educación ambiental en ambas bases de datos (Scopus y WoS) muestra un creciente interés en el uso de los escarabajos coprófagos como herramientas educativas para promover prácticas sostenibles en la ganadería. Esto podría deberse a la necesidad de involucrar a los ganaderos y otros actores en la conservación de estos insectos y sus hábitats, así como en la adopción de prácticas de manejo más respetuosas con el medio ambiente (Miranda et al., 2020). La educación ambiental sobre escarabajos coprófagos puede ser clave para generar conciencia sobre la importancia de estos insectos y fomentar la participación activa de la sociedad en la búsqueda de soluciones sostenibles para la ganadería.

Direcciones futuras de investigación

Los resultados de este estudio bibliométrico presentan varias direcciones futuras para la investigación sobre escarabajos coprófagos en el contexto de la educación ambiental y la ganadería:

- **Profundizar en el estudio de la relación entre escarabajos coprófagos y educación ambiental:** Aunque se ha observado un creciente interés en esta área, aún es necesario desarrollar más investigaciones que evalúen la efectividad de los programas educativos sobre escarabajos coprófagos en la promoción de prácticas sostenibles en la ganadería.
- **Explorar el papel de los escarabajos coprófagos en la mitigación y adaptación al cambio climático:** A pesar de su potencial para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar la resiliencia de los ecosistemas ganaderos al cambio climático, aún hay pocos estudios que aborden este tema de manera específica.
- **Investigar la interacción entre escarabajos coprófagos y otros componentes de los agroecosistemas:** Es necesario comprender mejor cómo los escarabajos coprófagos interactúan con otros organismos del suelo, como microorganismos y plantas, para optimizar su uso en la gestión sostenible de la ganadería.
- **Ampliar la investigación a países y regiones con menor representación en la literatura científica:** Es importante incluir la perspectiva de países en desarrollo y regiones con diferentes contextos socioeconómicos y ambientales para generar un conocimiento más completo y aplicable a nivel global.
- **Fomentar la colaboración interdisciplinaria:** La investigación sobre escarabajos coprófagos requiere la colaboración entre científicos de diferentes disciplinas, como la entomología, la ecología, la agronomía, la educación y las ciencias sociales, para abordar los problemas complejos asociados a la ganadería sostenible.

De esta manera, este análisis bibliométrico revela un campo de investigación dinámico y en crecimiento, con un enfoque cada vez mayor en la aplicación práctica de los escarabajos coprófagos para abordar problemáticas de sostenibilidad en la ganadería. Los resultados destacan la importancia de la colaboración internacional y la investigación interdisciplinaria para generar conocimientos y desarrollar soluciones innovadoras que beneficien tanto al medio ambiente como a la producción ganadera. El creciente interés en la educación ambiental sobre escarabajos coprófagos permite sugerir un cambio de paradigma en la forma en que se aborda la sostenibilidad en la ganadería, reconociendo la importancia de la participación social y la educación para lograr un futuro más sostenible.

Conclusiones

Este estudio bibliométrico analizó la producción científica sobre escarabajos coprófagos en el contexto de la educación ambiental y la ganadería, evidenciando un creciente interés en este campo de investigación, especialmente entre 2013 y 2021. La investigación se concentra principalmente en países con una fuerte

tradición ganadera o con mayores recursos para la investigación, como Brasil, México, Argentina, China y Estados Unidos. Sin embargo, la participación de países en desarrollo también es notable, situación que sugiere un creciente interés global en el potencial de los escarabajos coprófagos para abordar los desafíos de la sostenibilidad en la ganadería.

Los principales temas de investigación identificados incluyen la ecología y conservación de los escarabajos coprófagos, su papel en la mejora de la calidad del suelo y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, así como su potencial como herramientas educativas para promover prácticas sostenibles en la ganadería. La investigación futura debería profundizar en la relación entre escarabajos coprófagos y educación ambiental, explorar su papel en la mitigación y adaptación al cambio climático, investigar su interacción con otros componentes de los agroecosistemas y ampliar la investigación a países y regiones con menor representación en la literatura científica.

Este análisis bibliométrico no solo revela el estado actual de la investigación sobre escarabajos coprófagos en el contexto de la educación ambiental y la ganadería, sino que también destaca la importancia de estos insectos como nexo entre la producción ganadera sostenible y la conservación de la biodiversidad.

El énfasis emergente en la educación ambiental como herramienta para promover la comprensión y conservación de los escarabajos coprófagos subraya la importancia de involucrar a las comunidades locales, especialmente a los ganaderos, en la adopción de prácticas más sostenibles. Este enfoque integrado, que combina la investigación científica con la educación y la participación comunitaria, tiene el potencial de generar impactos positivos tanto en la conservación de la biodiversidad como en la productividad y sostenibilidad de los sistemas ganaderos.

La colaboración internacional y la investigación interdisciplinaria son fundamentales para avanzar en este campo y desarrollar estrategias efectivas para la conservación de la biodiversidad y la gestión sostenible de los recursos naturales en el contexto de la producción ganadera.

Referencias bibliográficas

- Castel, V., & de Haan, C. (2006). *Livestock's long shadow: Environmental issues and options*. Sidalc.
- Halffter, G., & Edmonds, W. D. (1982). The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae). *An ecological and evolutive approach*. Mexico: Instituto de Ecología.
- Losey, J. E., & Vaughan, M. (2006). The economic value of ecological services provided by insects. *BioScience*, 56(4), 311-323.
- Miranda, N. A., Escobar, F., & Favila, M. E. (2020). Dung beetles as bioindicators of environmental quality in agroecosystems: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 40(4), 1-16. <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00629-0>
- Nichols, E., Spector, S., Louzada, J., Larsen, T., Amezcuita, S., & Favila, M. E. (2008). Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biological Conservation*, 141(6), 1461-1474. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.04.011>
- Noriega, J. A., Realpe, E., & Fagua, G. (2007). Diversidad de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en un bosque de galería con tres estadios de alteración. *Universitas Scientiarum*, 12(1), 51-63.
- Slade, E. M., Merckx, T., Riutta, T., Roslin, T., & Kaartinen, R. (2016). The role of dung beetles in reducing greenhouse gas emissions from cattle farming. *Scientific Reports*, 6. <https://www.nature.com/articles/srep18140>
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., & de Haan, C. (2006). *Livestock's long shadow: Environmental issues and options*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Zupic, I., & Čater, T. (2015). Bibliometric methods in management and organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429-472. <https://doi.org/10.1177/1094428114562629>



DOI: <https://doi.org/10.34069/RA/2024.14.04>

Volumen 7, Número 14/julio-diciembre 2024

Martínez González, W., Reyes Colorado, Y., & Aguilar-Cruz, P.J. (2024). Exploring the effects of a serious game on 11th graders' perceptions of their reading comprehension skills: An action research study in Colombia. *Revista Científica Del Amazonas*, 7(14), 48-64. <https://doi.org/10.34069/RA/2024.14.04>

Exploring the effects of a serious game on 11th graders' perceptions of their reading comprehension skills: An action research study in Colombia¹

Explorando los efectos de un Juego Serio en las percepciones de los estudiantes de 11° grado sobre sus habilidades de comprensión lectora: Un estudio de investigación-acción en Colombia

Recibido: 16 de septiembre de 2024

Aceptado: 20 de noviembre de 2024

Autores:

Willinton Martínez González²

Yeisson Reyes Colorado³

Paola Julie Aguilar-Cruz⁴

Abstract

This research paper presents an action-research study exploring 11th graders' perceptions of a Serious Game (SG) designed to support English as a Foreign Language (EFL) reading comprehension skills in a state school in Florencia, Caquetá, Colombia. The study involved 33 students from Jorge Eliécer Gaitán high school and adopted a qualitative and descriptive approach for its methodological design. Data collection methods included surveys and focus group interviews, analysed through grounded theory and data triangulation. Findings revealed that students perceived the SG as beneficial for their reading comprehension process, particularly in fostering contextual vocabulary acquisition and providing clear instructional guidance. They also emphasized the positive role of the SG's graphic design in maintaining engagement and motivation. The study highlights how the students perceived that the SG contributed to creating a motivational and interactive learning environment for reading comprehension improvement. In conclusion, students perceived that the SG enhanced their reading comprehension, engagement, and motivation, fostering active participation in learning activities.

Keywords: Serious Games, Reading Comprehension, EFL.

Resumen

Este artículo de investigación presenta un estudio de investigación-acción que explora las percepciones de los estudiantes de grado 11 sobre un Juego Serio (SG, por sus siglas en inglés) diseñado para apoyar las habilidades de comprensión lectora en inglés como lengua extranjera (EFL) en un colegio estatal de Florencia, Caquetá, Colombia. El estudio involucró a 33 estudiantes del colegio Jorge Eliécer Gaitán y adoptó un enfoque cualitativo y descriptivo en su diseño metodológico. Los métodos de recolección de datos incluyeron encuestas y entrevistas en grupos focales, analizados mediante la teoría fundamentada y la triangulación de datos. Los hallazgos revelaron que los estudiantes percibieron el SG como beneficioso para su proceso de comprensión lectora, especialmente en el fomento de la adquisición de vocabulario contextual y en la provisión de instrucciones claras. También destacaron el papel positivo del diseño

¹ This article is the result of undergraduate research conducted for graduation purposes.

² English Language Teacher, Facultad de Educación, Universidad de la Amazonia, Florencia, Colombia. <https://orcid.org/0009-0008-8892-3278> - Email: willintonmg@gmail.com

³ English Language Teacher, Facultad de Educación, Universidad de la Amazonia, Florencia, Colombia. <https://orcid.org/0009-0007-2689-1947> - Email: yeissonreyes12@gmail.com

⁴ English Language Teacher and researcher, Universidad de la Amazonia and Jorge Eliécer Gaitán High School in Florencia, Caquetá, Colombia. Holds a master's in education and specialist degree in pedagogy. She is currently a PhD student in Educational Technology at Central China Normal University. <https://orcid.org/0000-0001-8386-9104> - Email: paolaaguilarcruz@gmail.com



gráfico del SG en el mantenimiento del compromiso y la motivación. El estudio resalta cómo los estudiantes percibieron que el SG contribuyó a crear un entorno de aprendizaje motivador e interactivo para la mejora de la comprensión lectora. En conclusión, los estudiantes percibieron que el SG mejoró su comprensión lectora, compromiso y motivación, fomentando una participación activa en las actividades de aprendizaje.

Palabras clave: Juegos Serios, Comprensión Lectora, EFL (Inglés como Lengua Extranjera).

Introduction

Throughout the early twenty-first century, Serious Games (SGs) have emerged as a significant tool for enhancing communication skills among English as a Foreign Language (EFL) students across different educational contexts. This trend stems from students' favorable reception of SGs, and the positive outcomes observed in EFL teaching-learning environments (Aguilar-Cruz & Álvarez-Yaguara, 2021). SGs play a crucial role in reinforcing the learning process by focusing on the development of the communicative skills. Moreover, they inspire both students and teachers to explore innovative methods for acquiring and teaching the foreign language effectively (Aguilar-Cruz & Álvarez-Yaguara, 2021; Sun et al., 2023). Consequently, both students and teachers actively engage in the learning process, thereby enhancing their performance and demonstrating promising prospects for the integration of technology into educational practices.

In Colombia, the National Ministry of Education (MEN) has introduced audiovisual didactic materials, including textbooks and videos, as part of its efforts to bolster EFL teaching and learning. Additionally, the MEN has encouraged the adoption of SGs and gamification as technological didactic strategies in state institutions. However, research in this area remains limited, particularly regarding the influence of these strategies on students' reading comprehension processes.

Additionally, the results from the standardized test "ICFES Saber 11" in 2021 at Jorge Eliécer Gaitán High School highlighted a concerning trend of low performance in reading comprehension and a notable lack of vocabulary among 11th graders. Furthermore, the results of the test "Pruebas Evaluar para Avanzar (EVA)" 2022 reaffirmed this issue, indicating persistent challenges in reading comprehension among students at this grade level. These findings underscored the urgent need for research in the area of reading comprehension to identify effective strategies for improving this critical skill necessary for students graduating from 11th grade.

In addition to these academic assessments, our observations as teachers revealed a disheartening reality: students appeared to be disengaged and demotivated by traditional instructional methods employed in the school context. During our observation practice, it became apparent that students showed minimal participation in class activities, likely due to finding the classes uninspiring and demotivating. Recognizing this significant challenge, we realized the need to implement strategies that not only fostered engaging and enjoyable learning environments but also facilitated meaningful and effective learning outcomes. Therefore, integrating SGs into instruction emerged as a promising approach to address these multifaceted challenges and enhance students' reading comprehension skills.

Against this backdrop, our qualitative action research study aimed to design a SG to explore 11th graders' perceptions of its potential to support reading comprehension at Jorge Eliécer Gaitán High School in Florencia, Caquetá. The central research question guiding our study was: *How do 11th graders at Jorge Eliécer Gaitán High School perceive the implementation of a SG in fostering their reading comprehension?* Through this research process, we sought to understand students' views on how a SG could address the identified challenges in reading comprehension and vocabulary development at this grade level. The methodology section outlines the two subsequent research questions that delve deeper into specific aspects of student perceptions and the game's role in their learning process.

This manuscript comprises different sections. Firstly, we provide an overview of the research issue, its background, and the stakeholders involved. Subsequently, we articulate the rationale for the study, and formulate the research question. Then, we present the theoretical framework underpinning our research, including a review of existing literature and the identification of relevant variables. Later, we outline our methodology, encompassing research design, participant selection, data collection tools, research stages,

and instructional design. Then, we detail the data analysis procedures, including data triangulation and research categories. Finally, we offer conclusions, pedagogical implications, and limitations of the study.

Literature Review

In discussions surrounding reading comprehension, many scholars emphasize its significance and offer different perspectives. Perfetti et al. (2005) define comprehension as the process wherein readers construct mental representations of text messages. Similarly, Kanmaz (2022) asserts that reading and comprehension are essential for understanding daily life, acquiring information, and developing critical perspectives. Building on this, Pickren et al. (2021) underscore the lifelong importance of reading comprehension in students' ability to grasp information across different subjects. Therefore, fostering proficient reading comprehension skills is vital for students' educational advancement.

In the realm of EFL learning, mastering reading comprehension holds particular significance. Pardede (2019) emphasizes reading comprehension as the cornerstone of EFL education, especially in environments where English is not a native language. Moreover, it serves as a fundamental skill that supports learners in acquiring new vocabulary, understanding grammatical structures, and developing critical thinking abilities. Furthermore, Pardede (2019) highlights reading as a crucial means for learners to receive language inputs, particularly in contexts lacking English speech interaction. This exposure to written texts not only enhances linguistic proficiency but also enriches students' cultural knowledge and awareness of different perspectives. Consequently, reading comprehension in EFL contributes substantially to learners' cognitive development and their ability to navigate diverse intellectual landscapes. The ability to comprehend and analyze texts equips learners with the skills needed to succeed in academic and professional settings where English is the primary medium of communication.

However, addressing reading comprehension challenges requires effective instructional strategies. Alyousef (2006) advocates for the implementation of motivating and engaging teaching strategies to enhance reading comprehension. These strategies should be designed to accommodate different learning styles and cognitive abilities, ensuring that all students can benefit from the instruction. Sun et al. (2023) further support this by highlighting the importance of teacher scaffolding in Game-Based Learning (GBL) environments, which plays a critical role in guiding students through complex tasks and maintaining their engagement. Additionally, integrating technology and multimedia resources can make reading activities more interactive and appealing, thereby increasing students' motivation to engage with texts. As Aguilar-Cruz et al. (2023) note, the effectiveness of GBL is influenced by factors such as cultural relevance, educational context, and student motivation, which are crucial in modifying instructional strategies to meet the specific needs of learners in different regions. Collaborative learning, where students work together to decode and interpret texts, can also foster a deeper understanding and retention of information. Thus, exploring strategies that foster student engagement in reading comprehension improvement is essential in EFL education.

Turning to SGs, these innovative tools offer promising avenues for enhancing learning experiences. Ritterfeld et al. (2009) define SGs as tools that align educational content with gameplay to facilitate learning. Tlili et al. (2021) corroborate this, highlighting the effectiveness of educational games in enhancing the learning process, especially for second language learners. Moreover, Kiili (2005) stresses the importance of balancing educational goals and gameplay in designing meaningful educational games.

In the context of EFL education, SGs have emerged as powerful tools for achieving learning objectives and enhancing student motivation (Aguilar-Cruz et al., 2023). Al-Azawi et al., (2016) note the significant value of educational games in promoting enjoyment and skill development among EFL students. Similarly, Chen and Hsu (2019) emphasize the enjoyable and formative properties of educational games, which appeal to both teachers and students. Aguilar-Cruz et al. (2023) also note that the integration of GBL in classrooms has shown significant potential in engaging students and improving their academic performance. Despite this potential, the integration of educational games into EFL teaching requires thoughtful management and adaptation to students' technological proficiency (Solano et al., 2017).

When applied to reading comprehension, SGs offer promising outcomes. Chen and Hsu (2019) found that SGs significantly improved reading comprehension by helping students interpret unknown vocabulary and instructions within a gaming context. Similarly, Godwin-Jones (2014) argues that SGs promote

reading comprehension by stimulating cognitive engagement through exposure to unfamiliar vocabulary and task-based instructions. Additionally, Pardede (2019) suggests that SGs align with the digital reading habits of contemporary students, making them an effective strategy for developing reading comprehension skills in digital environments.

Research conducted in the Latin American context, specifically in Colombia, offers valuable insights into the implementation of SGs for EFL education. Aguilar-Cruz et al. (2023) conducted a mixed-methods study in Colombia to investigate the factors influencing the effectiveness of GBL in this context. Their research highlights the importance of aligning SGs with the local educational environment, addressing challenges such as technological access and cultural relevance. The study found that SGs, when appropriately implemented, significantly enhance students' motivation and engagement, particularly in disadvantaged regions such as Caquetá. Similarly, Aguilar-Cruz and Álvarez-Guayara (2021) explored the impact of BethelChallenge, a SG designed for learning English in Colombia. They observed that students not only improved their language skills but also demonstrated higher levels of collaboration and critical thinking. These findings underscore the need for more SGs tailored to Latin American learners, emphasizing cultural familiarity and accessibility.

Further studies in Colombia delve into the dynamics of student engagement with SGs in EFL classrooms, offering insights into their potential benefits and challenges. Aguilar Cruz (2022) analyzed students' interactions with a SG through a sociocultural lens, emphasizing how these tools foster collaborative learning and deepen linguistic understanding. However, the study also noted barriers such as uneven digital literacy among students and the need for teacher training to optimize game-based methodologies. These findings suggest a research gap in the development and application of SGs in Latin America that consider technological disparities and culturally specific content.

Despite extensive studies on Serious Games (SGs) in EFL contexts, few have focused on their implementation in high school settings in Latin America, particularly in addressing reading comprehension challenges. In addition, research conducted in the Colombian context often overlooks high school settings, where the application of SGs remains underexplored. A thorough review of existing literature reveals a scarcity of studies focusing on high school EFL students and the use of SGs to enhance reading comprehension in such contexts. This gap underscores the need for targeted research in this area, addressing the specific educational challenges and opportunities within secondary education. Hence, investigating the use of SGs in these contexts can provide valuable insights into their potential to foster meaningful language acquisition and engagement among adolescent learners in Latin America.

In summary, the integration of SGs into EFL education presents a multifaceted approach to addressing reading comprehension challenges. By leveraging the engaging and interactive nature of games, educators can create meaningful learning experiences that enhance students' reading comprehension skills and foster a deeper understanding of the English language.

Methodology

This study incorporated a qualitative research methodology to explore the use of a SG as a means to enhance reading comprehension among eleventh-grade students at Jorge Eliécer Gaitán High School in Florencia Caquetá. Qualitative research emphasizes observation, data collection, and interpretation of behavioral descriptions within a given phenomenon setting (Vasilachis et al., 2009). Unlike quantitative research, qualitative methods prioritize the recognition of textual data and opinions over numerical data, allowing for a deeper understanding of social issues (Creswell, 2012). By focusing on individuals' experiences, worldviews, and the meaning they attribute to their backgrounds, qualitative research seeks to uncover rich insights into complex phenomena (Merriam & Tisdell, 2015).

This approach was used to investigate how 11th-grade students at Jorge Eliécer Gaitán High School in Florencia, Caquetá, perceive the use of a Serious Game (SG) in supporting their reading comprehension process, addressing the first research question: *What are the students' perceptions of using a SG to improve their reading comprehension skills?* Furthermore, it allowed for the exploration of students' perceptions regarding the use of SG to enhance their reading comprehension skills, including how these perceptions influence their engagement and motivation, as posed in the second research question: *How does the use of a SG influence students' engagement and motivation to participate in reading*

comprehension activities? Through these qualitative inquiries, the study sought to uncover the lived experiences of the students, providing a comprehensive understanding of the potential benefits and challenges associated with GBL.

Action Research Design

This study adopted an action research approach, aimed at developing practical solutions to real-world problems within a specific context, as described by Creswell (2012). Action research typically follows a community development philosophy, engaging all stakeholders in problem identification and solution implementation (Kumar, 2018). Commonly undertaken in educational settings, action research enables educators to collect data and innovate their teaching methodologies to address challenges encountered in traditional approaches (Creswell, 2012). The steps followed in this action research design are illustrated in the following figure.

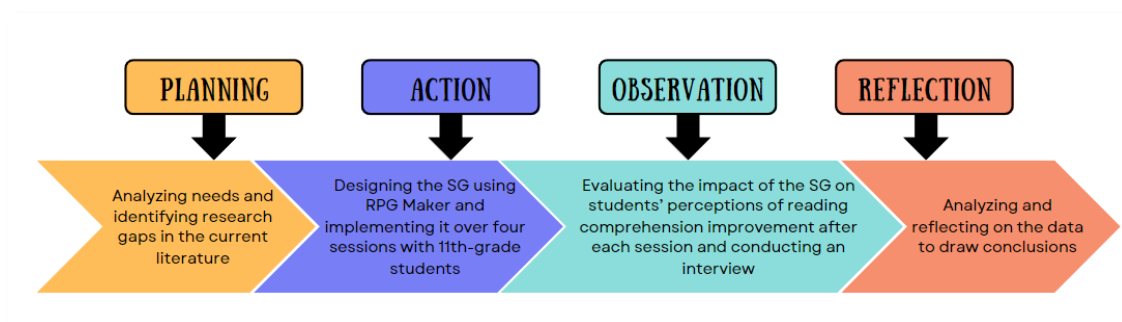


Figure 1. Workflow of the Action Research process.

Source: own work.

Participants and Context

The study was conducted at Jorge Eliécer Gaitán High School, located in the urban area of Florencia, Caquetá, within the Colombian Amazon region. Participants consisted of 30 11th-grade students enrolled in the English Emphasis program offered by the school. Despite demonstrating proficiency in English learning, students had difficulties with reading tasks delivered by the teacher. The group consisted of 20 female and 10 male students, aged between 15 and 18 years.

Data Collection Instruments

We implemented two data collection instruments to gather data during the research intervention: surveys and focus group interviews. Surveys, as defined by Creswell (2012), are tools used to collect data that can be statistically analyzed to test hypotheses and identify trends within a specific population. In our study, surveys were used to inquire students' preferences regarding reading comprehension topics and their attitudes toward using games in the classroom. Additionally, surveys enabled us to monitor students' reading comprehension progress throughout the implementation of the SG.

The statements for the surveys used in this study were adapted from the works of Gu (2018) and Haruna et al. (2019). These statements were framed as affirmative statements, asking students to rate their agreement on a scale from 1 to 5, where 1 represented "strongly disagree" and 5 represented "strongly agree". Gu's (2018) survey focused on ESL learners' vocabulary learning strategies, while Haruna et al.'s (2019) framework assessed the effectiveness of game-based learning and gamification, providing a basis for the evaluation of engagement, motivation, and learning outcomes in the context of SGs.

Focus group interviews, on the other hand, provide a platform for participants to express their perceptions, interests, and opinions on specific issues (Vaughn et al., 1996). According to Creswell (2012), focus group interviews facilitate interaction among participants, allowing researchers to uncover both expected and unexpected results from the participants' perspectives. These interviews helped us delve deeper into students' reading comprehension learning processes and understand their

engagement with the educational games. Focus group interviews provided valuable insights into students' attitudes and experiences, enhancing our comprehension of the research intervention's effectiveness. The interview protocol contained 4 questions focused on students' self-perceptions of their reading comprehension development through the use of the SG. These questions were designed to explore how the students felt about the effectiveness of the SG in improving their reading comprehension, focusing on both their cognitive and motivational responses. The questions aimed to address: Students' perceived improvements in reading comprehension, impact of game design on comprehension, motivation to engage with reading tasks and students' reflections on their learning experience.

The research intervention process

According to Al-Azawi et al., (2016), the primary objective of SGs centered on GBL approaches is to facilitate learning and enrich students' experiences while developing specific skills. In line with this perspective, the SG we designed and implemented during the research intervention, using RPG MAKER, aimed to enable students to progress through all levels until completing each step of the game. The subsequent table provides an overview of the research intervention in the classroom environment.

Table 1.
Pedagogical design.

Stages	Intervention 1	Intervention 2	Intervention3	Intervention 4
Pre	Introducing the RPG MAKER program to the participants. Asking students to sign informed consent with their guardians and taking the participants to the computer lab. Explaining the content of the game, the type of vocabulary, and the number of players allowed per desktop.	Taking the participants to the computer lab. Explaining the content of the game, the type of vocabulary, and the number of players allowed per desktop.	Taking the participants to the computer lab. Explaining the content of the game, the type of vocabulary, and the number of players allowed per desktop.	Taking the participants to the computer lab. Explaining the content of the game, the type of vocabulary, and the number of players allowed per desktop.
While	Asking students to play the first game called My grandpa's farm, which involves the development of several farm tasks.	Asking students to play the second game called My first house, which involves the exploration and acquisition of a house according to the player's choice.	Asking students to play the third game called Amazonian warrior, which involves defeating enemies to free the captive animals, in the jungle.	Asking students to play the fourth game called Diamond Hunter, which involves stealing diamonds from relatives in several locations.
Post	Surveying students to assess the effectiveness of the game implementation.	Surveying students to assess the effectiveness of the game implementation.	Surveying students to assess the effectiveness of the game implementation.	Surveying students to assess the effectiveness of the game implementation.

Source: own work.

The intervention took place in the school's Technology Room, where we ensured the proper installation of the game on each computer before proceeding with the research intervention. Each level of the game corresponded to one class intervention, covering vocabulary topics taught from sixth to eleventh grade. Students were instructed to follow game instructions and ask teachers for clarification if needed. They evaluated the game after each level using a rating scale survey. In the first intervention, students played "My Grandpa's Farm", completing farm tasks to earn diamonds and advance through the game, which reinforced vocabulary related to animals, colors, vegetables, fruits, and numbers (see Figure 2).



Figure 2. Example of game-level 1, at the backyard of the farm.
 Source: own work.

During the second intervention, students engaged with the game level “My First House”. They helped a seller to explore three houses, ultimately choosing one to become their property. The game introduced more complex English structures and vocabulary related to household items and parts of the house. Students interacted with the seller, following her directions, and answering questions about vocabulary as they explored each house (see Figure 3).



Figure 3. Example of game-level 2, the neighborhood.
 Source: own work.

During the third intervention, students engaged with game level three, “Amazonian Warrior”, in the RPG MAKER game. Their mission was to liberate different animal species from animal traffickers in the jungle. This level introduced vocabulary related to animals, jungle locations, and game instructions. Students defeated traffickers while navigating the jungle, freeing animals as they progressed. The game’s design facilitated understanding of instructions and dynamics, allowing students to apply their reading and pragmatics skills effectively (see Figure 4).

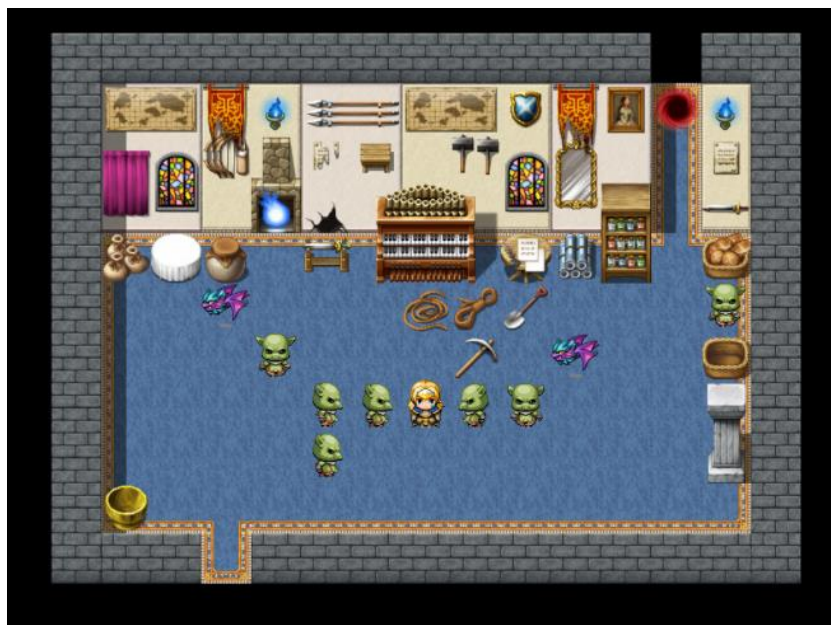


Figure 4. Example of game-level 3, second location.
 Source: own work.

In the fourth and final intervention, students engaged with the fourth game level, “Diamond Hunter” in the RPG MAKER game. This level focused on vocabulary related to family members, locations, directions, and transportation. Students’ objective was to reunite the main character with his family by collecting diamonds from relatives across different locations such as cities, floating castles, and islands. To succeed, students had to comprehend game instructions and navigate challenges while avoiding detection. Upon completion, the main character expressed gratitude, and family members reunited, emphasizing students’ application of vocabulary and reading skills acquired in previous levels (see Figure 5).



Figure 5. Example of game-level 4, at the cousin’s apartment.
 Source: own work.

Through these four interventions, students had the opportunity to engage with different levels of the game, each designed to reinforce specific vocabulary and reading comprehension skills. As students progressed through increasingly complex levels, they were exposed to a variety of real-world contexts, such as farm life, household management, the Amazonian jungle, and family dynamics. This progression not only allowed them to enhance their vocabulary but also provided opportunities for practical application, critical thinking, and reading comprehension. The integration of GBL through RPG MAKER thus served as a tool to both motivate and challenge students, thus fostering their language development in an interactive and dynamic environment.

Data Analysis

For the analysis of the data collected, we used the grounded theory approach for its systematic and qualitative methodology, as outlined by Creswell (2012). This approach enabled the development of new theories through the exploration and reflection of specific processes or interactions within a given context. In addition to the grounded theory approach, we also employed data triangulation as a method of analysis to enhance the credibility and efficacy of our research findings. Triangulation, as described by Merriam and Tisdell (2015), involves analyzing data collected from multiple sources or methods to validate research outcomes.

Furthermore, the analysis of data from the survey involved the use of descriptive statistics to quantify students’ responses. This allowed us to identify patterns and trends within the data, providing a clear picture of students’ perceptions and experiences. Descriptive statistics, such as means, and standard deviations, were calculated to summarize the survey responses, helping to interpret the results in a meaningful way. The combination of qualitative analysis through grounded theory and triangulation, alongside the quantitative analysis from the survey, offered a robust framework for understanding students’ perceptions of the impact of the SG on their reading comprehension and engagement. After applying these methods to our analysis, we successfully categorized the data, resulting in the creation of Table 2.

Table 2.
Research results

Research question	Category	Subcategory
What are the students’ perceptions of using a SG to improve their reading comprehension skills?	Students’ perceptions of the SG in enhancing reading comprehension	Students’ opinions on how the game helped improve their ability to understand texts.
		Perceived relationship between game graphic design and reading comprehension development.
	Students’ perceptions of the SG impact on engagement and motivation towards reading comprehension	Perceived improvements in engagement and focus related to reading comprehension.
		Innovative teaching strategies increased students’ motivation in reading comprehension

Source: own work.

Results and Discussion

This section presents the analysis of the data collected during the research process, focusing on two key questions: *What are the students’ perceptions of using a SG to improve their reading comprehension skills?* and *How does the use of a SG influence students’ engagement and motivation to participate in reading comprehension activities?* The findings are discussed in relation to how the use of the game affected students’ perceptions of their learning, as well as its students’ perceptions of the SG impact on their overall engagement and motivation in reading tasks.

Students’ perceptions of the SG in enhancing reading comprehension

This category explored how the mechanics of educational games supported 11th graders in understanding texts and progressing through game levels. Drawing on insights from Godwin-Jones (2014), the mechanics of digital games were found to encourage player effort and commitment to interpret unfamiliar information to advance. This cognitive input translated into learning, as players

needed to memorize and internalize vocabulary to improve their performance within the game. Additionally, the repetitive nature of vocabulary throughout the gameplay facilitated recall, enabling students to better understand subsequent missions or tasks. Moreover, the visual organization of the game aided students in making inferences, allowing for easier comprehension of unknown vocabulary and enhancing the efficiency of their mental processes. Overall, the immersive and visually stimulating nature of educational games helped students navigate through gameplay without feeling frustrated by unfamiliar words, thus supporting their learning process.

Students' opinions on how the game helped improve their ability to understand texts. This subcategory explored how students perceived the role of keywords in facilitating their comprehension of instructions to understand texts. According to Chen and Hsu (2019), vocabulary within game texts serves as cues to understand unfamiliar terms and comprehend game tasks. In the SG used, instructions included vocabulary that acted as cues to guide participants through interactions and phases. This approach aligns with Guillén-Nieto and Aleson-Carbonell's (2011) findings, which highlight that serious games can improve learning effectiveness by using contextual clues, such as keywords, to enhance comprehension. Student feedback collected from focus group interviews confirmed the effectiveness of using keywords in instructions for improving reading comprehension. Students expressed that the clarity of game instructions, reinforced by the use of specific vocabulary, aided their understanding and contributed positively to their learning process:

"I think I learned because the game instructions were understandable" (SPK 07).

"In my opinion, I think the game helped me improve my reading comprehension because I could understand the instructions given by the game, and I also improved thanks to the vocabulary the game had" (SPK 02).

This feedback highlights the significant role that keywords played in guiding students through the game tasks and enhancing their comprehension. Additionally, the students' comments support the positive impact of clear instructions and relevant vocabulary on their learning experience.

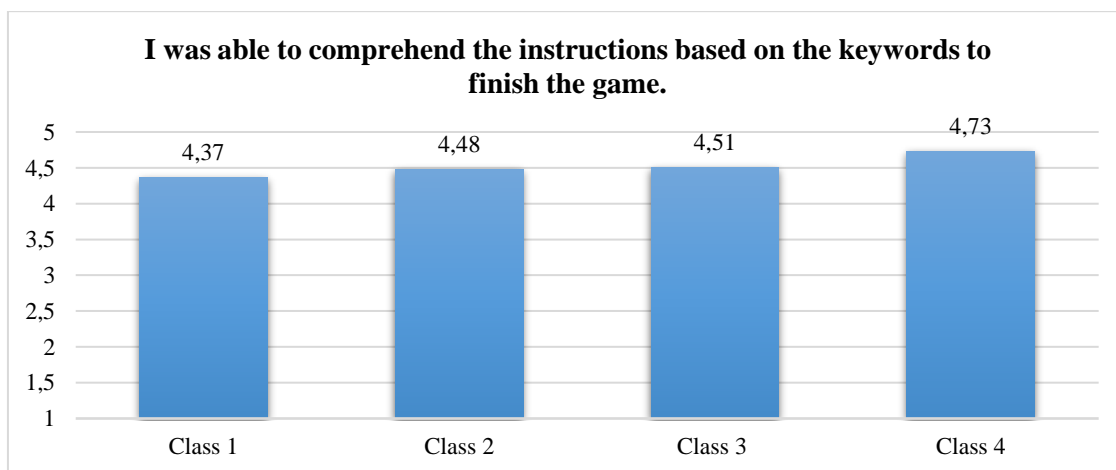


Figure 6. Exit Survey question 7.
 Source: own work.

Based on the Figure 6, it is clear that keywords were an effective resource for helping students overcome hesitation in understanding game instructions. The data indicates that students successfully used strategies to internalize and adapt to the language used in the game. As evidenced by the trend in the Figure 6, students' fluency in the game increased as they progressed through different levels, thanks to their familiarity with the game's terminology. This familiarity enabled them to think quickly and advance more rapidly.

In this regard, the following Figure presents the average level of acceptance regarding the use of educational games to enhance reading comprehension skills among EFL students (see Figure 7).

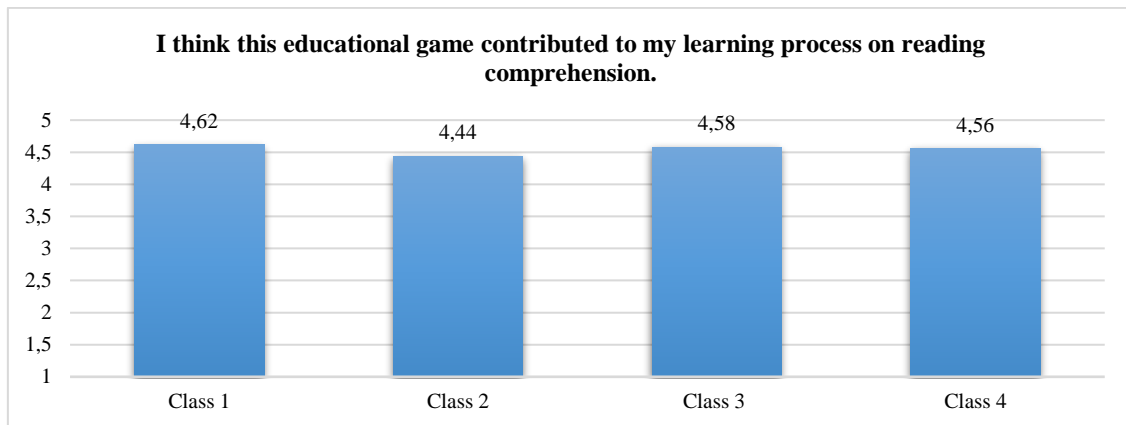


Figure 7. Exit Survey question 4.

Source: own work.

According to the information displayed in the figure, students provided overwhelmingly positive feedback regarding the effectiveness of the educational games in strengthening their foundations for future reading in the foreign language. This sentiment was echoed in the insights shared by students during the focus group interviews:

“Truthfully, I believe that the strategy helped me a lot with my reading comprehension because the game almost always relied on short writings that aided me and gave me clues about what I had to do, and it also had many key words” (SPK 31).

“I think the game does help improve reading comprehension in people who have less knowledge of English because of the vocabulary” (SPK 29).

“Yes, it helped me improve my reading comprehension because in the game, I found a lot of key vocabulary, and also, the instructions were easy to understand, so the game is very good” (SPK 09).

Others expressed similar sentiments, noting that the game’s use of key vocabulary and easy-to-understand instructions greatly facilitated their comprehension and ability to complete tasks.

In summary, students’ comments strongly supported the notion that incorporating keywords into game texts significantly enhanced their reading comprehension process. This approach facilitated their cognitive processes and increased their willingness to tackle the challenges presented in the game. Aligning with Pardede’s (2019) suggestion, using familiar language for EFL learners proved crucial in maintaining their engagement and ensuring successful completion of the game.

Perceived relationship between game graphic design and reading comprehension development. The subcategory emphasizes the importance of the graphic design of educational games in aiding students’ comprehension of game texts. According to Godwin-Jones (2014), engaging with the game prompts students to pragmatically navigate through it, even if they do not fully grasp the keywords. This suggests that the graphical design allows students to comprehend vocabulary and instructions by using contextual cues. Additionally, Hanandeh et al. (2018) highlight that visual aspects, storyline, and challenges in educational games captivate students, drawing them into the content. Thus, visual effects in game design play a crucial role in connecting textual content with graphical elements to facilitate understanding. The subsequent table displays the average acceptance among students regarding the use of graphic context in games for better comprehension of instructions (see Figure 8).

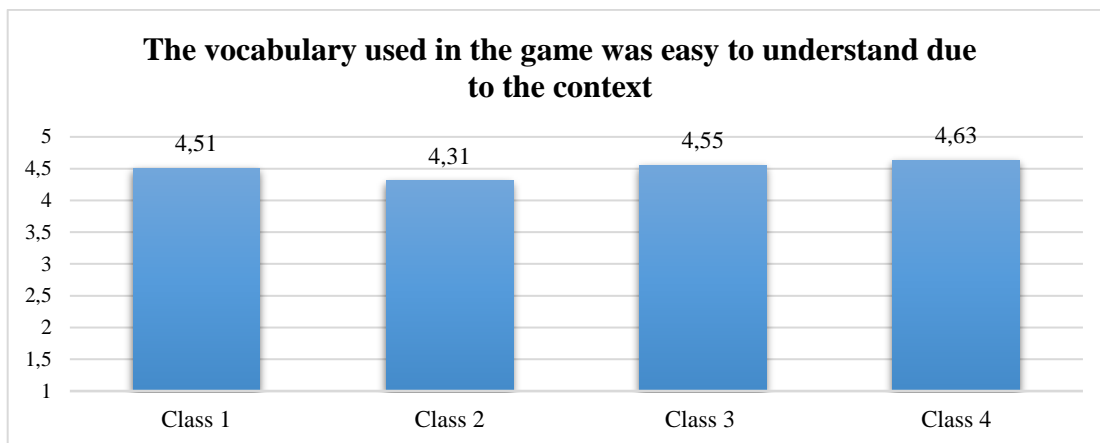


Figure 8. Exit Survey question 6.
 Source: own work.

Based on the data presented in the Figure 8, it is evident that students relied heavily on graphical elements within the game as an additional resource to navigate through the gameplay, especially when they struggled to identify keywords. To further support this subcategory, we provide the following table showcasing students’ assessments of the difficulty they faced in understanding game instructions (see Figure 9).

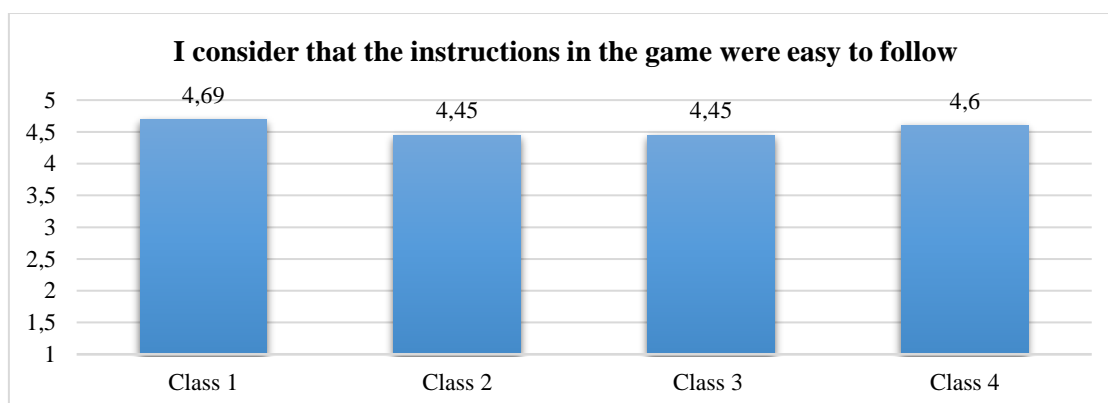


Figure 9. Exit Survey question 1.
 Source: own work.

Based on the data provided in the Figure 9, it is evident that students did not face significant difficulties in understanding the game instructions. This was attributed to the effective graphic design of the game, which supplemented the instructions and allowed students to navigate the game confidently. These findings were corroborated by insights from student focus group interviews:

“I believe the game helped me improve my reading comprehension because even if there were words I didn't know, they weren't many, and with the context of the other visual instructions, it was easier to understand the meaning of each unknown word” (SPK 08).

“If one didn't understand something, the context of the game guided you. For example, if it said go north to the left, the game showed you where you could go” (SPK 16).

“The context provided by the game was really fun, so you feel motivated to keep playing and learn more, I mean, to learn more vocabulary” (SPK 11).

“Everything in the game became very intriguing, the interactions, what happened in each place we moved to in the game” (SPK 23).

“I also liked the implementation of the characters, the dragons, the plants, and the scenarios to better understand the game” (SPK 38).

Moreover, some students expressed how the graphic design of the educational games piqued their interest to play, even if they were not typically interested in video games:

“I’m not someone who plays video games, but seeing vocabulary in a different context on a board is a quick way to learn because some people learn visually” (SPK 28).

Overall, students judged the incorporation of graphic elements in the games as highly effective in facilitating their cognitive interpretation processes. This aligns with Godwin-Jones’s (2014) suggestion that incorporating visual aids into game interfaces can enhance reading skills and stimulate curiosity and enjoyment during gameplay.

Students’ perceptions of the SG impact on engagement and motivation towards reading comprehension

The implementation of digital games for educational purposes has emerged as a powerful strategy to enhance student motivation and facilitate learning, particularly in the context of reading comprehension. According to Chen and Hsu (2019), integrating educational games into classroom activities significantly boosts student motivation by offering engaging and interactive learning experiences. This category underscores the transformative impact of educational games on students’ motivation and learning outcomes, emphasizing their potential to change traditional teaching approaches. Using the natural draw of digital games, teachers can design exciting learning environments that captivate students’ interest and encourage them to actively engage in reading comprehension tasks.

Perceived improvements in engagement and focus related to reading comprehension. Tlili et al. (2021) highlight the draw of educational games in seamlessly integrating reading tasks into engaging gameplay experiences. Aguilar-Cruz et al. (2023) emphasize the critical role of engagement in GBL, noting that “strong engagement in a game significantly enhances learning outcomes and fosters meaningful learning experiences” (p.13). In particular, 11th-grade students exhibited a high level of acceptance and engagement when interacting with textual content within the SG. The interactive nature of the SG enabled students to actively participate in reading activities in real-time, fostering deep concentration and sustained engagement throughout the class. This subcategory underscores the transformative potential of digital interfaces in enhancing student motivation and enjoyment of reading tasks, thereby facilitating meaningful learning experiences. Moreover, the survey results presented in Figure 10 indicate a consistently high level of preference for reading texts within the game environment compared to traditional non-interactive media, which supports students’ perceptions of the positive impact of educational games on student engagement and motivation in reading comprehension tasks.

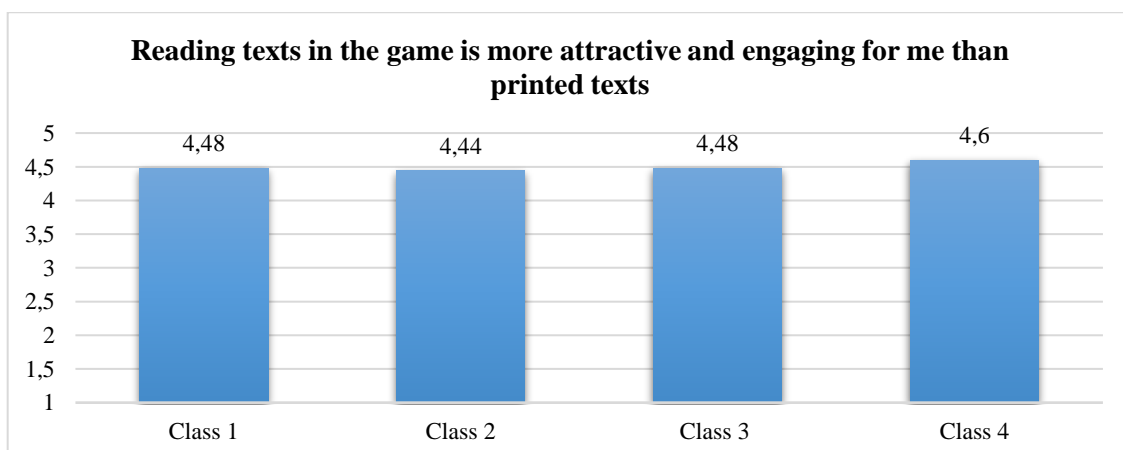


Figure 10. Exit Survey question 5.
 Source: own work.



The student’s perspective highlighted in the focus group interviews further corroborates the positive impact of reading texts through educational games on student engagement and learning outcomes. As explained by the student (SPK 10), traditional classroom activities, characterized by passive learning and rote tasks, were perceived as dull and uninspiring. In contrast, the interactive nature of educational games was praised for its ability to captivate student interest and provide a stimulating learning environment. The student’s enthusiastic endorsement of educational games underscores their effectiveness in fostering active participation, interaction, and enjoyment among learners. By immersing students in engaging gameplay experiences, educational games offer a compelling alternative to conventional teaching methods, driving motivation and enhancing the development of EFL skills (Aguilar-Cruz & Álvarez-Yaguara, 2021; Deng et al., 2023). Ultimately, the incorporation of SGs into reading comprehension activities not only promotes student engagement but also cultivates a conducive learning atmosphere leading to the acquisition of essential language skills.

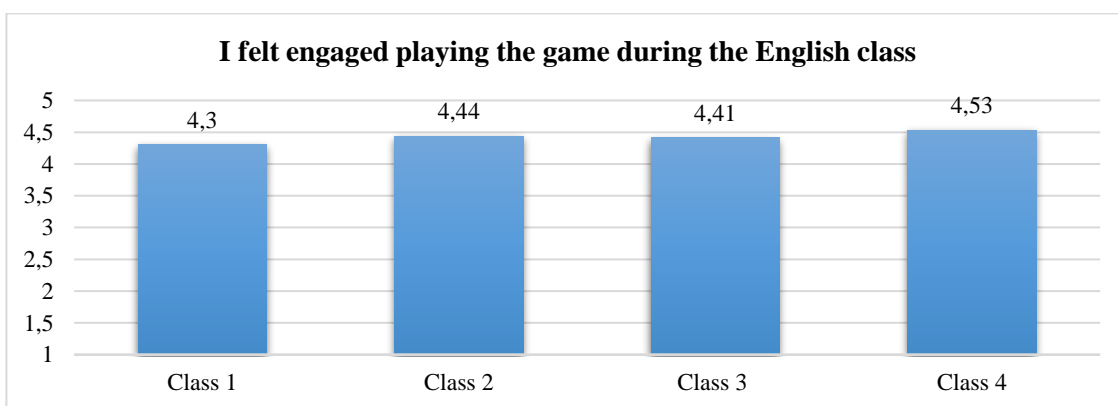


Figure 11. Exit Survey question 2.

Source: own work.

As mentioned earlier, incorporating reading texts into educational games received significant approval from the research participants, as reflected in the survey results. Additionally, the viewpoints shared by students during the focus group interviews further corroborated these findings. One participant expressed their perspective, stating, “In my opinion, it’s very boring to just sit there, listening to the teacher talk and occasionally doing a reading activity on paper. That’s very dull, very monotonous, and doesn’t grab the student’s attention much. On the contrary, through these games, it’s more interactive, I think it’s very good because you get entertained, it seems very cool... for me, practical is better than theoretical”.

This student’s viewpoint underscores the lack of engagement experienced with traditional non-interactive reading activities in the classroom. However, they highlighted the positive impact of SGs, emphasizing their interactive nature and the enjoyment they provide. This sentiment underscores the value of incorporating gaming elements into learning activities, as it fosters a more engaging environment conducive to learning and enhances the development of EFL skills.

Innovative teaching strategies increased students’ motivation in reading comprehension.

Innovative teaching approaches have proven to be instrumental in enhancing students’ motivation, particularly in the realm of reading comprehension. This subcategory underscores students’ eagerness to embrace novel instructional methods that integrate technology. Kumar (2018) affirms that students exhibit a pronounced affinity for technology-enabled learning experiences, as evidenced by their enthusiastic participation in activities that leverage digital tools. Indeed, the eleventh-grade students in our study demonstrated a marked preference for such approaches, readily engaging with instructional materials delivered through technological mediums. Moreover, Godwin-Jones (2014) highlights the allure of educational games among teenagers, attributing it to the pervasive presence of technology in their daily lives. This sentiment was echoed by a student during a focus group interview, who remarked, “Nowadays, we all use a computer, a cell phone, a

tablet. Furthermore, when told that we're going to play a game on these electronic devices, one becomes more interested because we're more accustomed to using them".

In light of these observations, it is evident that innovative pedagogical strategies, particularly those leveraging technology, resonate strongly with students. This alignment between instructional methods and students' technological preferences not only enhances motivation but also fosters a favorable learning environment. The successful adoption of these strategies underscores their effectiveness in promoting engagement and underscores the importance of incorporating technology into educational practices. Furthermore, our survey data (see Figure 12) revealed positive sentiments among students regarding their willingness to continue engaging with educational games in the future, further emphasizing the value of innovative teaching approaches in cultivating motivation and facilitating learning.

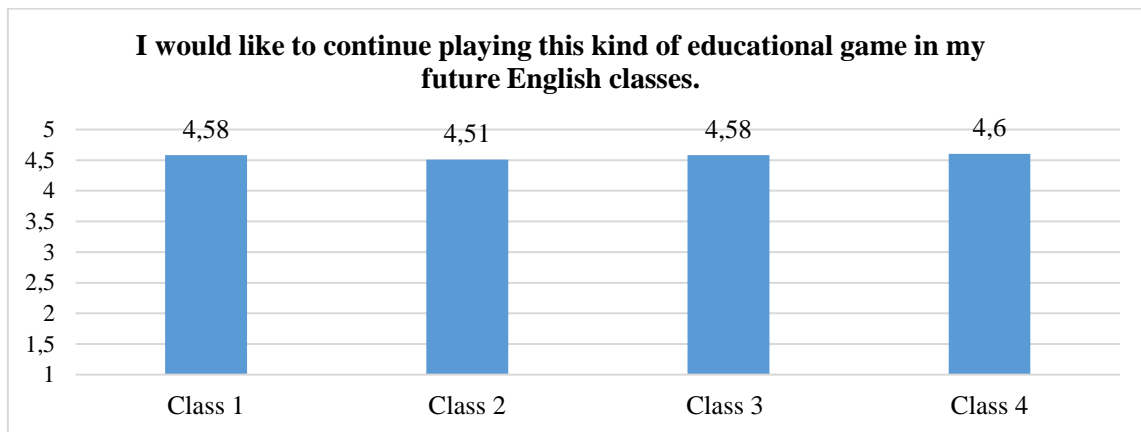


Figure 12. Exit Survey question 3.
 Source: own work.

The evidence presented in Figure 12 supports the notion that students highlight that innovative teaching methods have a tangible impact on enhancing their motivation in the context of EFL learning. This assertion is further demonstrated by the findings from the survey, wherein participants acknowledged the efficacy of these approaches in fostering growth in reading proficiency (see Figure 13).

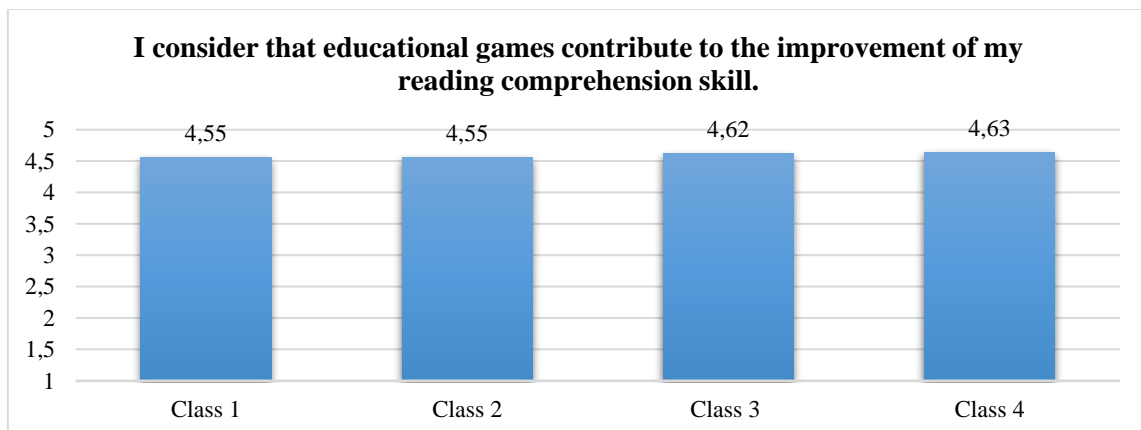


Figure 13. Exit Survey question 8.
 Source: own work.

Therefore, the consistently high averages observed in both Figures 12 and 13 underscore the efficacy of innovative teaching strategies, particularly the integration of educational games, in fostering students' motivation and advancing their reading comprehension skills. This innovative approach not only contributed to the development of students' reading proficiency but also underscored the



effectiveness of educational games as a motivational tool. This sentiment is further echoed by insights from the focus group interviews, where students expressed enthusiasm and engagement with the games. For instance, one participant noted that playing the games made the learning experience more enjoyable, with the challenge of overcoming in-game tasks fueling their excitement and motivating them to engage with the content (SPK16). Another student highlighted how the immersive and entertaining nature of the games incentivized them to continue playing, thereby facilitating the acquisition of new vocabulary (SPK20). Similarly, another participant emphasized how the interactive nature of the games enhanced their understanding and motivation, ultimately leaving them eager to continue playing and learning (SPK05).

These testimonies not only reveal the positive impact of educational games on students' motivation but also highlight their effectiveness in enhancing language learning engagement. By providing a dynamic and enjoyable platform for language practice, educational games effectively fostered students' involvement and participation, facilitating meaningful interactions with the target language. Consequently, this approach aligned more closely with students' technological lifestyles, maximizing their affinity for technology to create engaging learning experiences. Ultimately, the integration of innovative teaching methods, particularly educational games, represents a promising avenue for promoting language learning and engagement among young learners, offering a compelling alternative to traditional instructional approaches.

Conclusions

This study reveals valuable insights into students' perceptions of the use of a SG to support reading comprehension among 11th-grade students. Based on the research questions, the findings suggest that students' perceptions of the game were largely positive, particularly regarding its impact on reading comprehension. Many students expressed that the game helped improve their ability to understand texts, particularly by contextualizing vocabulary and reinforcing learning in an interactive environment. These findings align with research highlighting the benefits of GBL in improving language acquisition. Additionally, the game's graphic design was perceived to facilitate comprehension, as the visual elements allowed students to better connect with the content, supporting the idea that multimedia tools can enhance cognitive processing

Furthermore, students' perceptions indicated that the SG had a significant impact on their engagement and motivation. Students reported increased engagement and focus during reading comprehension activities when using the game, highlighting the positive effects of interactive and challenge-based learning. The integration of innovative teaching strategies, such as game mechanics and rewards, led to greater motivation for students' participation in reading activities. This supports the assertion that gamification can transform traditional teaching methods by fostering intrinsic motivation and active learning

Overall, students perceived that the use of the SG in this study was a valuable tool for enhancing their reading comprehension skills and fostering higher levels of student engagement and motivation. These findings underscore the potential for Serious Games to serve as a valuable pedagogical resource in language learning, offering both immediate and long-term benefits for student participation and learning outcomes.

Bibliographic references

- Aguilar-Cruz, P. J., & Álvarez-Guayara, H. A. (2021). A Serious Game to learn English: The case of Bethe1Challenge. *International Journal of Serious Games*, 8(4), 65-80. <https://doi.org/10.17083/ijsg.v8i4.448>
- Aguilar Cruz, P. J. (2022). Understanding students' engagement with a Serious Game to learn English: A sociocultural perspective. *International Journal of Serious Games*, 9(4), 137-152. <https://doi.org/10.17083/ijsg.v9i4.554>
- Aguilar-Cruz, P. J., Wang, P., Xiang, Z., & Luo, H. (2023). Factors Influencing Game-Based Learning in the Colombian Context: A Mixed Methods Study. *Sustainability*, 15(10), 7817. <https://doi.org/10.3390/su15107817>
- Al-Azawi, R., Al-Faliti, F., & Al-Blushi, M. (2016). Educational gamification vs. game based learning: Comparative study. *International Journal Of Innovation Management And Technology*, 7(4), 131-136. <https://doi.org/10.18178/ijimt.2016.7.4.659>
- Alyousef, H. (2006). Teaching Reading Comprehension to ESL/EFL Learners. *Journal of Language and Learning*, 5(1).

- Chen, H. J. H., & Hsu, H. L. (2019). The impact of a serious game on vocabulary and content learning. *Computer Assisted Language Learning*, 33(7), 811-832. <https://doi.org/10.1080/09588221.2019.1593197>
- Godwin-Jones, R. (2014). Games in language learning: Opportunities and challenges. *Language Learning & Technology*, 18(2), 9-19. <http://dx.doi.org/10.125/44363>
- Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4th ed.). Pearson Education, Inc.
- Deng, L., Daverpanah, N., & Izadpanah, S. (2023). The effect of educational computer games on the academic resilience, academic self-regulation, and academic achievement of EFL students. *Frontiers In Psychology*, 13, 947577. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.947577>
- Gu, P. Y. (2018). Validation of an online questionnaire of vocabulary learning strategies for ESL learners. *Studies in Second Language Learning and Teaching*, 8(2), 325-350. <https://doi.org/10.14746/ssl.2018.8.2.7>
- Guillén-Nieto, V., & Aleson-Carbonell, M. (2011). Serious games and learning effectiveness: The case of It's a Deal! *Computers & Education*, 58(1), 435-448. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.07.015>
- Hanandeh, A., Abdullah, Z., & Harun, J. (2018). The effects of a serious game activity and learning tasks on students' motivation towards reading skill. In *2018 IEEE 10th International Conference on Engineering Education (ICEED)*. <https://doi.org/10.1109/iceed.2018.8626938>
- Haruna, H., Hu, X., Chu, S. K. W., & Mellecker, R. R. (2019). Initial Validation of the MAKE Framework: A Comprehensive Instrument for Evaluating the Efficacy of Game-Based Learning and Gamification in Adolescent Sexual Health Literacy. *Annals of Global Health*, 85(1), 1-7. <https://doi.org/10.5334/aogh.1110>
- Kanmaz, A. (2022). Teachers' Reading Comprehension and Use of Reading Strategies Levels: A Study on the Secondary School Teachers. *Education Quarterly Reviews*, 5(5). <https://doi.org/10.31014/aor.1993.05.01.413>
- Kiili, K. (2005). *On educational game design: Building blocks of flow experience* (Doctoral dissertation), Tampere University of Technology.
- Kumar, R. (2018). *Research methodology: A step-by-step guide for beginners* (5th ed.). Sage.
- Merriam, S. B., & Tisdell, E. J. (2015). *Qualitative research: A guide to design and implementation* (4th ed.). John Wiley & Sons.
- Pardede, P. (2019). Print vs Digital Reading Comprehension in EFL: A Literature Review. *JET (Journal of English Teaching)*, 5(2), 77. <https://doi.org/10.33541/jet.v5i2.1059>
- Perfetti, C. A., Landi, N., & Oakhill, J. (2005). *The Acquisition of Reading Comprehension Skill*. En Blackwell Publishing Ltd eBooks. pp. 227-247. <https://doi.org/10.1002/9780470757642.ch13>
- Pickren, S. E., Stacy, M., Del Tufo, S. N., Spencer, M., & Cutting, L. E. (2021). The Contribution of Text Characteristics to Reading Comprehension: Investigating the Influence of Text Emotionality. *Reading Research Quarterly*, 57(2), 649-667. <https://doi.org/10.1002/rrq.431>
- Ritterfeld, U., Cody, M., & Vorderer, P. (2009). *Serious Games Mechanisms and Effects*. Routledge, Taylor & Francis Group.
- Sun, L., Kangas, M., Ruokamo, H., & Siklander, S. (2023). A systematic literature review of teacher scaffolding in game-based learning in primary education. *Educational Research Review*, 40, 100546. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2023.100546>
- Solano, L., Cabrera, P., Ulehlová, E., & Espinoza, V. (2017). Exploring the use of educational technology in EFL teaching: A case study of primary education in the south region of Ecuador. *Teaching English with Technology*, 17(2), 77-86.
- Tlili, A., Hattab, S., Essalmi, F., Chen, N., Huang, R., Kinshuk, R., Chang, M., & Burgos, D. (2021). A Smart Collaborative Educational Game with Learning Analytics to Support English Vocabulary Teaching. *International Journal Of Interactive Multimedia And Artificial Intelligence*, 6(6), 215. <https://doi.org/10.9781/ijimai.2021.03.002>
- Vasilachis, A., Sautu, R., Domínguez, M., & Eizagirre, I. (2009). *Estrategias de investigación cualitativa*. Gedisa.
- Vaughn, S., Schumm, J. S., & Sinagub, J. M. (1996). *Focus group interviews in education and psychology*. Sage.



DOI: <https://doi.org/10.34069/RA/2024.14.05>

Volumen 7, Número 14/julio-diciembre 2024

Díaz-Rivas, I.H., Puentes-Arango, J., Gallego-Marín, L.D., & Rodríguez-Quintero, Y. (2024). Variaciones morfológicas en tricomas de *Urtica dioica* en el piedemonte Amazónico colombiano: Florencia (Caquetá) y Sibundoy (Putumayo). *Revista Científica Del Amazonas*, 7(14), 65-73. <https://doi.org/10.34069/RA/2024.14.05>

Variaciones morfológicas en tricomas de *Urtica dioica* en el piedemonte Amazónico colombiano: Florencia (Caquetá) y Sibundoy (Putumayo)

Morphometric variations in *Urtica dioica* trichomes in the Colombian Amazonian piedmont: Florencia (Caquetá) and Sibundoy (Putumayo)

Recibido: 24 de septiembre de 2024

Aceptado: 12 de diciembre de 2024

Autores:

Ider Humberto Díaz-Rivas¹
Jhonatan Puentes-Arango²
Leidy Dahiana Gallego-Marín³
Yulieth Rodríguez-Quintero⁴

Resumen

Debido a la estrecha relación planta-ambiente, se quiso determinar cambios morfológicos en tricomas de *Urtica dioica*, en dos localidades: Florencia (Caquetá) y Sibundoy (Putumayo). Durante junio de 2019, se estableció una parcela temporal de muestreo (PTM) de 200 m². Las colectas por búsquedas libres, para un total de 23 individuos rotulados por PTM. Para la medición de longitud de tricomas en tallo (TL) y peciolo (PC) se empleó papel milimetrado con observaciones bajo estereoscopio. Los estimadores (Prueba t y SD) permitieron determinar las variables cuantitativas para cada localidad; indicando que los datos están más dispersos en localidad-Florencia. El ACP arrojó cambios y asociaciones significativas entre localidades, con una captura de 100% en la componente 1 (localidad-Sibundoy) corroborando que tienen mayor longitud en tricomas. El gráfico de cajas en TL y PC respecto a, localidad evidenció que las medias están mayormente asociadas a localidad-Sibundoy y, verificado por los intervalos de confianza que exhiben más dispersión de TL y PC en localidad-Florencia. Al presentarse diferenciación en longitud de los tricomas y coloración de tallo y peciolo de *U. dioica* en las dos localidades, es pertinente afirmar que existe un caso de adaptación en respuesta al nivel altitudinal e incidencia de luz sobre los tejidos vegetales.

Palabras claves: Análisis de Componentes Principales (ACP), Dispersión de datos, Peciolo (PC), Radiación adaptativa, Tallo (TL).

Abstract

Due to the close plant-environment relationship, we wanted to determine morphometric changes in *Urtica dioica* trichomes in two locations: Florencia (Caquetá) and Sibundoy (Putumayo). During June 2019, a temporary sampling plot (TSP) of 200m² were established. Collections were made by free searches, for a total of 23 individuals labeled by TSP. For the measurement of trichome length in stem (ST) and petiole (PT), millimeter paper was used with observations under stereoscope. The estimators (T test and SD) allowed to determine the quantitative variables for each locality; indicating that the data

¹ Programa de Biología, Universidad de la Amazonía, Florencia-Caquetá, Colombia. <https://orcid.org/0009-0005-5505-0878>
 Email: iderdiaz301@gmail.com

² Programa de Biología, Universidad de la Amazonía, Florencia-Caquetá, Colombia. <https://orcid.org/0009-0005-1010-2515>
 Email: jho.puentes@udla.edu.co

³ Programa de Biología, Universidad de la Amazonía, Florencia-Caquetá, Colombia. <https://orcid.org/0009-0006-4381-783X>
 Email: le.gallego99@gmail.com

⁴ Programa de Biología, Universidad de la Amazonía, Florencia-Caquetá, Colombia. <https://orcid.org/0009-0002-4225-6939>
 Email: rodriguezylulieth44@gmail.com



are more dispersed in locality-Florencia. The PCA showed significant changes and associations among localities, with a capture of 100% in component 1 (locality-Sibundoy) corroborating that they have greater trichome length. The box plot in ST and PT with respect to locality showed that the means are mostly associated with locality-Sibundoy and, verified by the confidence intervals that show more dispersion of ST and PT in locality-Florencia. Given the differences in trichome length and stem and petiole coloration of *U. dioica* in the two locations, it is pertinent to state that there is a case of adaptation in response to the altitudinal level and incidence of light on plant tissues.

Keyword: Principal Component Analysis (PCA), Data dispersion, Petiole (PT), Adaptive radiation, Stem (TL).

Introducción

La biogeografía proporciona a las investigaciones en biología evolutiva una comprensión del origen de la diversidad biológica existente (Soler, 2012). Permite explorar la relación entre la diversidad y la geografía de los suelos, así como las diversificaciones de grupos biológicos específicos (Llorente-Bousquets & Morrone, 2003). Además, los factores abióticos, como la temperatura, la humedad relativa, el pH, las precipitaciones y la altitud, influyen en la capacitancia fisiológica de los organismos. Estos factores también determinan la adaptación de los seres vivos, que puede ser rápida, constante o tardía, siendo esta última menos beneficiosa para su supervivencia (Whittaker & Fernández-Palacios, 2007).

Según Munns & Tester, (2008) las plantas son capaces de reconocer el estrés abiótico y activar respuestas adecuadas que implican modificaciones en su metabolismo, crecimiento y desarrollo. El estrés por sequía y salinidad son amenazas comunes que pueden afectar la mayoría de los hábitats, lo que ha llevado a las plantas a desarrollar diversas estrategias y mecanismos adaptativos para tolerar estas condiciones adversas, generando distintos niveles de tolerancia entre las especies. Las plantas que muestran una mayor tolerancia al estrés presentan mecanismos efectivos de detección, transducción de señales y programas de expresión genética, así como diferentes vías metabólicas (Condé et al., 2011). No obstante, las plantas no tolerantes también parecen poseer un programa genético relacionado con la tolerancia, ya que su aclimatación gradual puede resultar en una mayor resistencia al estrés. Estas especies más sensibles pueden requerir un proceso de adaptación lento y continuo para la correcta expresión de los genes involucrados en este fenómeno (Chávez & González, 2009).

Urticaceae, comúnmente conocida como la familia de las ortigas, está compuesta por plantas con flores cuyo nombre proviene del género *Urtica* (Simpson, 2010) e incluida en el orden Rosales. Según Christenhusz & Byng, (2016), la familia está distribuida en 53 géneros que incluye aproximadamente 2,625 especies a nivel global y 550 especies propias para zonas tropicales, posee una amplia distribución en zonas cálidas y templadas, es caracterizada por incluir especies de porte herbáceo, anuales o perennes, con frecuencia presentan hojas estipuladas y con pelos urticantes (tricomas) distribuidos en hojas y tallos (Xu et al., 2017). Existen tres tipos de tricomas diferenciados morfológicamente: glandulares, no glandulares y urticantes que su función principal es, la de defensa por secreción de metabolitos, como el ácido fórmico (Bourgeois et al., 2016) que al ser liberado genera una sensación de dolor e irritación sobre la piel humana (Fu & Chen, 2003). Además, los tricomas urticantes actúan como un mecanismo de defensa efectivo, disuadiendo a herbívoros y otros organismos que podrían dañar a la planta, contribuyendo así a su supervivencia en el entorno natural (Xiao et al., 2017).

En cuanto a la especie estudio *Urtica dioica*, esta presenta múltiples usos medicinales significativos (Jafari & Dehghan, 2011). Se distribuye en zonas templadas y tropicales, se caracteriza por su aspecto tosco y porte arbustivo que va de los 1.5 a 2 m. Sus hojas son puntiagudas y sus flores pueden ser amarillas o blancas (Mueen-Ahmed & Parsuraman, 2014) y con tallo rojizo o amarillento. A través de sus tricomas libera compuestos pegajosos y sustancias tóxicas que pueden atrapar, matar o inmovilizar insectos y posibles depredadores (Qayyum et al., 2016). De modo que, las reacciones metabólicas en respuesta a la temperatura, humedad, salinidad, concentración de dióxido de carbono (CO²) y de oxígeno (O), son las que determinan el funcionamiento de la respiración celular y la fotosíntesis de la planta; por último, el pH que influye en el desarrollo de la relación de suelo y planta frente a las reacciones químicas a nivel celular (Soler, 2012).

Por otro lado, el piedemonte Amazónico que presenta gran variedad de tipos de bosques, y estos a su vez, albergan riqueza florística y fluvial. En particular, el bosque húmedo tropical para el departamento de Caquetá en las estribaciones de la cordillera oriental y llanura Amazónica, mientras el departamento de Putumayo con características de bosque montano y valle (Prieto & Arias, 2007).

Así, entendiendo que los ecosistemas Amazónicos son extensos y poseen selva exuberante (Torres, 2013; Monarca, 2017), lo que permite que alberguen un alto grado de diversidad biológica. En contraste, los estudios comparativos de rasgos morfométricos de plantas nativas de la región Amazónica colombiana y en específico en la transición Andino-Amazónica son pocos, lo que genera que la diversidad florística total no sea conocida. Sumando que esta región enfrenta un alto grado de deforestación a causa de la intervención humana (Arguello-Najar & Patiño-Rubiano, 2022; Restrepo-Galvis, 2022; Capdevilla et al., 2023). Con ello, influyendo en el desarrollo natural de las diversificaciones y procesos evolutivos de las especies, en algunos casos sin la oportunidad de lograr adaptarse a causa de la fuerte influencia del cambio generado en el ambiente.

En este contexto, se observa la importancia de los estudios genético-evolutivos que han demostrado que la radiación adaptativa infiere en el desarrollo de diferencias de las hojas de determinados grupos florísticos (Jaime-Bueno, 2013), pero con el rastro de un ancestro en común. Por lo cual, en esta investigación se hizo necesario tomar como base lo mencionado, pero enfocado en tricomas de *U. dioica*.

Esta investigación se llevó a cabo bajo el marco del proyecto de curso de evolución incluido en el contenido curricular del programa de Biología de la Universidad de la Amazonia. Donde se planteó, determinar cambios morfométricos en tricomas de *Urtica dioica* en dos localidades del piedemonte Amazónico en Florencia (Caquetá) y Sibundoy (Putumayo).

Metodología

Área de estudio

En el piedemonte Amazónico colombiano, en los municipios de Florencia (Caquetá) y Sibundoy (Putumayo) (Fig. 1) (Tabla 1); zona caracterizada por presentar precipitaciones que van de los 1.741 mm a 3.840 mm. Con presencia de bosque húmedo tropical (bh-T), bosque húmedo premontano (bh-pm) y bosque húmedo montano (bh-M). Estos municipios se caracterizan por poseer porciones de áreas en la transición Andino-Amazónica con presencia de selva Amazónica y Andes del sur de la cordillera oriental (Landínez-Torres, 2017).

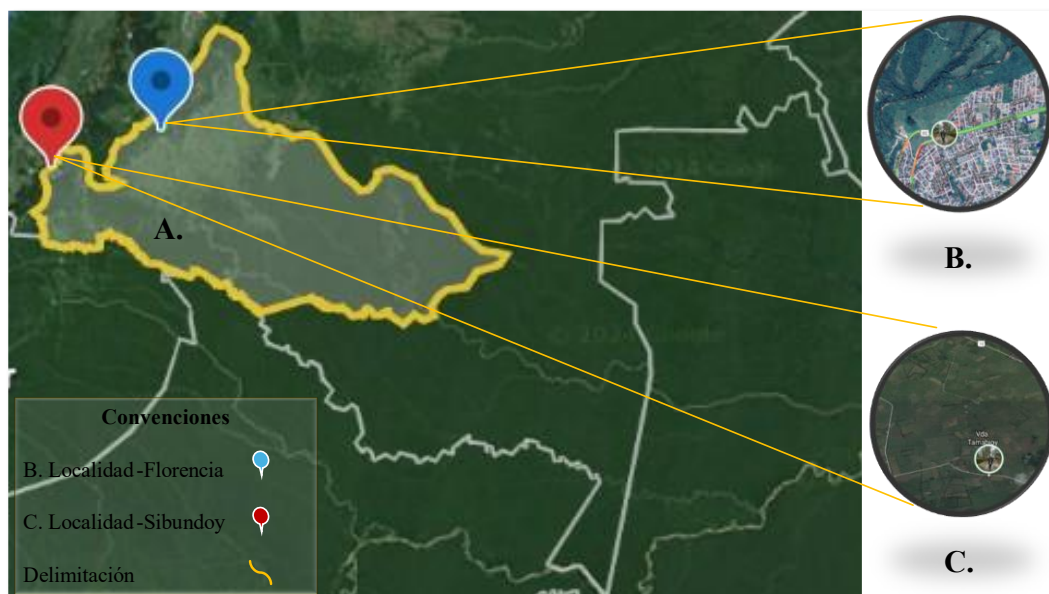


Figura 1. Ubicación geográfica de las dos zonas de estudio en el piedemonte Amazónico colombiano. A. Departamentos de Caquetá y Putumayo, B. localidad de Florencia, C. localidad de Sibundoy.

Métodos

El muestreo y colecta se realizó en junio de 2019 en dos localidades del piedemonte Amazónico colombiano, en cada una se estableció una parcela temporal de muestreo (PTM) (Andrade-Castañeda et al., 2017) de 10 x 20 m (200 m²) (Sarmiento, 2018) demarcada con cinta y georreferenciada usando GPS, se llevó a cabo búsquedas libres y directas de los individuos de *Urtica dioica* dentro de las parcelas, teniendo como criterio la colecta de individuos que no superaran los 40 cm de tasa de crecimiento, para un total de 23 individuos por parcela. Para la medición de tricomas en tallo (TL) y peciolo (PC) se empleó papel milimetrado. La longitud de cada uno de los tricomas se observó a través de un estereoscopio en los laboratorios de la Facultad de Ciencias Básicas de la Universidad de la Amazonia. Cada individuo se rotuló de uno a 23 por localidad (Tirado-Díaz, 2018). La información de las longitudes de TL y PC en una base de datos en Microsoft Excel para su posterior análisis.

Tabla 1.

Localización de las zonas de estudio en el piedemonte Amazónico con variables ambientales y biofísicas.

Localidad	Altura (msnm)	Temperatura	Coordenadas	Tipo de vegetación	pH
Florencia-Casco urbano	242	25°C	N 1°36'51", W 75°36'42"	Riparia y herbácea	Ligeramente ácido
Sibundoy-Vereda Tamabioy	2.100	15.5°C	N 1°08'49", W 77°00'04"	Riparia	Ligeramente alcalino

Elaboración mapa zona de estudio

Con base en una imagen satelital de Google Earth 2019 y corroborada en 2024, donde se demarcaron las zonas de estudio (A. departamentos de Caquetá y Putumayo), posteriormente la georreferencia de las ubicaciones exactas de las dos localidades. Por último, en Microsoft PowerPoint para la integración de todas las imágenes obtenidas en un solo componente. Los ajustes del mapa se realizaron durante el muestreo para obtención de las imágenes satelitales de las localidades (B. localidad-Florencia y C. localidad-Sibundoy) de la zona estudio.

Análisis de datos

Se interpretaron por medio del programa estadístico Infostat versión 2018. Donde se llevó a cabo un análisis descriptivo de las variables cuantitativas para cada localidad (Di Rienzo et al., 2018); hallando las medias con una Prueba t; y para observar los cambios y asociaciones significativas entre localidades un Análisis de Componentes Principales (ACP). Finalmente, se empleó un gráfico de cajas (Box-Plot) para comparar gráficamente las medias en relación con los intervalos de confianza.

Resultados

Las variables cuantitativas evaluadas permitieron determinar cambios morfométricos en tricomas de *Urtica dioica* en las dos localidades estudio: Florencia (Caquetá) y Sibundoy (Putumayo). Así, evidenciando que los cambios observados en cada localidad están ligados a los factores abióticos de estas.

Análisis de Prueba t

La media de tricomas en tallo (TL) en localidad-Sibundoy de 1,68 mm y para localidad-Florencia de 1,27 mm, siendo la de Sibundoy mejor representada, en cuanto a las medias de peciolo (PC) para la localidad-Sibundoy fue de 1,66 mm y para localidad-Florencia de 1,24 mm, nuevamente de mayor longitud los tricomas de localidad-Sibundoy. Obteniendo la primera variación de mayor longitud en tricomas en TL y PC para la localidad-Sibundoy. La desviación estándar (SD) para la localidad-Sibundoy TL 0,23 y PC 0,21, en la localidad-Florencia TL 0,33 y PC 0,32 exhibiendo datos más dispersos (Tabla 2 y 3).

Tabla 2.
Prueba t para una media por localidad (Sibundoy-Putumayo)

Localidad	CL	Variable	n	Media	SD	LI (95)	LS (95)	T	p(Bilateral)
Sibundoy	Verde	TL mm	23	1,68	0,23	1,58	1,78	35,37	<0,0001
Sibundoy	Verde	PC mm	23	1,67	0,21	1,58	1,76	38,34	<0,0001
Sibundoy	Verde	Individuo	23	12,00	6,78	9,07	14,93	8,49	<0,0001

Tabla 3.
Prueba t para una media por localidad (Florencia Caquetá)

Localidad	CL	Variable	n	Media	SD	LI (95)	LS (95)	T	p(Bilateral)
Florencia	Roja	TL mm	23	1,27	0,33	1,12	1,41	18,48	<0,0001
Florencia	Roja	PC mm	23	1,24	0,32	1,10	1,38	18,73	<0,0001
Florencia	Roja	Individuo	23	12,00	6,78	9,07	14,93	8,49	<0,0001

Los datos reportados por Espejo, (2017) sugieren que la SD es un estimador que permite determinar relación de la distribución normal que a su vez determinan la distribución de la media poblacional, enfocándose en la inferencia sobre poblaciones finitas. Así, estimando la media y varianza a partir de una o varias muestras obtenidas en los muestreos, identificando a la media como la medida de la posición central de los datos y la varianza como la dispersión de estos (Cervantes-Hernández, 2008). En este estudio se determinó que los datos que presentaron valores más altos en SD fue en localidad-Florencia TL 0,33 y PC 0,32 son los de mayor dispersión indicando una longitud menor en tricomas.

Análisis de componentes principales

La componente 1 capturó el 100% de variabilidad total, donde, TL y PC están directamente asociados a la localidad-Sibundoy y la componente 2 capturó 0,0% de la variabilidad total, es decir, la longitud de los tricomas en TL y PC en la localidad-Sibundoy es mayor. Respecto a, la coloración en TL y PC verde asociada a localidad-Sibundoy y roja a la localidad-Florencia (Fig. 2).

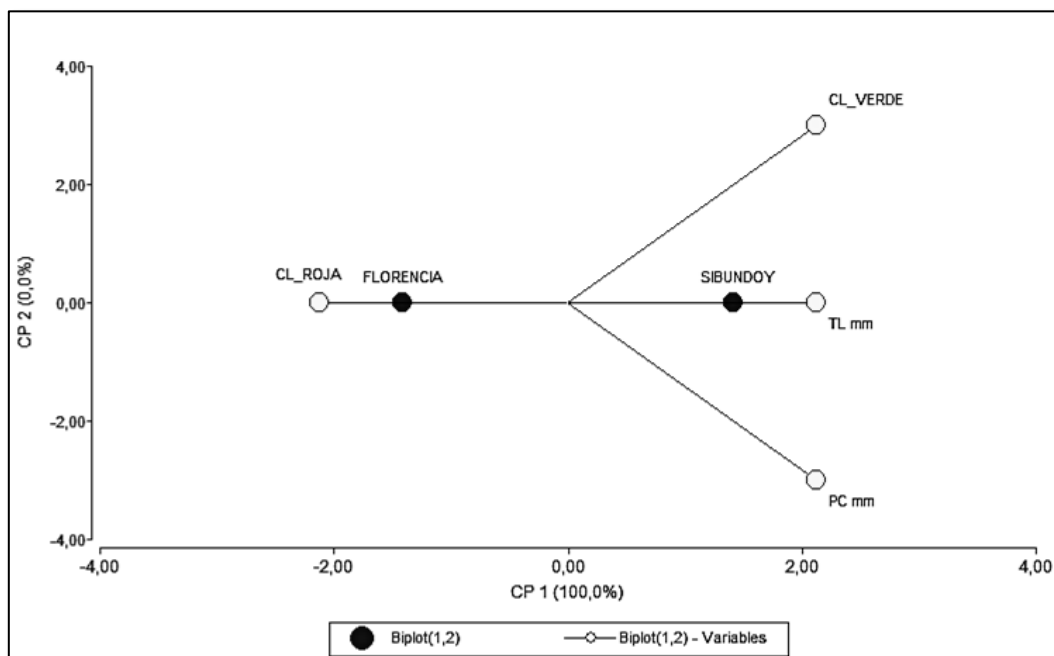


Figura 2. Análisis de componentes principales (ACP) de la asociación de las variables frente a las dos localidades del piedemonte Amazónico colombiano.

El análisis de componentes principales ubicó las variables TL y PC en la componente 1 correspondiente a la localidad-Sibundoy, que presentan un mayor valor en comparación con la componente 2, localidad-Florencia. Según Grané, (2002) este índice es la correlación de las variables frente a una zona de estudio o modelo biológico, que permiten ser representadas de forma gráfica en la agrupación de los individuos y sus variables en una dimensión reducida de dos componentes.

Gráfico de cajas

La relación de TL y PC respecto a la localidad logra evidenciar que las medias están mayormente asociadas a la localidad de Sibundoy-Putumayo, y las medias de localidad-Florencia se encuentran más dispersas. Lo anterior, corroborado por lo intervalos de confianza que muestran más dispersión de TL y PC en localidad-Florencia (Fig. 3).

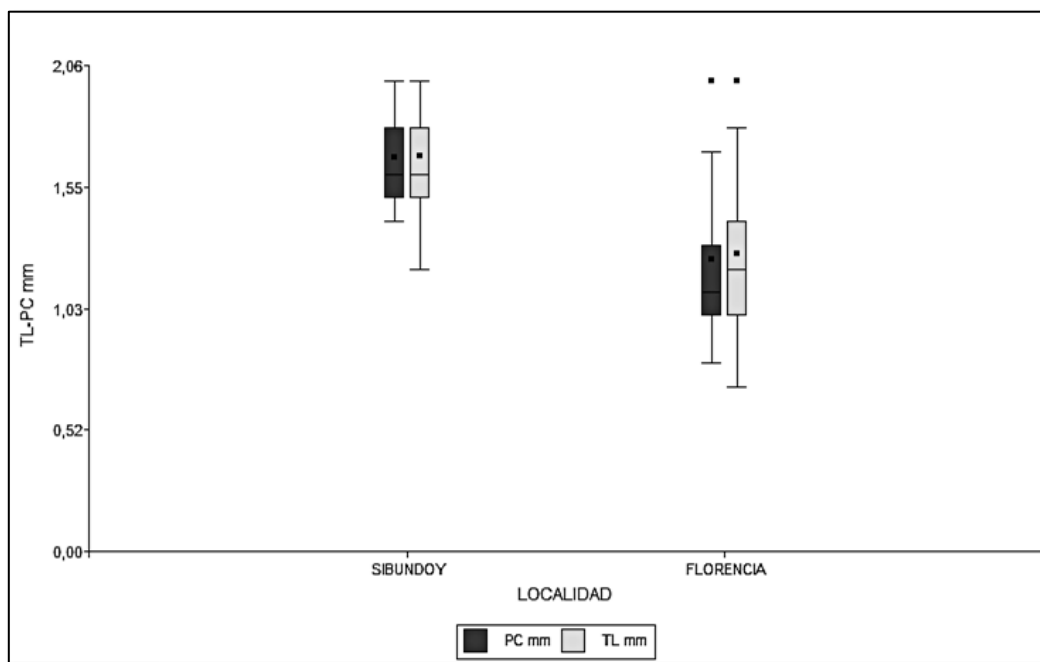


Figura 3. Gráfico de cajas de la relación de tallo (TL) y peciolo (PC) respecto a, las medias e intervalos de confianza de las dos localidades del piedemonte Amazónico colombiano.

A través de los intervalos de confianza, se puede determinar qué datos son los de mayor medida frente a la media, en contraste entre más dispersos se encuentren indican que poseen una media menor de las variables (Molina-Arias, 2013); como observó en este estudio, donde los tricomas en TL y PC en localidad-Florencia fueron los más dispersos.

Discusión

La incidencia de luz solar sobre los tejidos vegetales es un criterio fundamental para observar variaciones morfológicas, así, colocando a prueba la resistencia y adaptación de las plantas a un medio determinado (Reol, 2003). Coincidiendo con lo observado en tallo (TL) y peciolo (PC) de *Urtica dioca* respecto a la coloración de localidad-Florencia, lo que indica que a mayor captación de luz solar y temperatura (radiación adaptativa) resulta en la expresión de una coloración roja en los cuerpos vegetales, mediada por los pigmentos fotosintéticos.

Según Alvarado-Rondón, (2017) el gradiente altitudinal hace presión sobre la morfoanatomía foliar, ya que, al presentarse variaciones climáticas, fisiográficas y de tipo de suelo cambia el desarrollo fisiológico y morfológico de las plantas. En las dos localidades de estudio se observaron cambios morfométricos y diferencias en la coloración de tallo y peciolo que pueden ser atribuidos a la diferencia de altitud, temperatura y pH.

En este contexto, se comprende que las plantas a lo largo de su historia evolutiva han desarrollado adaptación al ambiente y herbívora (Granados-Sánchez et al., 2008). Un ejemplo de esto es *U. dioica*, que ha desarrollado un mecanismo de defensa al contacto mediante la emisión de secreciones a través de sus tricomas, los cuales pueden variar en longitud según las condiciones ambientales de cada localidad. Dado lo anterior, se sugiere que para próximos estudios botánico-evolutivos se incluyan experimentos como: (i). Identificación histológica de individuos de *U. dioica* en las localidades estudiadas, (ii). Incluir localidades distintas que estén dentro del piedemonte Amazónico colombiano usando la misma metodología.

Conclusiones

Teniendo en cuenta que la incidencia de luz solar y la altitud influyen en la diferenciación de la longitud de los tricomas y la coloración en *Urtica dioica*, es pertinente afirmar que existe un caso de adaptación.

La variación observada en la longitud de los tricomas y coloración de tallo y peciolo de *U. dioica* por efecto de luz solar y altitud en las dos localidades del piedemonte Amazónico podría tratarse de algún grado de diversificación dentro de la especie a causa de las mencionadas variables y la geografía de los suelos.

Los estimadores utilizados permitieron determinar diferencias morfométricas significativas entre las dos localidades del piedemonte Amazónico, reflejando la dispersión de los datos con relación al carácter estudio (tricomas).

Referencias bibliográficas

- Alvarado-Rondón, G. A. (2017). *Morfoanatomía foliar de siete especies de dicotiledóneas que crecen en un gradiente altitudinal en la ribera de la cuenca alta del río tocuyo, estado Lara-Venezuela. Maracay, Venezuela.* (Tesis para optar al título de Magíster Scientiarum en Botánica Agrícola), Universidad Central de Venezuela. http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/16580/1/T026800017176-0-FINAL_DEFENSA-000.pdf
- Andrade-Castañeda, H. J., Segura-Madrigal, M. A., Canal-Daza, D. S., Huertas-Gonzales, A., & Mosos-Torres, C. A. (2017). Composición florística y reservas de carbono en bosques ribereños en paisajes agropecuarios de la zona seca del Tolima, Colombia. *Rev. biol. trop.*, 65(4), 1245-1260. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v65n4/0034-7744-rbt-65-04-01245.pdf>
- Arguello-Najar, J. F., & Patiño-Rubiano, F. A. (2022). *Deforestación ambiental generada por la industria privada colombiana en la región amazónica.* Fundación Universitaria del Área Andina. <https://digitk.areandina.edu.co/handle/areandina/4878>
- Bourgeois, C., Leclerc, É. A., Corbin, C., Doussot, J., Serrano, V., Vanier, J. R., ... Hano, C. (2016). L'ortie (*Urtica dioica* L.), une source de produits antioxydants et phytochimiques anti-âge pour des applications en cosmétique. *Comptes Rendus Chimie*, 19(9), 1090–1100. <https://doi.org/10.1016/j.crci.2016.03.019>
- Capdevilla, D. A. G., Bermúdez, O. B., & Aguirre, M. A. (2023). Alternativas comunitarias a los procesos de deforestación en la Amazonía colombiana. Caso el Caraño, Caquetá. *Historia Ambiental Latinoamericana y Caribeña (HALAC) revista de la Solcha*, 13(1), 19-52. <https://doi.org/10.32991/2237-2717.2023v13i1.p19-52>
- Chávez, L., & González, L. M. (2009). Mecanismos moleculares involucrados en la tolerancia de las plantas a la salinidad. *ITEA*, 105(4), 231-256. https://www.aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/2009/105-4/ITEA_105-4.pdf#page=5
- Cervantes-Hernández, P. (2008). Media, varianza y desviación estándar. *Ciencia y Mar*, 12(34), 29-36. <https://biblat.unam.mx/hevila/Cienciaymar/2008/no34/3.pdf>
- Christenhusz, M. J., & Byng, J. W. (2016). The number of known plants species in the world and its annual increase. *Phytotaxa*, 261(3), 201-217. <https://phytotaxa.mapress.com/pt/article/view/phytotaxa.261.3.1>
- Condé, A., Chaves, M. M., & Gerós, H. (2011). Transporte de membrana, detección y señalización en la adaptación de las plantas al estrés ambiental. *Plant and Cell Physiology*, 52(9), 1583–1602. <https://doi.org/10.1093/pcp/pcr107>

- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2018). *Infostat versión 2018*. Córdoba, Argentina: Universidad Nacional de Córdoba. <https://www.infostat.com.ar/>
- Espejo, M. R. (2017). Estimación de la desviación estándar. *Estadística española*, 59(192), 37-44. <https://acortar.link/0PIrRK>
- Fu, H. Y., & Chen, S. J. (2003). Comparative study on the stinging trichomes and some related epidermal structures in the leaves of *Dendrocnide meyeniana*, *Girardinia diversifolia*, and *Urtica* {...}. *Taiwania*, 48(4), 213–223. <http://www.press.ntu.edu.tw/ejournal/Files/taiwan/200312/Huang-1.pdf>
- Granados-Sánchez, D., Ruíz-Puga, P., & Barrera-Escorcia, H. (2008). Ecología de la herbivoría. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 14(1), 51-63. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rcscfa/v14n1/v14n1a9.pdf>
- Grané, A. (2002). *Análisis de componentes principales*. Madrid: Universidad Carlos III, Departamento de Estadística, 30. https://halweb.uc3m.es/esp/personal/personas/agrane/ficheros_docencia/multivariant/slides_com_p_reducido.pdf
- Jaime-Bueno, R. (2013). *Diferenciación de hábitats en las aquilegias ibéricas: implicaciones en la radiación adaptativa del género*. (Tesis doctoral), Universidad de Jaén. <http://hdl.handle.net/10953/522>
- Jafari, Z., & Dehghan, M. (2011). Anatomical structure study of aerial organs in four populations of *Urtica dioica*. In *International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants IMAPS2010 and History of Mayan Ethnopharmacology IMAPS2011* 964 (pp. 33-38).
- Landínez-Torres, Á. Y. (2017). Uso y manejo del suelo en la amazonía colombiana. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 12(2), 151-163. <https://doi.org/10.21615/cesmvz.12.2.6>
- Llorente-Bousquets, J., & Morrone, J. J. (Eds.). (2003). *Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones*. Unam. ISBN: 968-36-9463-2
- Molina-Arias, M. (2013). El significado de los intervalos de confianza. *Pediatría Atención Primaria*, 15(57), 91-94. https://scielo.isciii.es/pdf/pap/v15n57/lectura_critica.pdf
- Monarca, C. R. (2017). Estrategias de reterritorialización en la poesía amazónica contemporánea. *Taller de letras*, (60), 19-37. <https://doi.org/10.7764/tl6019-37>
- Mueen-Ahmed, K.K., & Parsuraman, S. (2014). *Urtica dioica* L., (Urticaceae): A stinging nettle. *Systematic Reviews in Pharmacy*, 5(1), 6-8. <https://acortar.link/AnRgEx>
- Munns, R., & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 59(1), 651-681. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911>
- Prieto, A., & Arias, J. C. (2007). *Diversidad biológica del sur de la Amazonía colombiana. Diversidad biológica y cultural del sur de la Amazonía colombiana–Diagnóstico*. Corpoamazonía, Instituto Humboldt, Instituto Sinchi, UAESPNN. Bogotá, Colombia, 73-197. <https://acortar.link/B6MIRd>
- Qayyum, R., Qamar, H. M. ud D., Khan, S., Salma, U., Khan, T., & Shah, A. J. (2016). Mechanisms underlying the antihypertensive properties of *Urtica dioica*. *Journal of Translational Medicine*, 14(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s12967-016-1017-3>
- Reol, E. M. (2003). Los pigmentos fotosintéticos, algo más que la captación de luz para la fotosíntesis. *Ecosistemas*, 12(1). <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/250/246>
- Restrepo-Galvis, M. Á. (2022). Apoyo al análisis de la deforestación tras la firma de los acuerdos de paz en la amazonia baja del departamento del Putumayo, utilizando la metodología MapBiomass. (Trabajo de grado), Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. <https://acortar.link/FvNBWT>
- Sarmiento, V. (2018). *Estructura, composición florística y diversidad funcional del bosque seco tropical (Bs-T) de Cúcuta, Colombia*. (Trabajo de Grado Pregrado), Repositorio Hulago Universidad de Pamplona <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/809>
- Simpson, M. G. (2010). *Plant Systematics*. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-02260-0>
- Soler, M. (2012). *Evolución La base de la Biología*. In © Proyecto Sur de Ediciones, S.L. https://www.academia.edu/3630366/_2002_book_Evolución_La_base_de_la_Biología
- Tirado-Díaz, S. (2018). *Desarrollo de un análisis comparativo de la diversidad funcional de plantas en gradientes altitudinales de zonas de páramo de la cordillera oriental colombiana*. Uniandes. <http://hdl.handle.net/1992/35037>

- Torres, Á. Y. L. (2013). Uso y manejo del recurso forestal en la Amazonía colombiana: es biológicas particularidad. *Cultura Científica*, (11), 40-50. https://jdc-ojs.vobomkt.com/index.php/Cult_cient/article/view/170
- Whittaker, R. J., & Fernández-Palacios, J. M. (2007). *Biogeography: An Ecological and Evolutionary Approach.* *The Ecological and Evolutionary Implications of Biogeography.* Wiley-Blackwell. <https://acortar.link/dmSd2t>
- Xiao, K., Mao, X., Lin, Y., Xu, H., Zhu, Y., Cai, Q., ... & Zhang, J. (2017). Trichome, a functional diversity phenotype in plant. *Mol Biol*, 6(1), 183. <https://pdfs.semanticscholar.org/32f7/34fff7222e287573c35ad956d628ebd47513.pdf>
- Xu, Z., Deng, M., Xu, Z., & Deng, M. (2017). Urticaceae. *Identification and Control of Common Weeds: Volume 2*, 125-161. Springer. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-024-1157-7_21



DOI: <https://doi.org/10.34069/RA/2024.14.06>

Volumen 7, Número 14/julio-diciembre 2024

Rico-Carrillo, R.E., Cardona-Castaño, J.C., Rosas Acevedo, A.Y., Montoya-Esquivel, A., & Cruz-Campuzano, E.A. (2024). Gestión participativa y conocimiento local de los hongos silvestres, comunidad de San Pedro Tlalcuapan, Tlaxcala- México. *Revista Científica Del Amazonas*, 7(14), 74-85. <https://doi.org/10.34069/RA/2024.14.06>

Gestión participativa y conocimiento local de los hongos silvestres, comunidad de San Pedro Tlalcuapan, Tlaxcala- México

Participatory management and local knowledge of wild mushrooms, community of San Pedro Tlalcuapan, Tlaxcala, Mexico

Recibido: 12 de noviembre de 2024

Aceptado: 15 de diciembre de 2024

Autores:

Roberto Emiliano Rico-Carrillo¹
Juan Camilo Cardona-Castaño²
Ana Yolanda Rosas Acevedo³
Adriana Montoya-Esquivel⁴
Ezequiel Alberto Cruz-Campuzano⁵

Resumen

Antecedentes: los hongos silvestres son un recurso alimentario importante para muchas comunidades rurales. Objetivo: explorar el conocimiento local sobre los hongos silvestres desde la gestión participativa para la seguridad alimentaria de la comunidad de San Pedro Tlalcuapan (Tlaxcala- México). Metodología: investigación cualitativa-participativa, que incluyó un diálogo de saberes sobre los conocimientos etnomicológicos y un taller participativo. El análisis de la información se realizó mediante el contenido de los diarios de campo y la experiencia con los participantes. Resultados: los participantes mostraron un profundo conocimiento sobre la relación entre los hongos silvestres, el bosque y la alimentación. La comunidad de San Pedro Tlalcuapan reconoce el aprovechamiento, uso y conservación de los hongos como una estrategia de subsistencia. Los participantes consideraron que los hongos pueden ser una alternativa local para enfrentar los problemas de inseguridad alimentaria derivados del cambio climático. Conclusiones: existe un conocimiento local que ha permitido la conservación de los hongos y el bosque, lo que ha contribuido a la seguridad alimentaria del área de estudio. Los participantes reconocieron la importancia de darle un valor no solo económico, también cultural y territorial a los hongos silvestres.

Palabras clave: aprovechamiento de hongos, etnomicología, saberes locales, seguridad alimentaria.

Abstract

Background: wild mushrooms are an important food resource for many rural communities. Objective: to explore the local knowledge about wild mushrooms from the participatory management for the food security of the community of San Pedro Tlalcuapan (Tlaxcala-Mexico). Methodology: qualitative-participatory research, which included a dialogue of knowledge on ethnomycological knowledge and a participatory workshop. The analysis of the information was carried out through the content of the field

¹ Maestrante en Ciencias, Gestión Sustentable del Turismo (Universidad Autónoma de Guerrero), Acapulco-México. <https://orcid.org/0000-0001-7268-1982> - Email: robertoemilianoricocarrillo@gmail.com

² Doctorando en Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro), Acapulco-México. <https://orcid.org/0000-0002-9631-9870> - Email: 21250487@uagro.mx

³ Profesora-Investigadora, Universidad Autónoma de Guerrero, Acapulco-México. <https://orcid.org/0000-0002-6253-8055> - Email: anayolanda7@hotmail.com

⁴ Profesora-Investigadora Universidad Autónoma de Tlaxcala, Tlaxcala, México. <https://orcid.org/0000-0002-6531-3521> - Email: ametnomicol@hotmail.com

⁵ Mestrante en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México-México. <https://orcid.org/0000-0003-3663-2643> - Email: ezequiel.cruz@st.ib.unam.mx



diaries and the experience with the participants. Results: the participants showed a deep knowledge about the relationship between wild mushrooms, the forest and food. The community of San Pedro Tlalcuapan recognizes the exploitation, use and conservation of mushrooms as a survival strategy. The participants considered that mushrooms can be a local alternative to face the problems of food insecurity derived from climate change. Conclusions: there is a local knowledge that has allowed the conservation of mushrooms and the forest, which has contributed to the food security of the study area. The participants recognized the importance of giving a value not only economic, but also cultural and territorial to wild mushrooms.

Keywords: mushroom use, ethnomycology, local knowledge, food safety.

Introducción

En la actualidad, la seguridad alimentaria se ha convertido en un concepto crucial que forma parte de los desafíos que debemos abordar en la actual crisis global ambiental (Carmona et al., 2022). Esto representa un reto significativo a nivel de naciones, regiones e incluso comunidades locales, quienes se ven obligados a diseñar estrategias para reducir la pérdida de recursos alimentarios (Ramírez-Juárez, 2022). Esta situación se ha vuelto un punto crítico y de cambio en los procesos de participación comunitaria, gestión de la alimentación y producción de alimentos saludables y adaptados al cambio climático.

Investigaciones recientes han abordado el tema de la seguridad alimentaria desde una perspectiva local, donde las comunidades han desarrollado estrategias para combatir la inseguridad alimentaria (Flores-Villamil et al., 2018; Rico Carrillo et al., 2021). Lo que han descubierto es que los hongos silvestres se presentan como una solución tanto para el aprovechamiento como para la conservación, satisfaciendo las necesidades de aquellas comunidades que padecen de escasez de alimentos (Ramírez-Terrazo et al., 2021). Estos estudios han revelado que la producción y uso de hongos silvestres ha promovido una mayor interacción con el entorno natural, al mismo tiempo que han contribuido a enfrentar la crisis de falta de alimentos saludables a nivel comunitario (Montoya et al., 2019). Esta investigación aporta un valioso intercambio de conocimientos y saberes locales, lo que la diferencia de otras investigaciones en el campo.

La relevancia de esta investigación radica en que la comunidad de San Pedro Tlalcuapan enfrenta desafíos sustanciales debido al cambio climático que pone en peligro tanto su seguridad alimentaria como su cohesión social y la interacción con el bosque que provee de hongos a la comunidad. La recolección de hongos se ha convertido en una estrategia fundamental para hacer frente a estos desafíos y fortalecer la conexión entre la comunidad y su entorno natural, basándose en conocimientos locales acerca de los hongos. Esto se demostró, por el uso gastronómico que otorgan a los siguientes hongos: Amarillo o Huevito (*Amanita basii*), Champiñón (*Agaricus bisporus*), Chilnanzi naranja (*Hypomyces lactifluorum*), Chipotle (*Morchella snyderi*) y Tecax azul (*Lactarius indigo*).

Estos hongos silvestres no solo desempeñan un papel vital en los ecosistemas locales debido a las asociaciones que forman con los árboles, también representan una estrategia esencial para abordar la seguridad alimentaria y fortalecer los lazos comunitarios en momentos de crisis alimentaria. La comunidad ha demostrado un profundo conocimiento local de los hongos, transmitido de generación en generación, y lo ha integrado en su identidad y cultura. Esta conexión entre seguridad alimentaria, conservación de recursos naturales y sabiduría local proporciona una valiosa lección sobre la manera de enfrentar los desafíos alimentarios actuales de manera sostenible y resiliente, destacando la importancia de la colaboración intergeneracional y la preservación de tradiciones arraigadas en el territorio.

Por lo tanto, el objetivo principal de esta investigación es explorar el conocimiento local sobre los hongos silvestres desde la gestión participativa de la comunidad de San Pedro Tlalcuapan, Tlaxcala, México.

Revisión de literatura

Hablar del conocimiento local para la seguridad alimentaria nos remite a los complejos procesos agroecológicos que las comunidades desarrollan de manera orgánica y participativa (Schunko et al., 2022). Estos procesos no solo son una cuestión de subsistencia, sino una interacción consciente con el entorno, territorio y con los recursos naturales (Bello-Cervantes, Camal-Camal et al., 2019). En este contexto, esta investigación aborda la exploración de valiosas herramientas participativas que las

comunidades pueden emplear en respuesta a la actual crisis alimentaria que afecta a distintas regiones del mundo (Piira et al., 2021).

Es relevante la manera en que las respuestas locales a través de la gestión participativa, contribuye soluciones efectivas frente a los problemas de la seguridad alimentaria, dando lugar a acciones concretas basadas en la experiencia acumulada y el conocimiento arraigado en las poblaciones locales para realizar un uso y aprovechamiento de forma sustentable (Pale & Guzmán, 2021). Este conocimiento, lejos de ser subestimado o reducido a fines científicos, representa una comprensión integral y holística entre el hombre y la naturaleza. Surge de un pensamiento colectivo que, a su vez, facilita la resolución de problemas y la mitigación de fenómenos que afectan el entorno socioambiental global (Chaudhury et al., 2021).

La seguridad alimentaria se desarrolla en un marco participativo, perfectamente alineado con las perspectivas y percepciones de las localidades y comunidades que se comprometen a buscar alimentos saludables y adaptarse a la actual crisis ambiental (Luque Zúñiga et al., 2021). Es fundamental entender que los procesos de seguridad alimentaria son vitales, en vista del desafío global del cambio climático. En este contexto, debemos adoptar una postura proactiva y fortalecer la relación con el entorno natural, protegiendo simultáneamente todos los recursos que podrían alimentar a las generaciones presentes y futuras; a través de una transmisión de conocimiento local y de formas participativas que permitan el diálogo de saberes (López-García et al., 2020).

El conocimiento local caracterizado por la utilización de prácticas sostenibles y la utilización óptima de los recursos naturales, podría ofrecer una solución a nivel micro para el problema mundial de la seguridad alimentaria (Ramírez-Terrazo et al., 2021). En algunas regiones, la falta de planificación del territorio, la explotación indiscriminada de recursos y la ausencia de conservación de ecosistemas estratégicos contribuido a la escasez de alimentos. La seguridad alimentaria promueve la preservación de recursos naturales que pueden servir como alimento, al tiempo que fomenta una relación sensata con el sistema de subsistencia (territorio, alimento, aprovechamiento de los recursos naturales y económica local) permitiéndole recuperarse y mantenerse a lo largo del tiempo. Esta perspectiva busca establecer una comunión equilibrada entre el uso, el consumo y el aprovechamiento de los recursos naturales (hongos) (Ruan-Soto et al., 2021).

Conceptos

Esta revisión aborda los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en particular el objetivo 2, que se enfoca en lograr Hambre Cero, y el ODS número 13, centrado en la Acción por el Clima. No consideraremos estos objetivos de manera abstracta o meramente teórica, sino que los mencionamos como instrumentos concretos que pueden integrarse en el ámbito de este estudio. Partiendo de esta premisa, se explorará la relación entre los ODS 2 y 13, y la manera en que éstos pueden convertirse en herramientas que aporten claridad al trabajo colectivo, la gestión participativa y la participación de los actores interesados.

El ODS 2 plantea la necesidad de que las comunidades y los Estados desarrollen estrategias concretas y medibles para garantizar la seguridad alimentaria y reducir la incidencia del hambre a nivel nacional (Izquierdo, 2020). Esta perspectiva se vincula estrechamente con la seguridad alimentaria, que busca involucrar a las comunidades en la planificación y ejecución de acciones destinadas a producir sus propios alimentos, especialmente en contextos de escasos recursos (Carrera, 2010). Esto no solo pretende mitigar el hambre, sino evitar que se convierta en un problema de salud pública.

Por otro lado, el ODS 13 aboga por la colaboración y la acción comunitaria en la lucha contra la crisis climática. Las comunidades tienen el potencial de unirse y cohesionarse para diseñar estrategias que contribuyan a la conservación de los ecosistemas, cuerpos de agua, fauna y flora, y, en última instancia, a la reducción del aumento de la temperatura global (Bergquist et al., 2020). Ambos objetivos están interrelacionados, ya que los bosques donde crecen los hongos silvestres son esenciales no solo como fuente de alimento en las comunidades rurales, también como proveedores de oxígeno y prestadores de valiosos servicios ecosistémicos. Así, el cuidado de estos bosques se convierte en una medida de mitigación del cambio climático que encaja perfectamente en el marco del ODS 13 (Delina et al., 2014).

Metodología

Contexto del estudio: esta investigación se centró en la comunidad de San Pedro Tlalcuapan, ubicada en el Municipio de Chiautempan, Tlaxcala, México. Esta comunidad se encuentra en las laderas del volcán y Parque Nacional La Malinche. Se seleccionó esta comunidad debido a su rico patrimonio cultural relacionado con el uso, consumo, aprovechamiento y conservación de hongos silvestres en contextos culinarios, rituales, místicos y culturales en general. Esta elección también se fundamenta en el sólido respaldo académico de la doctora Adriana Montoya Esquivel, quien ha dedicado más de dos décadas al estudio de la conservación de los hongos y las complejas interacciones etnomicológicas con las comunidades cercanas al volcán La Malinche (Montoya et al., 2012; Alonso-Aguilar et al., 2014; Bello-Cervantes et al., 2019; Montoya et al., 2019). Su trabajo previo ha servido como base para esta investigación, que busca llenar un vacío existente en la comprensión de la relación entre las comunidades locales, la participación y los hongos, especialmente desde una perspectiva de la seguridad alimentaria.

Tipo de estudio: este estudio adopta un enfoque cualitativo, participativo y con una aproximación exploratoria. La participación de la comunidad desempeñó un papel crucial en la obtención de conocimientos locales que permitió comprender la importancia de la seguridad alimentaria. Los estudios participativos facilitan un diálogo de saberes y la construcción conjunta de conocimiento (Cardona Castaño et al., 2021). Además, se caracteriza como exploratorio debido a que se adentró en una categoría de análisis “gestión participativa y el conocimiento local” previamente no explorada en la localidad, ya que los estudios relacionados con los hongos silvestres se han centrado principalmente en aspectos ecológicos, económicos y taxonómicos.

Acceso y despedida de la localidad: antes de iniciar el proceso de participación y diálogo de saberes, se realizó un reconocimiento inicial de la comunidad. Dado que ya existían alianzas y conocimientos previos gracias a investigaciones anteriores, la entrada a la comunidad fue fluida, pero así requirió alrededor de veinte días para adaptarse al entorno, establecer comunicación efectiva y sumergirse en la gastronomía y aspectos etnomicológicos locales. En cuanto a la salida, se planificó con quince días de anticipación para garantizar una despedida respetuosa y no abrupta. Se llevaron a cabo tres reuniones en las que se notificó a la comunidad sobre nuestra partida próxima.

Diálogo de saberes: se llevaron a cabo aproximadamente diez charlas, programadas con los habitantes locales para explorar su conocimiento sobre los hongos y la manera en la que éstos podrían contribuir a afrontar una crisis alimentaria a través del conocimiento local y las diversas formas de participación que pueden gestionar un escenario de crisis. Estas conversaciones condujeron a la necesidad de continuar el diálogo y llevarlo a un nivel participativo, con el objetivo de comprender mejor la gestión participativa para futuras intervenciones.

Participación comunitaria: se llevaron a cabo dos talleres en los que participaron alrededor de 100 personas. Durante estos talleres, los participantes compartieron sus experiencias sobre el proceso de recolección, selección de hongos en el bosque y usos, además de entender la manera en que esta interacción les ha permitido subsistir. La participación comunitaria arrojó información valiosa sobre la forma en que perciben la crisis ambiental y se gestiona la relación con la seguridad alimentaria.

Análisis de datos: el análisis de la información se realizó mediante la transcripción de las experiencias de la participación comunitaria y los diálogos. Se llevaron a cabo análisis de contenido a partir de los diarios de campo y se examinaron en conjunto a través del análisis del discurso. Este proceso permitió obtener una comprensión más profunda de los conocimientos y percepciones de la comunidad con respecto a los hongos y las formas diferentes formas en que se gestiona la participación para relacionarlo con la seguridad alimentaria.

Resultados y discusión

El problema de la seguridad alimentaria y la relación con el ODS 13

Durante las conversaciones con los miembros de la comunidad de San Pedro Tlalcuapan, se hizo evidente que están experimentando un cambio profundo en su territorio. Los desafíos derivados del cambio climático, como sequías extremas y lluvias destructivas, han tenido un impacto significativo en sus

cosechas, y esta problemática va más allá de lo meramente ambiental, ya que la comunidad percibe estos cambios climáticos como una amenaza directa para su tejido social y su vida en comunidad, elevándolo a un problema socioambiental con el que, en las últimas décadas interactúan y se adaptan.

Estos participantes señalaron que los hongos silvestres comestibles como los siguientes: Amarillo o huevito (*Amanita basii*), Champiñón (*Agaricus bisporus*), Chilnanzí naranja (*Hypomyces lactifluorum*), Chipotle (*Morchella snyderi*) y Tecax azul (*Lactarius indigo*), se han visto gravemente afectados por los embates climáticos, llegando al punto de poner en riesgo la seguridad alimentaria de San Pedro Tlalcuapan (Figura 1). La incertidumbre en torno a las cosechas ha generado preocupación y ansiedad entre los habitantes, lo que ha motivado a la comunidad a buscar soluciones creativas y resilientes a través de participación y la oralidad a sus infantes explicando la importancia cuidar y unirse para conservar los hongos silvestres.



Figura 1. Honguera de San Pedro Tlalcuapan sosteniendo un hongo Chilnanzí (*Hypomyces lactifluorum*).

Fuente: Adriana Montoya Esquivel (autoría propia.)

En respuesta a estos desafíos, la comunidad ha demostrado una notable resiliencia al combinar la agricultura con la recolección de hongos silvestres, una estrategia que ha ayudado a mitigar la crisis alimentaria causada por los factores climáticos. Esta táctica ha promovido la participación comunitaria y la gestión de mecanismos a través de la comunicación al interior de la comunidad, donde los recolectores cuentan que tanta diversidad de hongos han visto; sumado el trabajo colaborativo en la utilización, aprovechamiento y conservación de los recursos micológicos locales. Además, ha fortalecido los lazos entre las generaciones, ya que los conocimientos sobre la identificación y recolección de hongos se han transmitido de padres a hijos.

Los hongos, por lo tanto, no solo desempeñan un papel vital en los ecosistemas forestales de las laderas del Parque Nacional La Malinche debido a sus funciones biológicas, también forman parte de la respuesta humana a los desafíos de la seguridad alimentaria y los nexos de integración comunitaria y a las nuevas formas de vinculación entre el bosque y su aprovechamiento por parte de las comunidades que dependen de su subsistencia.

Los participantes subrayaron que la recolección de hongos en esta área es una necesidad básica para asegurar su alimentación y supervivencia, en donde toda la comunidad participa. Destacaron cómo esta práctica comunitaria ha fortalecido su conexión con el entorno natural y promovido procesos autogestivos

de alimentación con los recursos ofrecidos por su territorio. En este contexto, ven el consumo y la extracción de hongos como una estrategia de seguridad alimentaria que ha sido desarrollada durante décadas por las comunidades cercanas al Parque Nacional La Malinche, especialmente la comunidad de San Pedro Tlalcuapan. Esta relación con la naturaleza y el aprovechamiento de los recursos naturales locales son esenciales para la supervivencia y el bienestar continuo de esta comunidad resiliente.

En última instancia, San Pedro Tlalcuapan nos brindó un ejemplo elocuente de cómo las comunidades pueden afrontar desafíos críticos y amenazas ambientales con resiliencia, sabiduría local y una profunda conexión con su entorno natural. La combinación de la agricultura tradicional y la recolección de hongos ha permitido no solo mantener la seguridad alimentaria, también fortalecer la cohesión comunitaria y formas de gestión. Este enfoque holístico, arraigado en décadas de práctica y tradición, es una lección valiosa sobre cómo enfrentar los retos del siglo XXI de manera sostenible y resiliente, recordándonos que la naturaleza y la comunidad están intrínsecamente entrelazadas en la búsqueda de escenarios de gestión donde las comunidades aporten y sobre todo fortalezcan la seguridad alimentaria.

La relación con el ODS 2

Dada la rica tradición de conocimientos locales en la comunidad de San Pedro Tlalcuapan, ha generado un entorno propicio para la conservación de los recursos naturales, que se presenta como un factor crucial para garantizar la alimentación local, la gestión participativa para transmitir el conocimiento etnomicológico y el trabajo colectivo. Sin embargo, enfrentamos retos significativos en el camino hacia la seguridad alimentaria, y uno de los más destacados es la necesidad de involucrar activamente a las comunidades locales. Afortunadamente, en la actualidad, diversas propuestas contemplan la posibilidad de abordar los problemas sociales, ambientales y económicos a través de la sabiduría local. Esto implica alinear los objetivos de la comunidad con un enfoque de seguridad alimentaria que reconozca el valor del conocimiento transmitido a lo largo del tiempo.

Este conocimiento local puede ser una poderosa herramienta para mejorar las condiciones de vida de las personas en la comunidad, especialmente si se considera el uso y aprovechamiento de las especies de hongos que pueden formar parte de una dieta básica. En este contexto, la seguridad alimentaria se convierte en una oportunidad para integrar y ampliar el conocimiento local, así como para promover la conservación de especies que aún no se han explorado a fondo. Además, la calidad y producción continua de alimentos está estrechamente vinculada con las formas de aprovechamiento de los recursos naturales, lo que a su vez contribuye a preservar el patrimonio etnomicológico de San Pedro Tlalcuapan.

Esta perspectiva de seguridad alimentaria desde el contexto local fomenta una integración sostenible del aprovechamiento de los recursos del bosque y fortalece la conexión entre la comunidad y sus propios recursos. Hay que destacar, que los saberes arraigados en la comunidad no deberían de estar sujetos a intereses empresariales o influencias políticas externas. En esencia, esta visión del conocimiento local reconoce la relación profunda entre el entorno natural y la comunidad, con los hongos desempeñando un papel fundamental en la alimentación y la conservación, una tradición que ha perdurado en San Pedro Tlalcuapan durante décadas.

En este contexto, es esencial fomentar la colaboración intergeneracional en San Pedro Tlalcuapan para preservar y enriquecer el conocimiento local sobre hongos y recursos naturales. Esto podría lograrse a través de programas educativos que promuevan la transmisión de saberes tradicionales a las generaciones más jóvenes. Además, se podría considerar el establecimiento de políticas de conservación que protejan los hábitats de los hongos y promuevan prácticas sostenibles de recolección. Esto garantizaría la disponibilidad continua de estos recursos en el futuro para la seguridad alimentaria, además de asegurar la posesión respetuosa del territorio.

Conocimiento local

La participación comunitaria comenzó con la colaboración de algunos residentes del área de estudio. Durante el taller participativo, se logró una asistencia de sesenta personas, quienes compartieron sus conocimientos locales y destacaron la importancia de conservar y seguir utilizando los hongos silvestres. Estos hongos tienen múltiples usos, que incluyen beneficios para la salud, aspectos alimentarios y una dimensión cosmológica.

En el taller, la comunidad también compartió información sobre la posibilidad de crear una ruta turística en la que los visitantes puedan disfrutar de una experiencia gastronómica basada en la preparación de hongos silvestres por parte de los habitantes locales. Además, se destacó la necesidad de establecer una base sólida para la participación de la comunidad, que conduzca a una mejor organización y gestión del territorio. Esto es especialmente importante debido a la abundancia de hongos comestibles y otras especies en la región, lo que podría ser una estrategia crucial para abordar los problemas de seguridad alimentaria que afectan a las regiones en la actualidad.

Durante el desarrollo del taller, nos sorprendió descubrir que la comunidad tiene un profundo conocimiento de los hongos, también una fuerte conexión con los aspectos culinarios que forman parte de su identidad y gastronomía. Los participantes expresaron nuevamente que San Pedro Tlalcuapan enfrenta problemas de seguridad alimentaria y que los hongos han desempeñado un papel significativo en la mitigación de esta situación. En otras palabras, los hongos se han convertido en una solución importante para abordar los desafíos de seguridad alimentaria en la comunidad.

Además, identificamos que la comunidad mantiene una estrecha relación con el bosque, ya que éste desempeña un papel fundamental en la obtención de hongos. Los participantes tienen un profundo conocimiento de los ciclos biológicos de los hongos, así como de los lugares y las condiciones adecuadas para recolectarlos en diferentes épocas del año. Esto demuestra que el conocimiento sobre el uso y aprovechamiento de los hongos tiene una gran relevancia en el contexto sociocultural de la comunidad, y se ha entrelazado con su herencia ancestral. Esta relación entre los recursos naturales y los conocimientos locales es esencial para garantizar alimentos naturales y saludables en la comunidad.

Dentro del contexto de la comunidad, también se identificó un interés genuino en la preservación del medio ambiente y la promoción de prácticas sostenibles. Durante el taller participativo, se mencionó que la recolección de hongos silvestres se realiza de manera responsable, con el cuidado de no agotar los recursos naturales y usualmente en familia, lo que demuestra que puede existir una transmisión del conocimiento. Además, la comunidad expresó su preocupación por la conservación de los bosques, que son fundamentales tanto para la obtención de hongos como para el equilibrio ecológico de la región.

Esta conexión entre la seguridad alimentaria, la valoración de los recursos naturales y la sustentabilidad se convierte en un aspecto fundamental en la visión de futuro de la comunidad. El conocimiento local de los recursos naturales no solo puede contribuir a la alimentación de la población, también a la conservación de un ecosistema que es vital para su identidad y calidad de vida. La comunidad está dispuesta a explorar enfoques innovadores que combinen la preservación del entorno natural con la promoción de una gastronomía basada en los hongos silvestres, lo que podría no solo mejorar la calidad de la dieta, sino fortalecer su resiliencia frente a los desafíos ambientales y económicos que enfrentan.

Perspectiva del uso y aprovechamiento de los hongos

La comunidad de San Pedro Tlalcuapan muestra actualmente una perspectiva optimista con relación al uso y aprovechamiento de los hongos. Sin embargo, este potencial ha ido disminuyendo debido a los cambios ambientales en la zona. La sobreexplotación de la madera afecta a los hongos y también ha generado problemas ambientales y de obtención del recurso para la dieta.

A pesar de estos desafíos, los participantes expresaron su interés en continuar usando y aprovechando los hongos en su alimentación. Esto se debe a que los hongos representan una importante fuente de proteínas que a menudo no pueden costear mediante la compra de carne, debido a los altos precios. Además, esta perspectiva de aprovechamiento está vinculada a la interacción con las laderas volcánicas que conforman el Parque Nacional La Malinche (Figura 2).



Figura 2. Platillos a base de hongos silvestres preparados por las mujeres de San Pedro Tlalcuapan, Tlaxcala.

Fuente: Adriana Montoya Esquivel. (autoría propia.)

Los participantes también consideraron que el uso y aprovechamiento de los hongos forma parte de su identidad y es esencial en su vida diaria. Para ellos, comer hongos es un ritual que implica la inmersión en el bosque para buscarlos, recolectarlos y prepararlos en diversos platillos como guisados, sopas y caldos, o como complemento de otros alimentos y vegetales. Este hábito y forma de concebir el alimento es una manera de responder a lo que la naturaleza les ofrece.

Esta interacción con el recurso natural es una lección sobre cómo aprovecharlo, teniendo en cuenta no solo sus aspectos alimentarios, también su importancia en términos de identidad y experiencias individuales. Los participantes revelaron que la experiencia de comer hongos va más allá de una simple dieta, convirtiéndose en una vivencia cotidiana que enriquece sus vidas. Esto es lo que han adoptado como parte de su proceso de conservación de las costumbres locales y han debatido cómo gestionar la seguridad alimentaria basándose en lo que la naturaleza les proporciona.

En este contexto, es crucial destacar la manera en que las comunidades resuelven los problemas de seguridad alimentaria y gestionan estrategias de conservación, incluso ante la falta de apoyo de agentes externos o instituciones. En esta investigación, resultó evidente que la comunidad misma ha desarrollado el proceso de uso y aprovechamiento como una medida de conservación del recurso natural. Esto no solo contribuye a la protección de las tradiciones, también a un potencial económico local que es fundamental considerar. En otras palabras, estamos viendo cómo esta comunidad ha fusionado la alimentación, la conservación y la relación entre el ser humano y la naturaleza en una idiosincrasia que no puede separarse de su concepción del territorio, la alimentación y su identidad.

Entonces, la perspectiva de los participantes se enfoca en conservar sus tradiciones y costumbres, basando su alimentación en los recursos locales y el conocimiento sobre los hongos, aprovechando lo que el bosque y el territorio les ofrecen. También han experimentado la incorporación de los platillos a base de hongos como un medio para fortalecer la economía familiar, ya que se venden diversos platillos en festividades; se promociona el consumo de hongos mediante fiestas gastronómicas locales o estatales.

Discusión

Los estudios realizados con los habitantes Nahuas de San Isidro Buensuceso revelaron una estrecha relación entre esta comunidad y la preparación gastronómica basada en hongos (Ramírez-Terrazo et al., 2021). Varias localidades asentadas en las faldas del volcán la Malinche aprecian y utilizan los hongos de manera similar a San Pedro Tlalcuapan; sin embargo, el aprecio por especies que están disponibles en mayor abundancia, como *Hypomyces lactifluorum* e *H. macrosporus*, es distintivo de este sitio.

Estas localidades no solo consideran los hongos como simples alimentos, sino que los perciben como elementos que trascienden hacia una interrelación entre el bosque, la comunidad, la alimentación y la medicina tradicional, desempeñando un papel fundamental en la seguridad alimentaria (Montoya et al., 2019). Esta percepción también se observó en la presente investigación, donde los participantes destacaron la importancia de los hongos en su dieta y cómo se integran en actividades gastronómicas a nivel social y comunitario. Este hallazgo es significativo, ya que demuestra que la construcción del conocimiento y la utilización de los hongos han llevado a una aproximación efectiva para la alimentación de manera sostenible.

Por otro lado, la comunidad P'urhépecha de Comachuén, Nahuatzen, Michoacán, es otro claro ejemplo de cómo las comunidades que han perdido sus territorios ancestrales han mantenido la tradición de aprovechar los hongos silvestres (Servín Campuzano et al., 2018). Esto ha contribuido a la conservación de su patrimonio cultural, su cosmovisión y ha fortalecido los lazos comunitarios (Torres-Gómez et al., 2023). Además, estas comunidades han adoptado prácticas sustentables en la producción de alimentos, lo cual es un resultado similar al obtenido en nuestra investigación. Esto demuestra que el conocimiento local puede conducir a enfoques sostenibles en la conservación y el aseguramiento alimentario, lo que es esencial para comprender y aplicar en otros contextos de estudio.

Los estudios de los autores, Alonso-Aguilar et al. (2014); Bello-Cervantes et al. (2019); Reyes-López et al. (2020), han demostrado que la conservación de los recursos micológicos en la región de estudio es crucial, ya que forma parte integral de la identidad y la economía local. Además, fomenta la colaboración y el intercambio de experiencias significativas entre las comunidades para transmitir este conocimiento, lo que a su vez contribuye a la preservación de los ecosistemas. En esta investigación, se identificó que los participantes reconocen la existencia de un conocimiento intergeneracional que ha permitido el aprovechamiento, uso y conservación de los hongos, convirtiéndolos en parte esencial de la cultura de la comunidad, que se encuentra arraigada en el entorno del Parque Nacional La Malinche. Esto representa una forma de adaptación a las necesidades alimentarias locales.

Asimismo, este estudio, Montoya et al. (2012), se centra en el significado regional de los hongos como elementos clave para preservar los recursos naturales y promover la autonomía de las comunidades que dependen de estos recursos y aumentar la seguridad alimentaria. Asimismo, como en los resultados de Solís Lozano et al. (2022), estos se parecen dado que, indicaron que el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales por parte de las comunidades contribuye a su protección y conservación, lo cual es esencial para garantizar la existencia continua de estos recursos. La seguridad alimentaria deben ser responsabilidad de las comunidades, empoderándolas en el proceso y manteniendo un equilibrio entre los recursos naturales que proporcionan sustento y la comunidad misma.

Desde una perspectiva de la seguridad alimentaria, es esencial transmitir conocimientos a las generaciones futuras sobre cómo aprovechar los recursos naturales, especialmente en un momento en que el planeta enfrenta desafíos como la escasez de alimentos debido a sequías e inundaciones extremas (Rico Carrillo et al., 2021). Las comunidades han desarrollado estrategias para mantener este equilibrio alimentario y aprovechar los hongos como una herramienta para comprender cómo debe reservarse el conocimiento local en la comunidad de estudio. Estos hallazgos están respaldados por estudios anteriores que argumentan que la seguridad alimentaria es parte integral de un proceso de gobernanza que debe involucrar a diversos sectores.

Conclusiones

El objetivo de esta investigación se cumplió. Sin embargo, quedan brechas que sanar en cuanto al tema de la seguridad alimentaria, dado que la comunidad de estudio percibió que es un derecho humano

fundamental que se ve amenazado por los efectos del cambio climático y otros factores socioeconómicos. Sin embargo, existen comunidades que han sabido adaptarse a estas adversidades con creatividad y resiliencia, como la de San Pedro Tlalcuapan, que ha incorporado la recolección de hongos silvestres como una forma de complementar su agricultura y asegurar su alimentación.

Esta práctica no solo ha contribuido a mitigar la crisis alimentaria, también ha fortalecido el vínculo entre la comunidad y la naturaleza, así como la transmisión de conocimientos ancestrales entre generaciones. San Pedro Tlalcuapan nos muestra que es posible enfrentar los desafíos de la seguridad alimentaria con una visión holística e integradora, que reconoce el valor de los recursos naturales locales y la participación comunitaria. Esta es una lección de esperanza y sostenibilidad para el mundo actual, que necesita urgentemente soluciones innovadoras y resilientes para garantizar el derecho a una alimentación adecuada para todos.

La comunidad de San Pedro Tlalcuapan ha desarrollado un conocimiento local valioso sobre el uso y aprovechamiento de los hongos silvestres, que son un recurso natural clave para su seguridad alimentaria. Este conocimiento se basa en una relación respetuosa con el entorno natural, que se ha transmitido de generación en generación. La seguridad alimentaria implica reconocer y valorar este conocimiento, así como promover su integración con otras estrategias que mejoren las condiciones de vida de la comunidad. La seguridad alimentaria es, por tanto, un proceso participativo, holístico y dinámico, que requiere de la colaboración entre los actores locales y externos.

La comunidad de San Pedro Tlalcuapan ha sabido adaptarse a los problemas de seguridad alimentaria que enfrenta, aprovechando los recursos naturales que le ofrece su territorio. Los hongos silvestres son un alimento nutritivo, económico y cultural, que forma parte de la identidad y la tradición de esta comunidad. A través del uso y aprovechamiento de los hongos, la comunidad ha logrado no solo satisfacer sus necesidades alimentarias, también conservar su patrimonio etnomicológico y su vínculo con la naturaleza. Esta experiencia nos muestra cómo el conocimiento local puede ser una estrategia de la seguridad alimentaria y de la conservación ambiental, que requiere de respeto, participación y sostenibilidad.

Referentes Bibliográficas

- Alonso-Aguilar, L. E., Montoya, A., Kong, A., Estrada-Torres, A., & Garibay-Orijel, R. (2014). The cultural significance of wild mushrooms in San Mateo Huexoyucan, Tlaxcala, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 10(1), 27. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-10-27>
- Bello-Cervantes, E., Camal-Camal, L. G., Esquivel, A. M., Vázquez, R. I. T., & Blanco, J. C. (2019). Importancia cultural de los hongos silvestres útiles en San Pedro Tlalcuapan, Parque Nacional La Malinche, Tlaxcala. *Regiones y Desarrollo Sustentable*, 18(35), 35. <http://coltlax.edu.mx/openj/index.php/ReyDS/article/view/30>
- Bello-Cervantes, E., Correa-Metrio, A., Montoya, A., Trejo, I., & Blanco, J. C. (2019). Variation of ethnomycological knowledge in a community from Central Mexico. *Journal of Fungal Diversity*, 1(1), 6-26.
- Bergquist, P., Mildenerger, M., & Stokes, L. C. (2020). Combining climate, economic, and social policy builds public support for climate action in the US. *Environmental Research Letters*, 15(5), 054019. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab81c1>
- Cardona Castaño, J. C. C., Cubides Suárez, F., & Lamprea Zona, M. (2021). Aproximaciones al Concepto de Ambiente: Percepciones de Adolescentes. *Revista Guatemalteca de Educación Superior*, 4(1), 32-42. <https://doi.org/10.46954/revistages.v4i1.52>
- Carmona, R., Biskupovic, C., Ibarra, J. T., Carmona, R., Biskupovic, C., & Ibarra, J. T. (2022). Respuestas locales para una crisis global: Pueblos indígenas, sociedad civil y transdisciplina para enfrentar el cambio climático. *Antropologías del sur*, 9(17), 81-101. <https://doi.org/10.25074/rantros.v9i17.2315>
- Carrera, D. M. (2010). Importancia de la producción de hongos comestibles, funcionales y medicinales en la alimentación y el desarrollo nacional. *Agro Productividad*, 3(3). <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/587>
- Chaudhury, G., Basumatari, M., Darji, C. B., Ahmed, A. F., Borah, D., Sah, R. K., Devi, A., Hazarika, N., & Dutta, G. (2021). Economic significance of wild bioresources to rural

- communities in the Eastern Himalayan state of Assam, Northeast India. *Trees, Forests and People*, 5, 100102. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2021.100102>
- Delina, L. L., Diesendorf, M., & Merson, J. (2014). Strengthening the climate action movement: Strategies from histories. *Carbon Management*, 5(4), 397-409. <https://doi.org/10.1080/17583004.2015.1005396>
- Flores-Villamil, M. Á., Méndez-Gallegos, S. J., García-Herrera, E., Amante-Orozco, A., Gómez-González, A., Cabral-Arellano, F. J., & Vasco-Leal, J. F. (2018). Plantas silvestres del centro-norte de México con potencial para la producción de aceite. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(7), 1363-1376. <https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/1672>
- Izquierdo, M. R. C. (2020). Cómo avanzar en el logro del ODS 2 “Erradicación del hambre y poner fin a la malnutrición”. *Revista Mexicana de Política Exterior*, 118.
- López-García, A., Pérez-Moreno, J., Jiménez-Ruiz, M., Ojeda-Trejo, E., Delgadillo-Martínez, J., Hernández-Santiago, F., López-García, A., Pérez-Moreno, J., Jiménez-Ruiz, M., Ojeda-Trejo, E., Delgadillo-Martínez, J., & Hernández-Santiago, F. (2020). Conocimiento tradicional de hongos de importancia biocultural en siete comunidades de la región chinanteca del estado de Oaxaca, México. *Scientia fungorum*, 50, e1280. <https://doi.org/10.33885/sf.2020.50.1280>
- Luque Zúñiga, B. G., Moreno Salazar Calderón, K. A. B., Lanchipa Ale, T. M., Luque Zúñiga, B. G., Moreno Salazar Calderón, K. A. B., & Lanchipa Ale, T. M. (2021). Impactos del COVID-19 en la agricultura y la seguridad alimentaria. *Centro Agrícola*, 48(1), 72-82.
- Montoya, A., Briones-Dumas, E., Núñez-López, R. A., Kong, A., Ortíz-Hernández, V., Moreno-Fuentes, Á., Montoya, A., Briones-Dumas, E., Núñez-López, R. A., Kong, A., Ortíz-Hernández, V., & Moreno-Fuentes, Á. (2019). Los hongos conocidos por la comunidad Yuhmu de Ixtenco, Tlaxcala, México. *Scientia fungorum*, 49. <https://doi.org/10.33885/sf.2019.49.1230>
- Montoya, A., Torres-García, E. A., Kong, A., Estrada-Torres, A., & Caballero, J. (2012). Gender differences and regionalization of the cultural significance of wild mushrooms around La Malinche volcano, Tlaxcala, Mexico. *Mycologia*, 104(4), 826-834. <https://doi.org/10.3852/11-347>
- Pale, S. H., & Guzmán, A. O. (2021). El territorio y actores sociales del sistema de producción de hongo comestible (*Pleurotus Ostreatus*, sp) en Aldama, Chiapas. *Horizontes Territoriales*, 1(2), 1-25.
- Piira, N., Kosola, M., Hellsten, C., Fagerlund, A., & Lundén, J. (2021). Comparison of official food control results in Finland between food establishments with and without a certified food safety management system. *Food Control*, 129, 108230. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108230>
- Ramírez-Juárez, J. (2022). Seguridad alimentaria y la agricultura familiar en México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 13(3), 553-565. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i3.2854>
- Ramírez-Terrazo, A., Montoya, A., Kong, A., Ramírez-Terrazo, A., Montoya, A., & Kong, A. (2021). Conocimiento micológico tradicional en dos comunidades aledañas al Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México. *Scientia fungorum*, 51. <https://doi.org/10.33885/sf.2021.51.1321>
- Reyes-López, R. C., Montoya, A., Kong, A., Cruz-Campuzano, E. A., & Caballero-Nieto, J. (2020). Folk classification of wild mushrooms from San Isidro Buensuceso, Tlaxcala, Central Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 16(1), 53. <https://doi.org/10.1186/s13002-020-00408-x>
- Rico Carrillo, R. E., Montoya Ezquivel, A., Cardona Castaño, J. C., & Cruz Campuzano, E. A. (2021). Experiencia educativa en Etnomicología con adolescentes de San Pedro Tlalcuapan (México). *Raíces: Revista De Ciencias Sociales Y Políticas*, 5(9), 192-205. <https://doi.org/10.5377/raices.v5i9.11992>
- Ruan-Soto, F., Domínguez-Gutiérrez, M., Pérez-Ramírez, L., & Cifuentes, J. (2021). Etnomicología de los lacandones de Nahá, Metzabok y Lacanjá-Chansayab, Chiapas, México. *Ciencias Sociales y Humanidades*, 8(1), 1. <https://doi.org/10.36829/63CHS.v8i1.1112>
- Schunko, C., Li, X., Klappoth, B., Lesi, F., Porcher, V., Porcuna-Ferrer, A., & Reyes-García, V. (2022). Local communities' perceptions of wild edible plant and mushroom change: A systematic review. *Global Food Security*, 32, 100601. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2021.100601>
- Servín Campuzano, L. S., Alarcón-Cháires, P. E., Servín Campuzano, L. S., & Alarcón-Cháires, P. E. (2018). Conocimiento tradicional de los hongos silvestres comestibles en la comunidad

- p'urhépecha de Comachuén, Nahuatzen, Michoacán. *Acta universitaria*, 28(1), 15-29. <https://doi.org/10.15174/au.2018.1277>
- Solís Lozano, J. A., Cuellar Núñez, L., Vivanco Vargas, M., Méndez Gallegos, S. de J., & Vasco Leal, J. F. (2022). Strategic and competitive advantages of the agricultural sector in Querétaro, Mexico. *Agro Productividad*. <https://doi.org/10.32854/agrop.v15i2.2099>
- Torres-Gómez, M., Gómez-Peralta, M., & Vázquez-Marrufo, G. (2023). Wild mushroom consumption in the P'urhépecha Plateau at Michoacán, México: Social, ethnomycological and nutritional issues. *Journal of Ethnic Foods*, 10(1), 4. <https://doi.org/10.1186/s42779-023-00169-4>



Editorial Primmate

<http://www.revistadelamazonas.info/>