



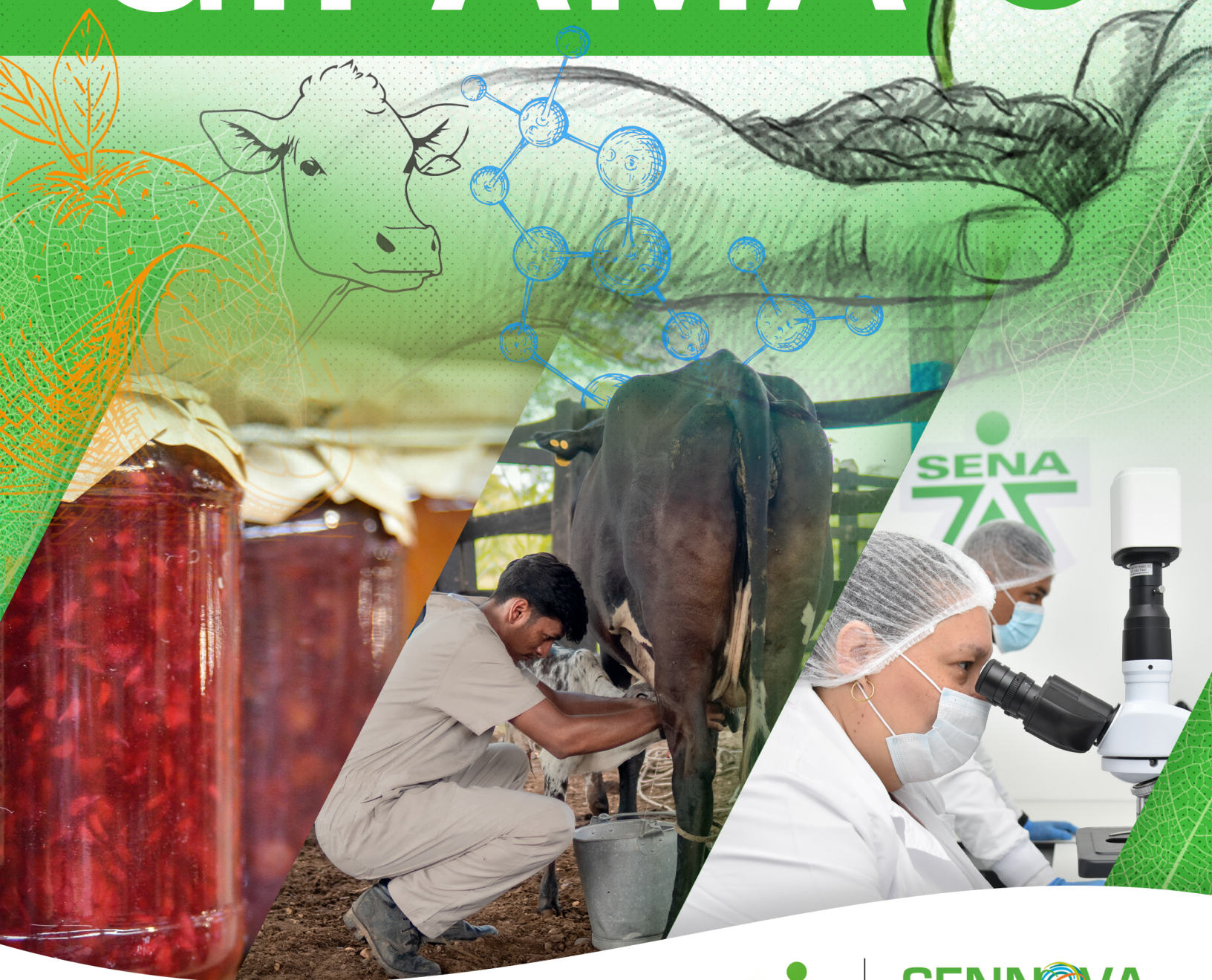
**Grupo de Investigación
para la Producción Primaria,
Agroindustria y Medio Ambiente**

Centro para el Desarrollo
Agroecológico y Agroindustrial



REVISTA GIPAMA

VOLUMEN
5



Volumen 5 de 2024 - ISSN 2665-4598 / ISSN: 2665-4601



SENNOVA

Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación



GIPAMA

Grupos de investigación GIPAMA

Revista GIPAMA

ISSN:2665-4601

e-ISSN:2665-4598

Periodicidad: Anual-2024

Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)

Centro Para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial

Calle 9 N°19 -120, Sabanalarga, Atlántico, Colombia

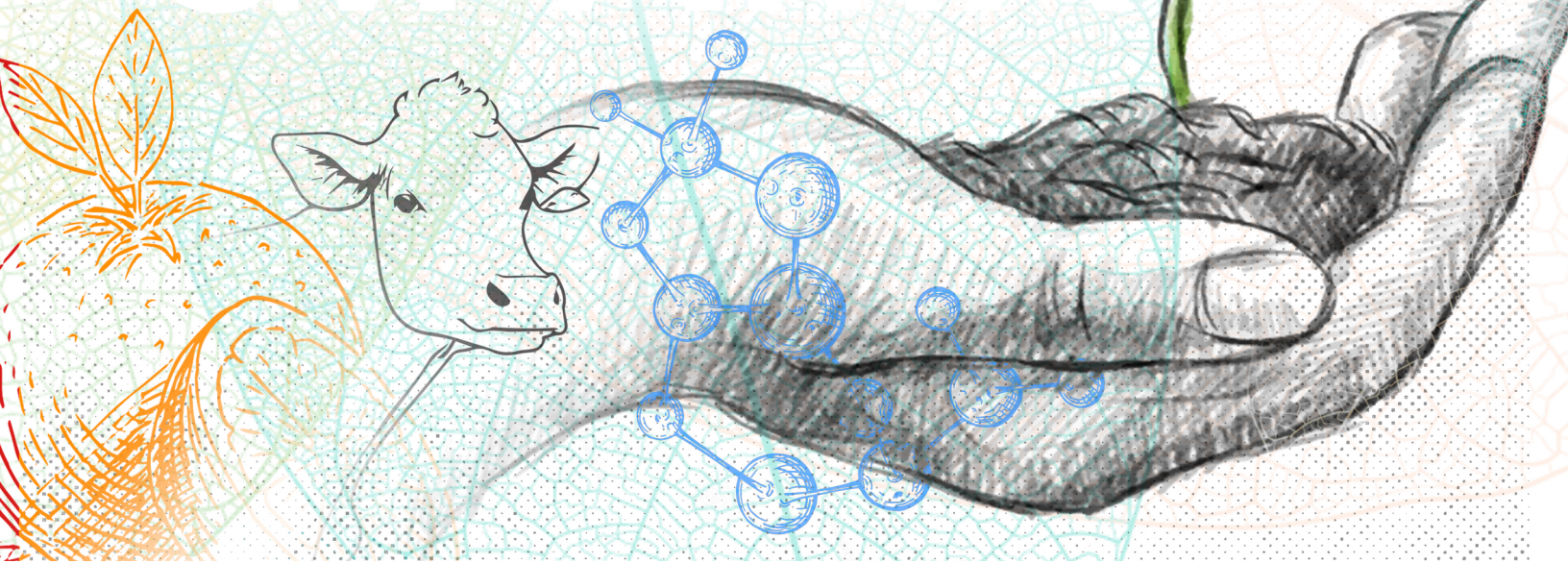
Teléfono: (5) 3851285 Ext: 52151

taltamarp@sena.edu.co

teresa.altamar@misena.edu.co

<http://revistas.sena.edu.co/>

REVISTA
GIPAMA



SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA

Jorge Eduardo Londoño Ulloa

Director General Del SENA

Edgar Adrián Zambrano Tamayo

Coordinador Gestión de la Investigación, el Desarrollo y la Innovación
Tecnológica y Formativa

Jacqueline Rojas Solano

Directora Regional SENA Atlántico

Maria Nelly Flórez Rodríguez

Subdirector Del Centro Para El Desarrollo Agroecológico Y Agroindustrial

Karen María Polo Alvarez.

Coordinador Académico Del Centro Para El Desarrollo Agroecológico Y
Agroindustrial

Jair Enrique Coll Gallardo

Dinamizador SENNOVA Del Centro Para El Desarrollo Agroecológico Y
Agroindustrial Comité

EDITORIAL Y CIENTÍFICO

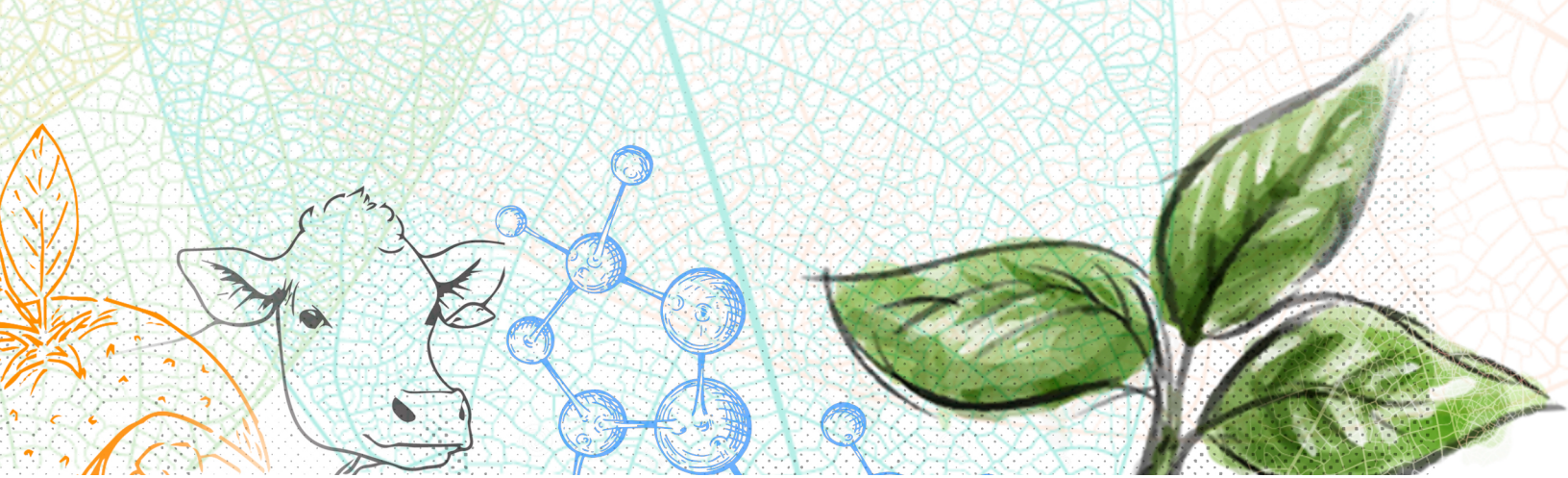
Teresa De Jesús Altamar Pérez

Líder de Investigación Del Centro Para El Desarrollo Agroecológico Y Agroin-
dustrial

Diseño y Diagramación:

Jorge Andres Hoyos Arrieta

Auxiliar Editorial



MISIÓN

Publicar artículos científicos realizados por instructores y aprendices de SENA y de más instituciones educativas, arbitrados por un comité de pares de reconocido, sobre el área de educación producción primaria, agroindustria, medio ambiente y emprendimiento. Divulgar trabajos con solidez teórica metodológica y actual que contribuyan al desarrollo académico del país.

VISIÓN

Para el 2029 ser reconocida como una herramienta de publicación científica de innovación con pertinencia académica con énfasis en área de educación producción primaria, agroindustria, medio ambiente y emprendimiento.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN GRUPO GIPAMA

1. Producción primaria
2. Agroindustria
3. Medio ambiente
4. Emprendimiento

MISSION

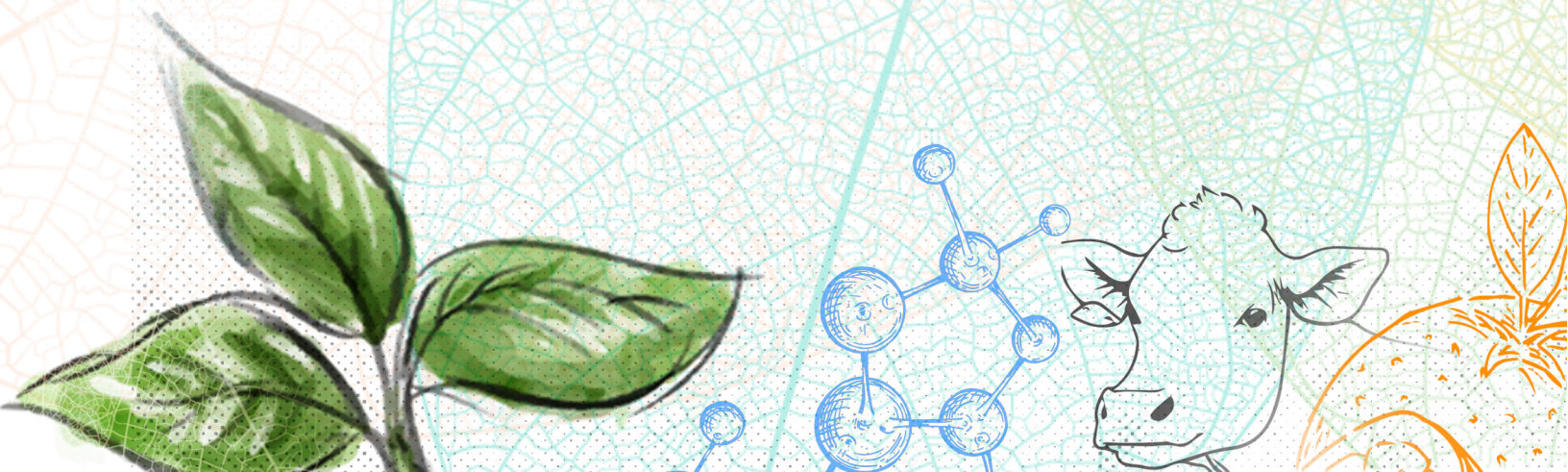
Publish scientific articles produced by instructors and apprentices of SENA and of other educational institutions, arbitrated by a committee of recognized peers, on the area of education, primary production, agro-industry, environment and entrepreneurship. Disseminate works with methodological and current theoretical solidity that contribute to the academic development of the country.

VIEW

By 2029, it is recognized as an academic scientific publication tool with academic relevance, with an emphasis on education, primary production, agro-industry, environment and entrepreneurship.

RESEARCH LINES GRUPO GIPAMA

1. Primary production
2. Agroindustry
3. Environment
4. Entrepreneurship



Contenido

Bagazo de caña de azúcar: Alternativa para la elaboración de envases ecoamigables.

Sugarcane bagasse: an alternative for the production of ecofriendly containers.

Libeth Jaimes González, Robin José Buelvas Hernández, Bianka Verenice Aleman Iguaran.

Caracterización fenotípica de las gallinas criollas en el departamento de La Guajira.

Phenotypic characterization of creole chickens in the department of La Guajira.

Mayerlis Herrera Aguirre, Manuel Rene Iriarte Ramírez.

Caracterización fisicoquímica, bromatológica y sensorial del Queso costeño con Leche de Búfala del Atlántico.

Phenotypic characterization of creole chickens in the department of La Guajira.

Miller Johannes Claro Vásquez, Tulia Inés Pérez de la Ossa, Teresa Altamar Pérez, Enedys Flórez Cortés.

De mina de azufre a turismo sostenible: realidad aumentada y conservación ambiental en Puracé.

From sulfur mine to sustainable tourism: augmented reality and environmental conservation in Puracé.

Alan Fernando Muñoz Velasco, Jhonatan Isaac Tumbo Ruiz, María Paula Fernández.

Educación Ambiental en el Sendero Ecológico del Centro Acuicola y Agroindustrial de Gaira – SENA Magdalena.

Environmental Education in the Ecological Trail of the Gaira Aquaculture and Agroindustrial Center – SENA Magdalena.

Aline Isabel Melo Henríquez, Maribel del Carmen Salgado Pertuz, Juliana Paola Maldonado Fernández, María Camila Ruiz López.

Eficiencia en el uso de los kits inteligentes para suministro de energía eléctrica y potabilización de agua en zonas no interconectadas en el Departamento de Sucre.

Efficiency of smart kits for electricity supply and water purification in non-grid areas of Sucre Department.

Rosa Elena Rojas Amaya, Ángel Douglas Mosquera, Vanessa Flórez Ramos.

Elaboración de crema dental a partir de extracción de aceite de coco, transformación de carbono activado de endocarpio de coco y comprobación de su eficacia en blanqueamiento dental.

Elaboration of toothpaste from coconut oil extraction, transformation of coconut endocarpactivated carbon and testing of its effectiveness in tooth whitening.

Aleyda Cifuentes Mora¹, Andrea Alexandra Portela Reina², Carlos Ivan Cruz Vargas, William Alexander Hernández Acosta.

Pag.

5

18

24

42

54

70

86



Estudio preliminar sobre la sobrevivencia del taphylococcus en butifarras previamente tratadas con propóleo.

Preliminary study on the survival of Staphylococcus in sausages previously treated with propolis.

Luz Marina Pulido Peñaloza, Alfredo Martínez Jaraba.

Pag.

106

Inclusión de técnicas de agricultura vertical y de precisión para diversificar la producción de los huertos urbanos del Distrito Capital.

Inclusion of vertical and precision agriculture techniques to diversify the production of urban gardens in the Capital District.

Carlos Andres Rivera Guerrero, Victor Vladimir Cortés Arevalo.

118

Mecanismos de recolección en la prestación del servicio público de aseo en el componente de aprovechamiento con recicladores de oficio.

Collection Mechanisms in the Provision of the Public Cleaning Service in the Use Component with Professional Recyclers

Ana María Conde Padilla, Deysi Carolina Rico, José Manuel Hower.

135

Parásitos predominantes en pequeños rumiantes de La Guajira: impacto en sistemas productivos.

Predominant parasites in small ruminants in La Guajira: impact on production systems.

Robin Buelvas Hernández, Milton Moreno Gaitán,
Camilo Andres Mendoza Avendano, Angel Maria Maestre Peralta.

149





Bagazo de caña de azúcar: Alternativa para la elaboración de envases ecoamigables.

Sugarcane bagasse: an alternative for the production of eco-friendly containers

Libeth Jaimes González¹

¹Centro agroempresarial y acuícola, Tecnólogo de control de calidad de alimentos, Km. 1 Vía Barrancas, Fonseca, Colombia

Correo electrónico: ljaimessg@sena.edu.co

Robin José Buelvas Hernández²

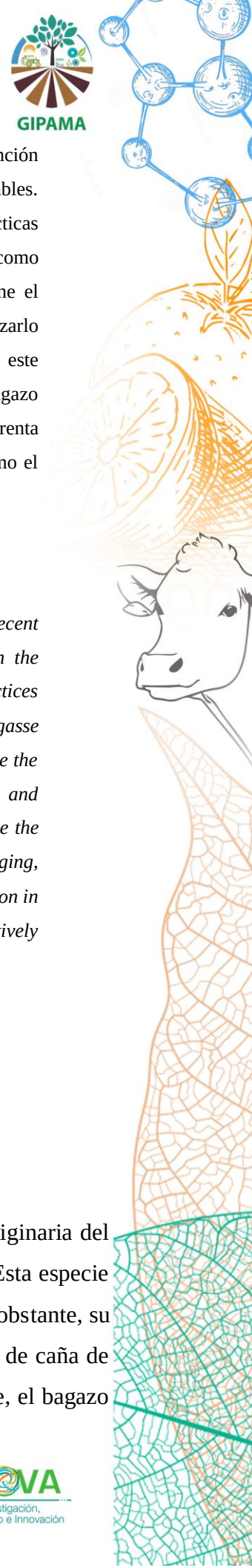
²Centro agroempresarial y acuícola, Tecnólogo en control de calidad de alimentos, Km. 1 Vía Barrancas, Fonseca, Colombia

Correo electrónico: rjbuelvas@sena.edu.co

Bianka Verence Aleman Iguaran³

³Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia, Química de alimentos, Km. 1 Vía Barrancas, Fonseca, Colombia

Correo electrónico: Baaleman@sena.edu.co



Resumen- El bagazo de caña de azúcar, un subproducto de la industria azucarera ha ganado atención en las últimas décadas como una alternativa sostenible para la producción de envases ecoamigables. Ante el creciente enfoque en la reducción del uso de plásticos y la necesidad de adoptar prácticas más sostenibles que se alineen con las nuevas políticas públicas y ambientales tanto en el país como en el mundo, el bagazo se presenta como un recurso valioso y versátil. Este material tiene el potencial de promover la economía circular de pequeños y medianos productores al valorizarlo como un recurso renovable y amigable con el medio ambiente. Por lo tanto, el objetivo de este artículo de revisión es analizar las propiedades, procesos de fabricación y aplicaciones del bagazo en la producción de envases, así como evaluar sus beneficios ambientales y los desafíos que enfrenta en su implementación en el mercado. Con esto, se busca contribuir al entendimiento de cómo el bagazo puede ser integrado de manera efectiva en una economía más sostenible.

Palabras clave— Caña de azúcar; Bagazo; Agroindustria; Envases; Biodegradable

Abstract— Sugarcane bagasse, a by-product of the sugar industry, has gained attention in recent decades as a sustainable alternative for the production of eco-friendly packaging. With the increasing focus on reducing the use of plastics and the need to adopt more sustainable practices that align with new public and environmental policies both at home and around the world, bagasse presents itself as a valuable and versatile resource. This material has the potential to promote the circular economy of small and medium-sized producers by valuing it as a renewable and environmentally friendly resource. Therefore, the objective of this review article is to analyze the properties, manufacturing processes and applications of bagasse in the production of packaging, as well as to evaluate its environmental benefits and the challenges it faces in its implementation in the market. In doing so, it seeks to contribute to the understanding of how bagasse can be effectively integrated into a more sustainable economy.

Keywords— Sugarcane; Bagasse; agribusiness; packaging; biodegradable

1. INTRODUCCIÓN

El *Saccharum officinarum*, también conocido como caña de azúcar, es una planta originaria del sudeste asiático, que se cultiva en todo el mundo por su alto contenido de sacarosa. Esta especie es ampliamente utilizada en la industria alimentaria para la producción de azúcar, no obstante, su potencial va más allá de este uso tradicional. Culqui, R. et al., (2023). Los desechos de caña de azúcar, a nivel mundial pueden considerarse como una solución alternativa, dado que, el bagazo



se ha vuelto materia prima para la fabricación de empaques por ser alto contenedor de fibras, y reduce la deforestación, además la planta de caña requiere de renovaciones cortas (1,5 años) como producto se alcanza un material reciclable, armonioso medioambiente y biodegradable. Rufasto, A. (2023).

El bagazo, representa el 45% de los compuestos de esta gramínea tropical y ha adquirido protagonismo por propiedades sumamente beneficiosas para el medio ambiente, es pues la materia prima perfecta para la elaboración de envases biodegradables. Rufasto, A. (2023). En Colombia en el 2024 el Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible [MADS] emitió Ley 2232 de 2022, que establece medidas clave en la transición de Colombia hacia la eliminación de los plásticos de un solo uso. Asimismo, La reglamentación define que, para permanecer en el mercado, los productos prohibidos deben presentar alternativas sostenibles enfocadas en la biodegradabilidad y compostabilidad en condiciones ambientales naturales; ser fabricados con 100% de materia prima reciclada de fuente nacional; y su aprovechamiento debe ser del 100%. (MADS ,2024). Por consiguiente, el objetivo de este trabajo se centra en buscar mediante una revisión bibliográfica entre los años 2019 al 2024, el uso del bagazo de caña de azúcar como alternativa para elaboración de envases biodegradables.

2. METODOLOGÍA

El estudio utilizó un enfoque cualitativo bajo un nivel de investigación descriptiva correspondiente al uso del bagazo de caña de azúcar, como alternativa para la elaboración de envases. La recopilación de los artículos corresponde al transcurso de tiempo de 2019 al 2024. Para dicha búsqueda se consultaron o utilizaron diferentes bases de datos y/o buscadores como: Google Scholar, SciELO, Medline-PubMed, Dialnet. Por otro lado, se tuvo como parámetro de inclusión los artículos con contenido de sumo interés al sector agroindustrial, de igual forma, como parámetro de exclusión se rechazó los artículos que no tengan disponibilidad al documento completo y con idiomas diferentes a español o inglés.



3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Definición del bagazo de caña de azúcar El bagazo es un residuo fibroso obtenido del prensado y extracción de los jugos de la caña, formado mayoritariamente de agua, fibra celulosa y pequeñas cantidades de sólidos solubles. Su composición variará dependiendo del tipo de caña, su madurez, método de cosecha y la eficiencia del ingenio. Barros & Grefa (2021).

Estructura del bagazo Fibra:

Fibras: relativamente largas, derivadas principalmente de la corteza y otros haces de fibra del interior del tallo. Barros & Grefa (2021). **Meollo:** Se deriva del parénquima, parte de la planta donde se almacena el jugo que contiene el azúcar. Barros & Grefa (2021).

Meollo: Se deriva del parénquima, parte de la planta donde se almacena el jugo que contiene el azúcar. Barros & Grefa (2021).

Propiedades del Bagazo de Caña de Azúcar

El bagazo es la fibra restante tras la extracción del jugo de la caña de azúcar. Se caracteriza por ser biodegradable, renovable y abundante, lo que lo convierte en un candidato ideal para la fabricación de envases (Kumar & Soni, 2021). Sus propiedades mecánicas y térmicas permiten la creación de productos que pueden competir con los materiales plásticos convencionales (Zafar & Khan, 2021).

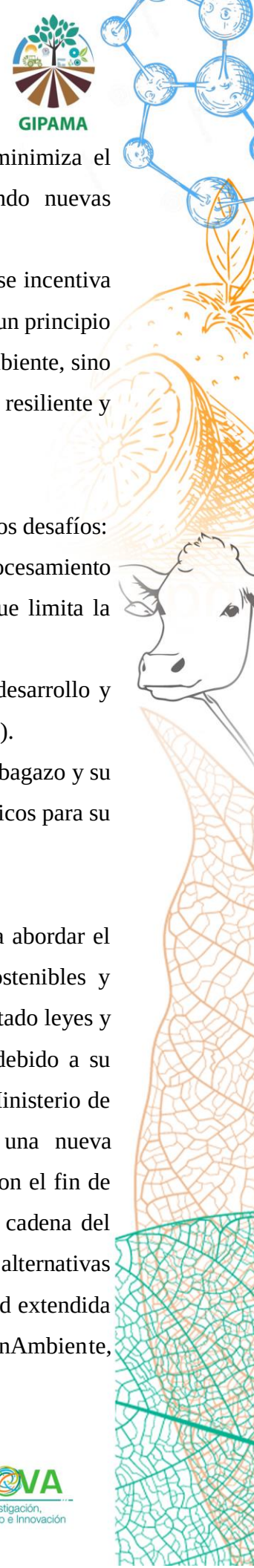
Procesos de Fabricación de Envases

La transformación del bagazo en envases ecoamigables implica varios procesos, incluyendo la pulperización, secado y moldeado (Sahu & Sahu, 2020). Estas etapas permiten obtener una materia prima que puede ser utilizada para fabricar una variedad de productos, desde platos y vasos hasta envases para alimentos. El uso de tecnología moderna en estos procesos ha optimizado la producción y ha mejorado la calidad de los envases.

Ventajas Ambientales

Biodegradabilidad: A diferencia de los plásticos convencionales, los envases de bagazo se descomponen en un tiempo relativamente corto, reduciendo la acumulación de residuos en vertederos (Agboola & Ajani, 2019).

Reducción de Huella de Carbono: La producción de envases a partir de bagazo consume menos energía en comparación con la fabricación de plásticos derivados del petróleo, lo que contribuye a la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero (Kumar & Soni, 2021).



Aprovechamiento de Recursos: Utilizar bagazo, un residuo agrícola, no solo minimiza el desperdicio, sino que también agrega valor a la producción agrícola, ofreciendo nuevas oportunidades económicas para los agricultores (Sahu & Sahu, 2020).

Impulso a la Economía circular: Al incorporar el bagazo en un ciclo productivo, se incentiva un modelo donde los recursos se mantienen en uso el mayor tiempo posible, lo que es un principio clave de la economía circular. Romero, S. (2022). Esto no solo beneficia al medio ambiente, sino que también puede resultar en ahorros económicos y en la creación de un sistema más resiliente y sostenible. Romero, S. (2022).

Desafíos en la Implementación:

A pesar de sus ventajas, la adopción generalizada de envases de bagazo enfrenta varios desafíos:

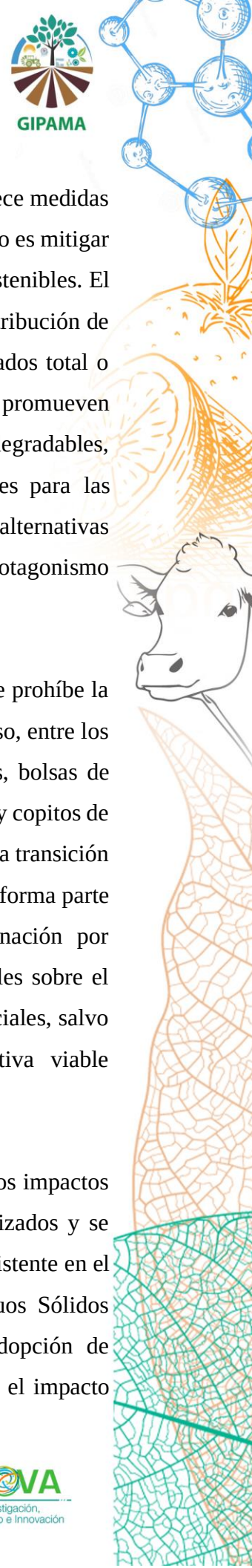
Costos de Producción: Aunque el bagazo es un material económico, los costos de procesamiento y la tecnología necesaria para la producción de envases pueden ser elevados, lo que limita la competencia frente a plásticos baratos (Zafar & Khan, 2021).

Escalabilidad: La producción en masa de envases a partir de bagazo aún está en desarrollo y puede no satisfacer la demanda actual de envases sostenibles (Agboola & Ajani, 2019).

Percepción del Consumidor: La aceptación del consumidor hacia los productos de bagazo y su percepción de calidad en comparación con los plásticos tradicionales son factores críticos para su éxito en el mercado (Kumar & Soni, 2021).

Políticas Públicas:

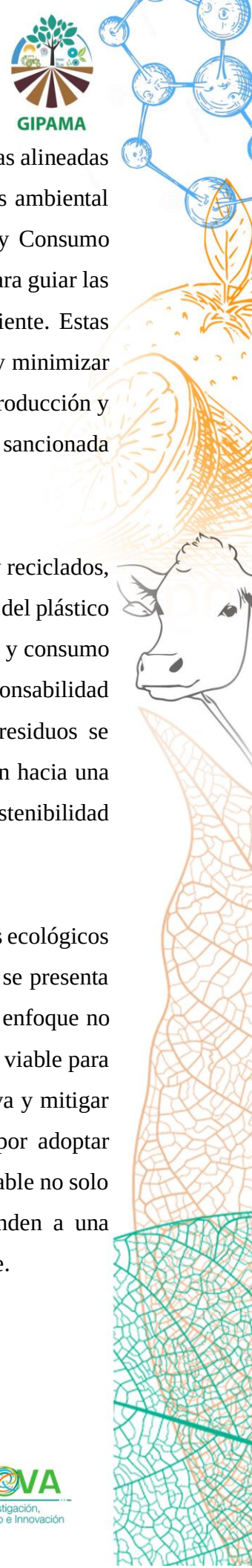
En los últimos años, las políticas públicas han evolucionado significativamente para abordar el impacto ambiental de los plásticos de un solo uso, promoviendo alternativas sostenibles y comprometidas con el medio ambiente. A nivel global, muchos países han implementado leyes y regulaciones para reducir la producción y consumo de plásticos de un solo uso, debido a su contribución a la contaminación ambiental y al cambio climático. En Colombia, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible ha emitido la Resolución 0803 de 2024, una nueva reglamentación destinada a la eliminación gradual de los plásticos de un solo uso, con el fin de impulsar la economía circular mediante la colaboración de todos los actores en la cadena del reciclaje. Esta normativa establece directrices clave para la transición del país hacia alternativas sostenibles, promoviendo la sustitución de plásticos de un solo uso, la responsabilidad extendida a consumidores, y de los lineamientos administrativos para las entidades públicas (MinAmbiente, 2024).



Esta reglamentación permitirá la implementación de la Ley 2232 de 2022, que establece medidas claras y progresivas para la reducción del uso de plásticos de un solo uso, cuyo objetivo es mitigar los impactos negativos de los plásticos en el medio ambiente y fomentar prácticas sostenibles. El enfoque central de esta normativa es prohibir la introducción, comercialización y distribución de productos señalados en el artículo 6° de la resolución, los cuales hayan sido fabricados total o parcialmente con plásticos de un solo uso. Para lograr esto, se establecen medidas que promueven la reducción de la producción de estos artículos y su sustitución por productos biodegradables, fabricados a partir de materiales reciclados. Esta ley también contempla sanciones para las empresas que incumplan las regulaciones, fomentando un entorno donde las alternativas biodegradables y compostables, como las basadas en fibras vegetales, tengan mayor protagonismo (UNAD, 2024).

De acuerdo con la normativa, para el año 2030 entre las principales disposiciones, se prohíbe la fabricación, comercialización, distribución y eliminación de 21 plásticos de un solo uso, entre los cuales se incluyen bolsas de punto de pago, bolsas de rollo para frutas y verduras, bolsas de empaque para revistas y recibos, bolsas de lavandería, soportes plásticos para bombas y copitos de algodón, pitillos, mezcladores y envases no reutilizables, entre otros. Se espera que esta transición hacia un modelo de economía circular sea un tema destacado en la COP16, dado que forma parte de la convención de biodiversidad enfocada en combatir la crisis de contaminación por microplásticos. Asimismo, la reglamentación se alinea con las negociaciones globales sobre el tratado de plásticos de un solo uso, el cual busca eliminar aquellos que no sean esenciales, salvo en casos como los usos médicos, donde actualmente no existe una alternativa viable (MinAmbiente, 2024).

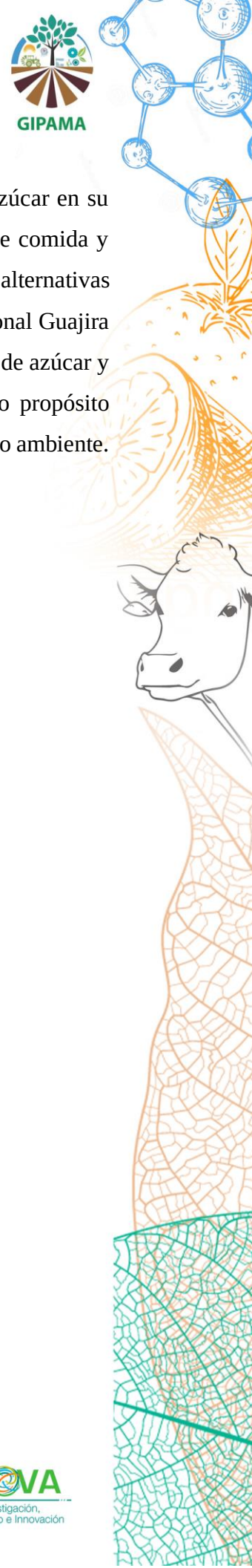
Estas iniciativas reflejan un esfuerzo coordinado a nivel internacional para mitigar los impactos ambientales y avanzar hacia una economía circular, donde los recursos sean reutilizados y se minimicen los desechos, especialmente los plásticos que generan contaminación persistente en el medio ambiente. Adicionalmente, el Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PNGIRS) refuerza el impulso hacia una economía circular, incentivando la adopción de soluciones innovadoras para envases y empaques que sean sostenibles y minimicen el impacto



ambiental. En este mismo orden de ideas la implementación de dichas políticas públicas alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) es esencial para enfrentar la crisis ambiental causada por los plásticos de un solo uso. En particular, los ODS 12 (Producción y Consumo Responsables), 13 (Acción por el Clima) y 14 (Vida Submarina) son fundamentales para guiar las acciones que promuevan alternativas sostenibles y responsables con el medio ambiente. Estas políticas buscan fomentar un uso eficiente de los recursos, reducir la contaminación y minimizar los efectos del cambio climático mediante la adopción de prácticas sostenibles en la producción y el consumo. El impulso de la economía circular, como se refleja en la Ley 2232 de 2022 sancionada en Colombia, es un claro ejemplo de cómo se pueden aplicar estos principios.

Al promover la sustitución de plásticos de un solo uso por productos biodegradables y reciclados, no solo se protege la biodiversidad marina (ODS 14) y se mitigan los efectos negativos del plástico en el medio ambiente (ODS 13), sino que también se fomenta un ciclo de producción y consumo más responsable (ODS 12). Estas políticas también resaltan la necesidad de una responsabilidad extendida para los consumidores y empresas, asegurando que el impacto de los residuos se minimice desde el origen hasta su disposición final. En última instancia, la transición hacia una economía circular es un componente crucial para alcanzar los objetivos globales de sostenibilidad y mejorar la resiliencia ambiental a largo plazo.

Con la implementación de estas políticas, se anticipa una mayor adopción de materiales ecológicos en los sectores industrial y comercial. En este contexto, el bagazo de caña de azúcar se presenta como una materia prima crucial para la elaboración de envases biodegradables. Este enfoque no solo se alinea con el marco regulatorio actual, sino que también brinda una alternativa viable para reducir el consumo de plásticos, fomentando la sostenibilidad en la cadena productiva y mitigar los efectos adversos de la contaminación por plásticos. Las empresas que opten por adoptar tecnologías basadas en el uso del bagazo de caña o cualquier materia prima biodegradable no solo contribuyen al cumplimiento de las normativas vigentes, sino que también responden a una creciente demanda de los consumidores por productos que respeten el medio ambiente.



Casos de Éxito

Existen ejemplos exitosos de empresas que han incorporado el bagazo de caña de azúcar en su línea de productos. Compañías en diversas partes del mundo han lanzado envases de comida y bebidas que han tenido buena aceptación, demostrando que el mercado está listo para alternativas sostenibles (Sahu & Sahu, 2020). En el centro agroempresarial y acuícola SENA regional Guajira se está implementando el uso de los residuos agroindustriales como el bagazo de caña de azúcar y las cascaras de yuca en la elaboración de envases biodegradables, que tiene como propósito principal impulsar a la economía popular del departamento y la sostenibilidad del medio ambiente.

3.1. Figuras

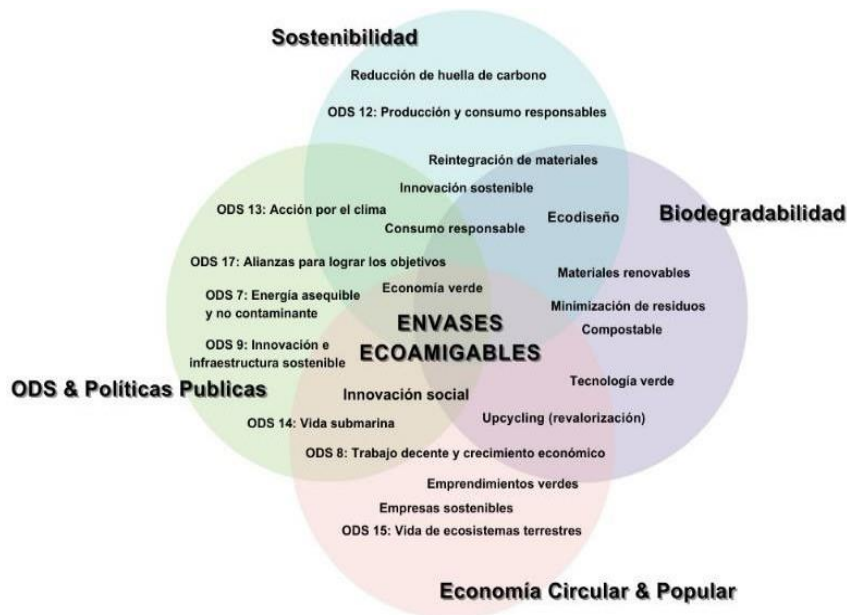


Figura 1. Impacto de los envases ecoamigables.

Fuente: Autoría propia



3.2. Tablas

Tabla 1. Composición química del bagazo

Componente	Integral	Fracción fibra	Medula
Celulosa	46.6	47	41.2
Pentosanas	25.2	25.1	26
α -celulosa	38.3	40.4	-
Lignina	20.7	19.5	21.7
Extractivos	2.7	2.3	2.9
A/B			
Solubilidad en agua caliente	4.1	3.4	4.2
Solubilidad en agua fría	2.2	2.1	4
Solubilidad en sosa al 1%	34.9	32	36.1
Cenizas %	2.6	1.4	5.4

Fuente: Tomada de (Flores, 2013) citado por Barreiro, & Coronel (2021).

**Tabla 2.** *Composición física del bagazo*

Componentes	Porcentajes
Fibra	45%
Solidos insolubles	2-3%
Solidos solubles	2-3%
Humedad	50%

Fuente: Tomada de (Flores, 2013) citado por Barreiro, & Coronel (2021).

4. CONCLUSIONES

El bagazo de caña de azúcar representa una alternativa prometedora para la producción de envases ecoamigables. Su potencial para reducir el impacto ambiental, junto con su capacidad de aprovechar un recurso agrícola subutilizado, lo convierten en una opción atractiva en la lucha contra la contaminación plástica. A medida que la tecnología avanza y la conciencia sobre la sostenibilidad aumenta, el bagazo podría desempeñar un papel fundamental en el futuro de los envases. La colaboración entre el sector agrícola, la industria y los consumidores será clave para superar los desafíos actuales y fomentar una economía más circular.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaya Velandia, A. C. (2020). Alternativas de materiales de envases biodegradables para la disminución del plástico en una cadena de café premium. Repositorio Institucional de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas: <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/25115>.
- Agboola, P. O., & Ajani, A. A. (2019). Green innovations in packaging: Potential of bagasse-based packaging materials. *Journal of Environmental Management*, 244, 84-92. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.04.047>



Barreiro, & Coronel (2021). Bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y almidón de yuca (*Mianihot esculenta*) como sustituto de poliestireno en la elaboración de platos biodegradables (Bachelor's thesis, Calceta: ESPAM MFL).

Barros & Grefa (2021). Aprovechamientos agroindustriales del bagazo de caña de azúcar de la Provincia de Pastaza para la obtención de papel ecológico (Bachelor's thesis, Universidad Estatal Amazónica).

Chavarria et al (2020). Bioeconomía: potencial y retos para su aprovechamiento en América Latina y el Caribe: manual de capacitación. Repositorio Digital del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura: <https://repositorio.iica.int/handle/11324/18701>

Culqui, R. et al., (2023). Revalorización del bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) como residuo importante para la agroindustria. 593 digital Publisher CEIT, 8(3), 134-148.

García et al. (2019). Diseño del proceso productivo de bandejas. Repositorio Institucional Universidad de Piura: <https://pirhua.udpe.edu.pe/bitstream/handle/11042/4276/f15f56df2c6ce4fa6b1beb82a733acae5e1247a3a2fc682d78384751f8c7955.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Kumar, P., & Soni, P. (2021). Sustainable packaging: Role of sugarcane bagasse in eco-friendly packaging solutions. Waste Management, 120, 232-240. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.09.014>.

Leguizamo, M. (2020). Recipiente biodegradable a partir del Bagazo de Caña, para el empaque de insectos para Control Biológico. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/36170?locale-attribute=pt>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2024). MinAmbiente establece medidas para la reducción gradual de plásticos de un solo uso en Colombia. <https://www.minambiente.gov.co/minambiente-establece-medidas-para-la-reduccion-gradual-de-plasticos-de-un-solo-uso-en-colombia/>

Naciones Unidas [ONU]. (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es>



Romero, S. (2022). Los residuos agroindustriales, una oportunidad para la economía circular. *TecnoLógicas*, 25(54).

Rufasto, A. (2023). Propuesta de elaboración de envases biodegradables a partir de residuos de caña de azúcar en la región Lambayeque.

Sahu, P. K., & Sahu, A. (2020). Biodegradable materials from sugarcane bagasse: A review. *Journal of Cleaner Production*, 262, 121286. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121286>

Universidad Nacional Abierta y a Distancia [UNAD] (2024). Colombia les dice adiós a los plásticos de un solo uso. <https://noticias.unad.edu.co/index.php/unad-noticias/todas/6969-colombia-le-dice-adios-a-los-plasticos-de-un-solo-uso>.



Caracterización fenotípica de las gallinas criollas en el departamento de La Guajira.

Phenotypic characterization of creole chickens in the department of La Guajira.

Mayerlis Herrera Aguirre¹

¹ Centro agroempresarial y acuícola, tecnóloga en producción de especies menores , kilómetro 1 vía barranca,

Fonseca la guajira, Colombia

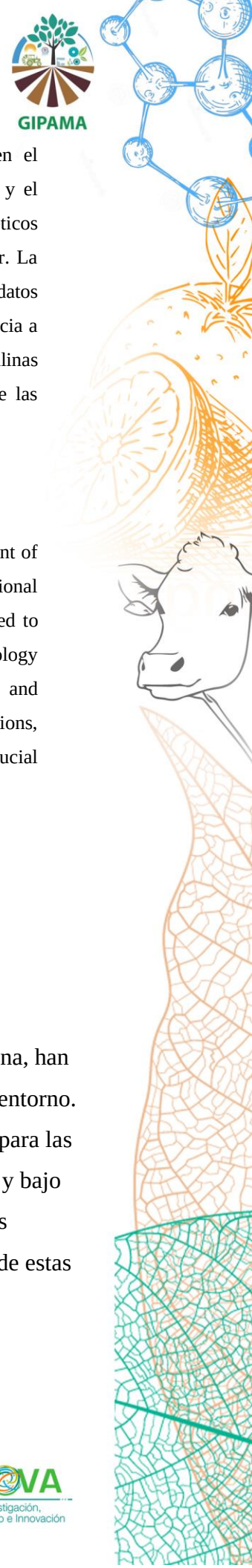
Correo electrónico: mherreraa@sena.edu.co

Manuel Rene Iriarte Ramírez²

² Centro agroempresarial y acuícola, zootecnista y ganadero , kilómetro 1 vía barranca, Fonseca la guajira,

Colombia

Correo electrónico: miriarte@sena.edu.co



Resumen—El presente artículo tiene como objetivo caracterizar las gallinas criollas en el departamento de La Guajira, destacando su diversidad genética, características fenotípicas y el manejo tradicional realizado por campesinos locales. Se analizan aspectos morfológicos, genéticos y productivos para aportar a la conservación y el mejoramiento de esta valiosa especie aviar. La metodología incluyó observación directa en campo, entrevistas con productores y análisis de datos productivos y reproductivos. Los resultados muestran una gran diversidad fenotípica, resistencia a condiciones adversas y un manejo basado en prácticas sostenibles. Se concluye que las gallinas criollas representan un recurso crucial para la seguridad alimentaria y la sostenibilidad de las comunidades rurales.

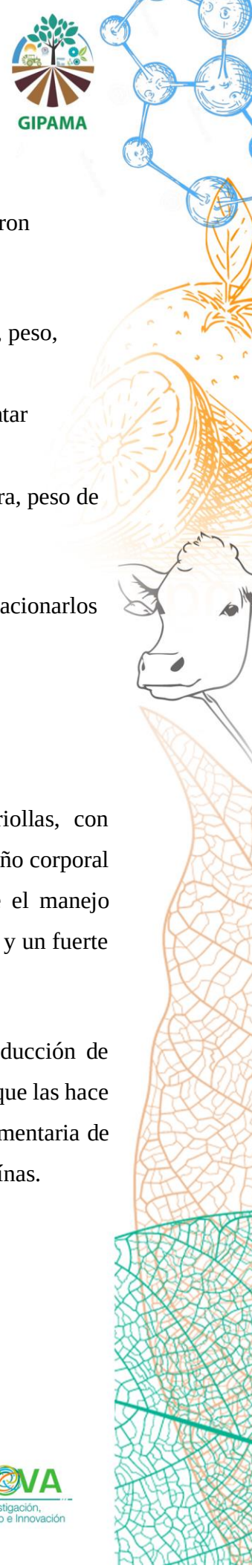
Palabras clave— diversidad genética, rusticidad, manejo sostenible, conservación, fenotipo.

Abstract—The objective of this article is to characterize the creole chickens in the department of La Guajira, highlighting their genetic diversity, phenotypic characteristics, and traditional management by local farmers. Morphological, genetic, and productive aspects were analyzed to contribute to the conservation and improvement of this valuable avian species. The methodology included direct field observation, interviews with producers, and analysis of productive and reproductive data. The results show a great phenotypic diversity, resistance to adverse conditions, and management based on sustainable practices. It is concluded that creole chickens are a crucial resource for food security and the sustainability of rural communities.

Keywords— genetic diversity, rusticity, sustainable management, conservation, phenotype.

1. INTRODUCCIÓN

Las gallinas criollas, una de las especies avícolas más representativas de América Latina, han demostrado adaptarse exitosamente a las condiciones climáticas y nutricionales de su entorno. En el departamento de La Guajira, estas aves se han convertido en un recurso valioso para las comunidades rurales debido a su resistencia a enfermedades, capacidad de adaptación y bajo costo de mantenimiento. Sin embargo, existe poca información documentada sobre sus características fenotípicas y su manejo. Este trabajo busca contribuir al conocimiento de estas aves y su papel en la seguridad alimentaria y la sostenibilidad de la región.



2. METODOLOGÍA

El estudio se llevó a cabo en comunidades rurales de La Guajira, Colombia. Se utilizaron métodos mixtos que incluyeron:

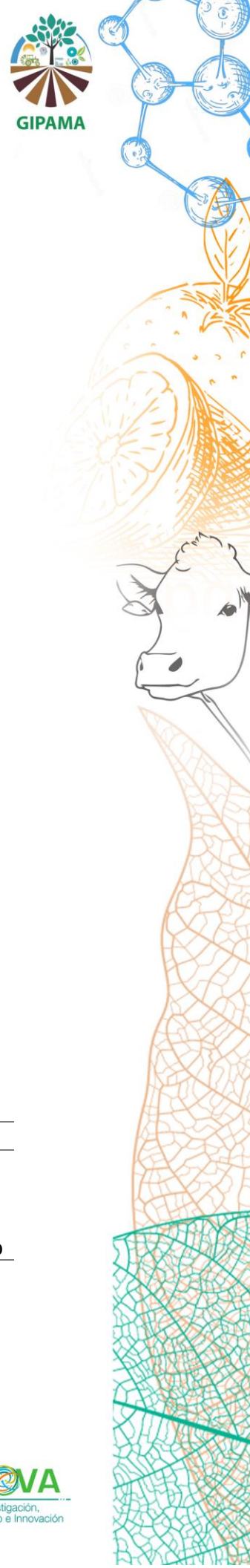
1. **Observación directa:** registro de características fenotípicas (color de plumaje, peso, estructura corporal).
2. **Entrevistas semiestructuradas:** dirigidas a productores locales para documentar prácticas de manejo y conocimientos tradicionales.
3. **Análisis de datos productivos y reproductivos:** evaluación de tasas de postura, peso de huevos y supervivencia de polluelos.

Los datos se analizaron estadísticamente para identificar patrones fenotípicos y relacionarlos con las condiciones ambientales y prácticas de manejo.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados muestran una notable diversidad fenotípica entre las gallinas criollas, con variaciones en el color de plumaje (negro, marrón, blanco y patrones moteados), tamaño corporal (1.5 a 2.5 kg) y resistencia a condiciones adversas. Las entrevistas revelaron que el manejo tradicional incluye alimentación basada en forrajeo, mínimo uso de insumos externos y un fuerte componente cultural en la cría.

En comparación con razas comerciales, las gallinas criollas tienen una menor producción de huevos (150-200 huevos/año), pero destacan por su sostenibilidad y adaptabilidad, lo que las hace ideales para sistemas de producción extensiva. Además, su papel en la seguridad alimentaria de las comunidades rurales es crucial, ya que proporcionan una fuente confiable de proteínas.



3.1.Figuras



Figura1: Diversidad de plumajes observada en gallinas criollas de La Guajira.

Fuente: Elaboración propia.

3.2. Tablas

Tabla 1: *Medidas corporales promedio de las gallinas criollas de La Guajira.*

Medida	Promedio (cm)
Altura	45
Envergadura	75
Longitud corporal	50

Fuente. Elaboración propia

Tabla 2: *Comparación de características fenotípicas entre gallinas criollas y razas comerciales.*

Característica	Gallinas Criollas	Razas Comerciales
Peso promedio	1.5 - 2.5 kg	3 - 4 kg
Producción de huevos	150-200 huevos/año	300 huevos/año
Resistencia a enfermedades	Alta	Media
Alimentación	Forrajeo y natural	Alimento balanceado

Fuente. Elaboración propia



3.3. Fórmulas

Fórmula para el cálculo de la eficiencia de postura es la siguiente:

Donde:

- **Número de huevos producidos:** Total de huevos recolectados durante el período de evaluación.
- **Número de gallinas en producción:** Cantidad de gallinas que estuvieron activas durante el período.
- **Días de evaluación:** Total de días considerados en el análisis

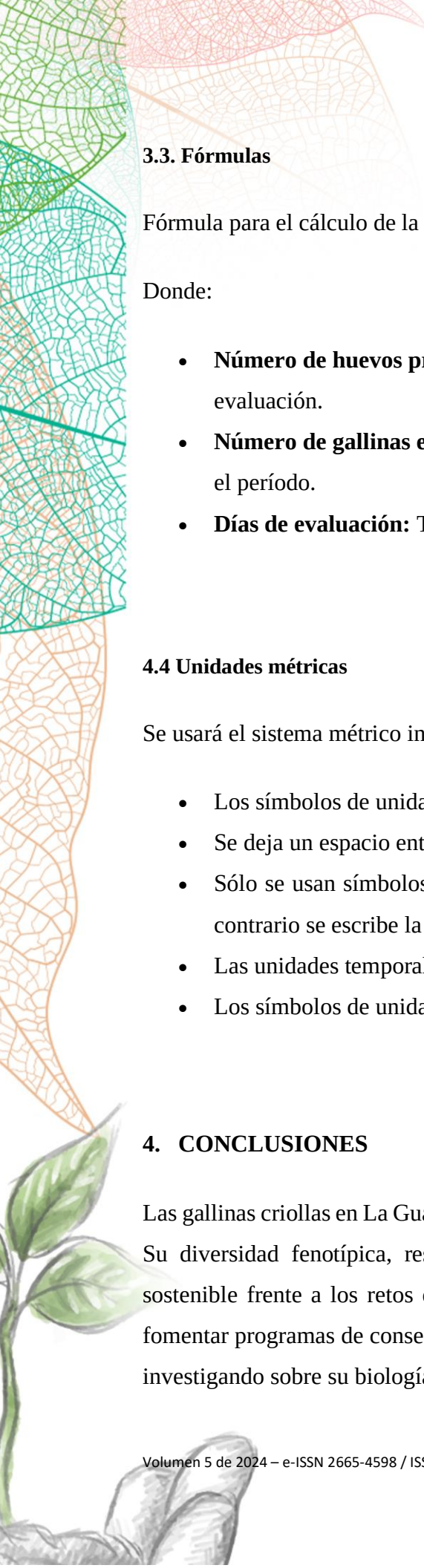
4.4 Unidades métricas

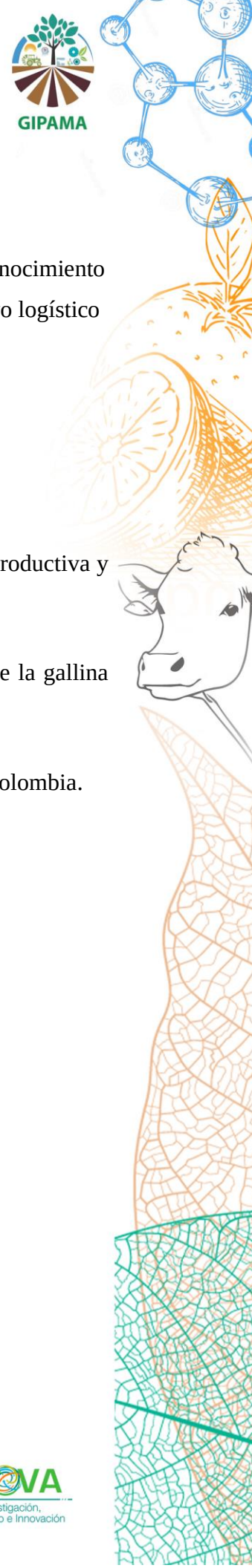
Se usará el sistema métrico internacional:

- Los símbolos de unidades no cambian en plural: 3 kg, no 3 kgs.
- Se deja un espacio entre el número y el símbolo: 4 m, 4 g.
- Sólo se usan símbolos cuando las unidades se presentan con un número: 2 mm; en caso contrario se escribe la palabra completa: "milímetros".
- Las unidades temporales o angulares son h, min y s.
- Los símbolos de unidades no culminan en punto, salvo que terminen una frase.

4. CONCLUSIONES

Las gallinas criollas en La Guajira representan un recurso invaluable para las comunidades rurales. Su diversidad fenotípica, resistencia y manejo tradicional las convierten en una alternativa sostenible frente a los retos del cambio climático y la inseguridad alimentaria. Se recomienda fomentar programas de conservación y capacitación para productores locales, así como continuar investigando sobre su biología y productividad.





5. AGRADECIMIENTO

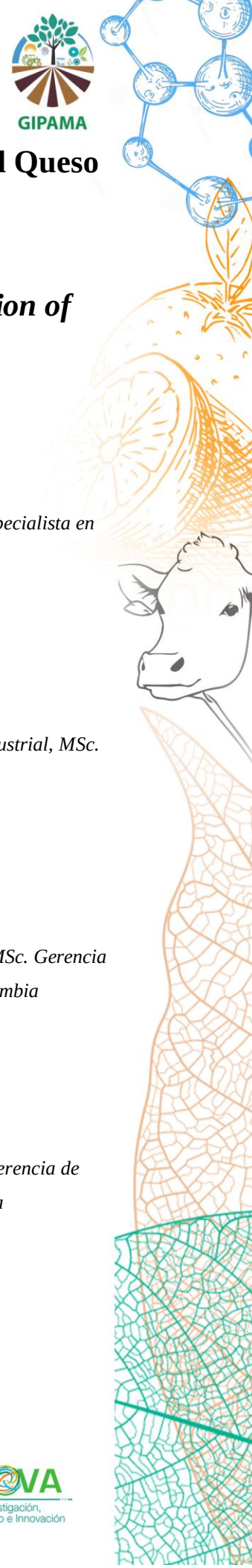
- Agradecemos a las comunidades rurales de La Guajira por compartir su conocimiento y permitir el desarrollo de este estudio. También a CEDRAGO por el apoyo logístico y técnico brindado durante la investigación.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Contreras Calderón, J. A., & Cala Robles, N. R. (2023). Caracterización fenotípica, productiva y reproductiva de la gallina criolla de la región comunera. Universidad Libre.

Montes, D., De la Ossa, J., & Hernández, D. (2019). Caracterización morfológica de la gallina criolla de traspatio en Sucre. Revista de Producción Animal, 22(2), 72-81.

Fenavi. (2022). Caracterización económica del sector avícola en La Guajira. Fenavi Colombia.



Caracterización fisicoquímica, bromatológica y sensorial del Queso costeño con Leche de Búfala del Atlántico.

Physicochemical, bromatological and sensory characterization of coastal cheese made from Atlantic buffalo milk.

Miller Johannes Claro Vásquez¹

¹Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial, SENA, Ingeniero de Alimentos, Especialista en Gestión de la Calidad, Carrera 29 No 70B-37, Barranquilla, Colombia

Correo electrónico: mjclaro@sena.edu.co

[0009-0005-3208-1559](tel:0009-0005-3208-1559)

Tulia Inés Pérez de la Ossa²

²Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial, SENA, Ingeniero de Producción agroindustrial, MSc. Ciencia y Tecnología de alimentos, Carrera 23 No. 30-32, Corozal, Sucre

Correo electrónico: Tulia.perez32@gmail.com

[0000-0003-2857-5765](tel:0000-0003-2857-5765)

Teresa Altamar Pérez³

³Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial, SENA, Ingeniera de alimentos, MSc. Gerencia de proyectos de investigación y desarrollo, Calle 47 No 44 - 152, Barranquilla, Colombia

Correo electrónico: taltamarp@sena.edu.co

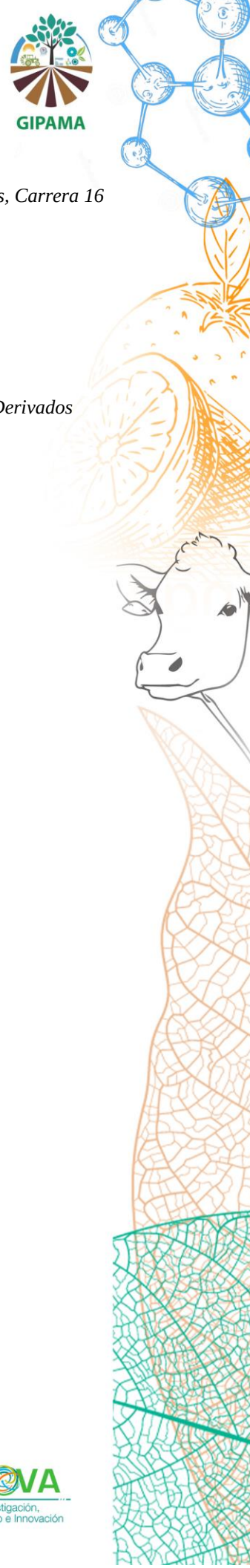
[0000-0002-5144-9532](tel:0000-0002-5144-9532)

Enedys Flórez Cortés⁴

⁴Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial, SENA, Ingeniera de alimentos, Msc Gerencia de proyectos de investigación y desarrollo, Carrera 66B No 66 - 60, Barranquilla, Colombia

Correo electrónico: eflorezc@sena.edu.co

[0009-0001-8142-765X](tel:0009-0001-8142-765X)



Isaac Enrique Sarmiento Coronado⁵

⁵Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial, SENA, Ingeniero Agroindustrial alimentos, Carrera 16
No 31A - 07, Sabanalarga, Colombia
Correo electrónico: isarmientoc@sena.edu.co
[0009-0002-4635-8799](tel:0009-0002-4635-8799)

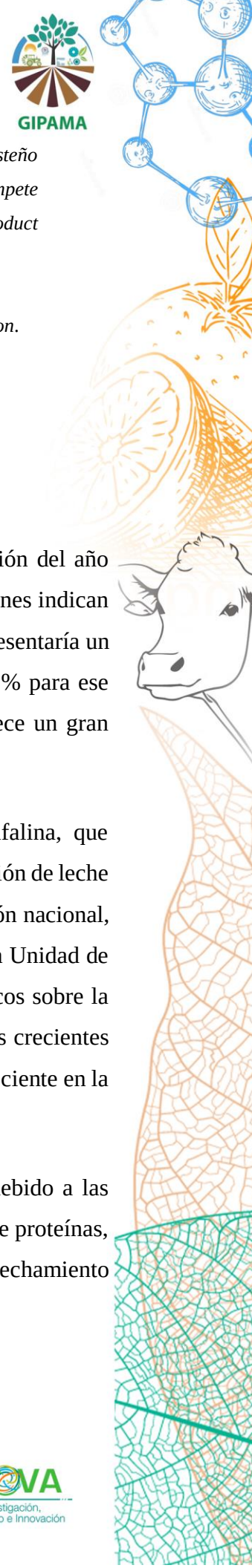
Lilian Cristina Zuluaga Montiel⁶

⁶Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial, SENA, Técnico en procesamiento de Derivados
Lácteos, Carrera 19 No 22 - 23, Sabanalarga, Colombia
Correo electrónico: licrizumo@hotmail.com
[0009-0008-5112-1212](tel:0009-0008-5112-1212)

Resumen— El queso costeño es un producto tradicional colombiano, conocido por su sabor y textura, generalmente elaborado con leche de vaca (Gutiérrez et al., 2017). Sin embargo, el uso de leche de búfala, rica en grasas y proteínas, ha comenzado a ser considerado como una alternativa para mejorar las propiedades nutricionales y sensoriales de este queso. El objetivo de este estudio fue evaluar las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de un queso costeño elaborado con leche de búfala (*Bubalus bubalis*). Para ello, se realizó una caracterización fisicoquímica de la leche cruda recolectada de productores del departamento del Atlántico. Posteriormente, se elaboró el queso fresco costeño, variando la temperatura de cuajado (30-35°C) y la concentración de sal (1% y 2%). Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar y se contó con la participación de un panel de 23 evaluadores para medir la aceptabilidad sensorial del producto. Una vez determinado el queso con mayor aceptación sensorial, se realizó el análisis fisicoquímico y bromatológico. Los resultados indicaron que el queso fresco costeño, elaborado a una temperatura de cuajado de 35°C y con una concentración de sal del 1%, fue el más aceptado sensorialmente, destacándose por su cremosidad, sabor y balance de salinidad. En cuanto a las características fisicoquímicas, el queso presentó un pH de 5,63, un contenido de grasa del 24,91%, proteínas del 22,99%, sólidos totales del 51,42%, acidez del 0,059%, carbohidratos del 1,41% y un aporte calórico de 321,79 Kcal. Los minerales presentes fueron Zinc (2,74 mg/g), Hierro (1,65 mg/g), Calcio (534,48 mg/g) y Sodio (143,89 mg/g). En conclusión, el queso costeño de búfala mostró atributos sensoriales y nutricionales sobresalientes, lo que resalta su potencial para competir en el mercado de productos lácteos, además de contribuir a la estandarización y mejora de la calidad de los productos lácteos en la región.

Palabras clave— Lácteos; Composición nutricional; perfil sensorial; estandarización de proceso.

Abstract— Costeño cheese is a traditional Colombian product, recognized for its flavor and texture, typically made from cow's milk (Gutiérrez et al., 2017). However, the use of buffalo milk, rich in fat and protein, has started to be explored as an alternative to improve the nutritional and sensory properties of this cheese. The aim of this study was to evaluate the physicochemical and sensory properties of a costeño cheese made from buffalo milk (*Bubalus bubalis*). To this end, a physicochemical characterization of the raw milk collected from producers in the Atlántico region was carried out. Then, fresh costeño cheese was produced, varying the curdling temperature (30–35°C) and salt concentration (1% and 2%). A randomized complete block design was used, and a panel of 23 evaluators assessed the sensory acceptability of the product. After identifying the cheese with the highest sensory acceptance, physicochemical and bromatological analyses were performed. The results showed that the fresh costeño cheese made at a curdling temperature of 35°C and a salt concentration of 1% was the most sensorially accepted, standing out for its creaminess, flavor, and salt balance. The physicochemical characterization revealed a pH of 5.63, fat content of 24.91%, protein content of 22.99%, total solids of 51.42%, acidity of 0.059%, carbohydrates of 1.41%, and a caloric content of 321.79 Kcal. Mineral content included Zinc (2.74 mg/g), Iron (1.65



mg/g), Calcium (534.48 mg/g), and Sodium (143.89 mg/g). In conclusion, the buffalo milk costeño cheese exhibited outstanding sensory and nutritional attributes, highlighting its potential to compete in the dairy market and contributing to the standardization and improvement of dairy product quality in the region.

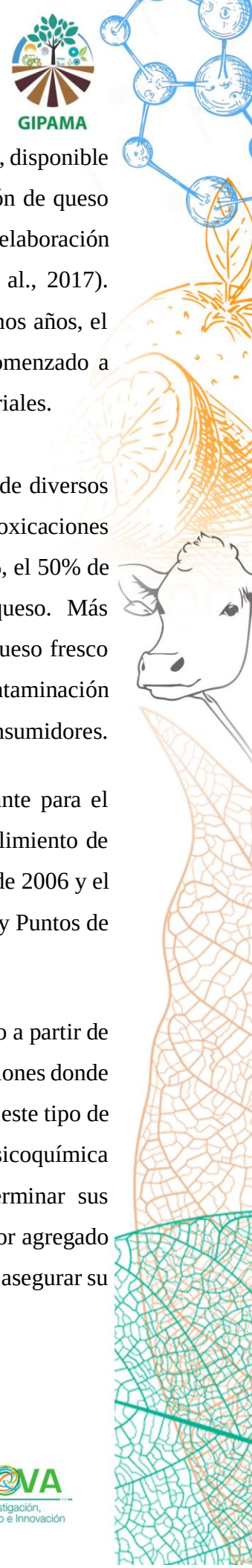
Keywords— Dairy products; Nutritional composition; Sensory profile; Process standardization.

1. INTRODUCCIÓN

Colombia cuenta con 521.895 cabezas de búfalo según el último censo de vacunación del año 2023, destacándose las razas como Murrah, Mediterránea y sus cruces. Las proyecciones indican que en 2027 la población de búfalos superará los 1,6 millones de cabezas, lo que representaría un incremento del 406%. Además, se espera que la producción de leche crezca un 421% para ese mismo año (Agronet, 2024). Esta notable producción de leche y sus derivados ofrece un gran potencial para el crecimiento y desarrollo del sector.

En el departamento del Atlántico, la actividad ganadera incluye la ganadería bufalina, que representa el 1% del inventario pecuario del departamento. Esto sugiere que la producción de leche de búfala en el Atlántico podría ser también aproximadamente del 1% de la producción nacional, según cálculos del DANE, ICA y Fenavi entre los años 2012 a 2016 (como se citó en Unidad de Planificación Rural Agropecuaria [UPRA], 2019). Aunque no existen datos específicos sobre la producción de leche de búfala en esta región, el aumento del número de búfalas y las crecientes oportunidades para su transformación indican que el Atlántico sigue esta tendencia creciente en la popularidad de la leche de búfala.

Según Oliveira (como se citó en Carvalho, 2022) esto es particularmente notable debido a las ventajas de la leche de búfala respecto a la de otras especies, ya que contiene niveles de proteínas, grasas y minerales superiores a los de la leche de vaca, lo que hace que su aprovechamiento industrial sea excepcional.



El queso es uno de los productos lácteos más representativos en el mercado colombiano, disponible a nivel nacional y ocupando el tercer lugar en términos de producción. La producción de queso costeño se caracteriza por su alta informalidad y su vinculación con métodos de elaboración artesanal, destacándose en el mercado por su sabor salado y textura (Gutiérrez et al., 2017). Tradicionalmente, este queso se elabora con leche de vaca; sin embargo, en los últimos años, el uso de leche de búfala, debido a su mayor contenido de grasas y proteínas, ha comenzado a considerarse como una alternativa para mejorar sus propiedades nutricionales y sensoriales.

A pesar de su popularidad y preferencia entre los consumidores como acompañante de diversos alimentos, el queso costeño ha sido señalado en varias ocasiones como causante de intoxicaciones alimentarias. Según un informe de Invima (2016), durante el primer semestre de 2016, el 50% de los casos notificados de alertas sanitarias correspondieron a productores de queso. Más recientemente, Navas et al. (2024) han señalado que, a pesar de su popularidad, el queso fresco sigue siendo producido y comercializado bajo condiciones que favorecen la contaminación microbiana y una calidad higiénica deficiente, lo que pone en riesgo la salud de los consumidores.

Por ello, la estandarización de los procesos se presenta como una apuesta importante para el aseguramiento de la calidad e inocuidad de los derivados lácteos, así como el cumplimiento de normativas exigidas para su procesamiento y comercialización, como el Decreto 616 de 2006 y el Decreto 60 de 2002, que promueven la aplicación del Sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico (HACCP) en las fábricas de alimento.

En el departamento del Atlántico la estandarización del proceso de queso fresco costeño a partir de la leche de búfala aún no está debidamente documentada. Asimismo, no hay investigaciones donde se revele información completa tanto a nivel, fisicoquímico, nutricional y sensorial de este tipo de producto lácteo. Por lo que el objetivo de este estudio es determinar la composición fisicoquímica de la leche de búfala y la producción de queso fresco costeño, así como determinar sus características fisicoquímicas, bromatológicas y sensoriales. Con el fin de aportar valor agregado y contribuir en la estandarización del proceso de este producto lácteo en la región para asegurar su calidad.

2. METODOLOGÍA



Materia prima para el desarrollo del queso costeño.

La Leche de Búfala (*Bubalus bubalis*) se obtuvo de seis (6) productores: Platanal - Zona Norte; Ponedera - Zona Central; Manatí - Zona Central; Molineros - Zona Norte; Totumo - Zona Sur y Las Canteras Aguadas de Pablo - Zona Norte. Tres réplicas se utilizaron para el análisis de cada muestra.

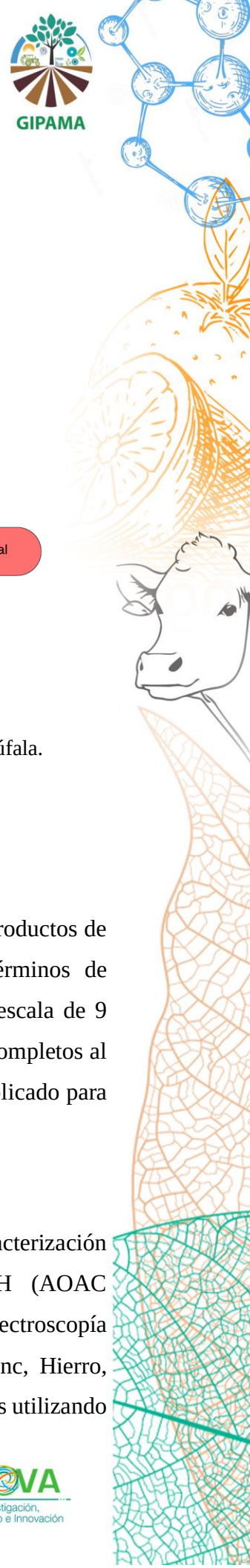
Análisis fisicoquímico de la leche de búfala

Se analizaron parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, evaluando parámetros como recuento de mesófilos (UFC/mL), grasa (%), punto crioscópico (°C), lactosa (%), proteína (%), sólidos no grasos (%), sólidos totales (%), acidez (%), densidad (%), índice de refracción (%) y estabilidad proteica.

Se utilizó el analizador MilkoScan para los análisis, aplicando los métodos ISO 4833-1:2013 para recuento de mesófilos, AOAC 972.16:1996 para grasa, y espectroscopía infrarroja para lactosa, proteína, sólidos no grasos y sólidos totales. La acidez se determinó por titulometría (AOAC 947.5:1947), la densidad por gravimetría (AOAC 925.22:1990), el índice de refracción por refractometría (NTC 399:2018) y la estabilidad proteica por análisis cualitativo.

Proceso de elaboración del Queso costeño de leche de búfala

El proceso de elaboración del Queso costeño de leche de búfala se describe en la Figura 1. Se analizaron cuatro (4) tratamientos de queso costeño utilizando leche de búfala, variando la temperatura de cuajado entre 30 y 35°C y aplicando dos concentraciones de sal (1% y 2%). Finalmente, se inoculó con el cuajo y se dejó reposar hasta que se formó la cuajada.



Flujograma de la elaboración del Queso fresco costeño a base de leche de Búfala

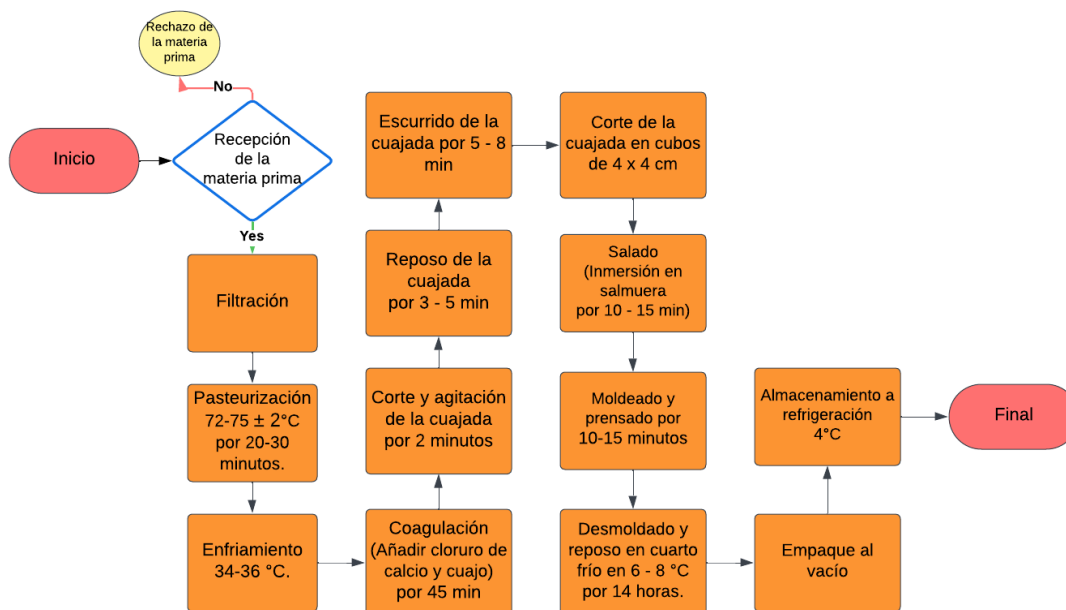


Figura 1. Flujograma de la elaboración del Queso fresco costeño a base de leche de Búfala.

Fuente: Elaboración Propia.

Evaluación Sensorial del Queso costeño de leche de búfala

Se realizó un análisis hedónico con un panel de 23 evaluadores para determinar los productos de mayor aceptación sensorial, evaluando cuatro tratamientos para el queso en términos de (Cremosidad, Sabor, Salinidad, Aceptabilidad general del producto) mediante una escala de 9 puntos. Los resultados se analizaron utilizando un diseño factorial 2X2 con bloques completos al azar, donde cada bloque representó a un panelista. Las muestras se analizaron en duplicado para asegurar la precisión y confiabilidad de los resultados obtenidos.

Determinación bromatológica y fisicoquímica del Queso mejor aceptado.

Una vez establecido el Queso con mejor aceptación sensorial, se realizó su caracterización fisicoquímica, analizando parámetros como acidez (AOAC 925.22:1990), pH (AOAC 981.12:1990.), Cenizas (AOAC 991.43:1992), Proteína y Sólidos totales (Espectroscopía infrarroja), Grasas (AOAC 972.16:1996), Densidad (gravimetría), contenido de Zinc, Hierro, Sodio, Calcio y Plomo (Método Interno). Los carbohidratos por diferencia y las calorías utilizando



el método de factores de Atwater. Los análisis fueron realizados en el laboratorio de análisis microbiológicos y fisicoquímicos de alimentos del Centro.

Diseño experimental

El diseño experimental consistió en 92 corridas, organizadas en función de dos factores: (A) Tratamientos, evaluados en los siguientes niveles: T1 (temperatura de cuajado 30°C y concentración de sal al 1%), T2 (temperatura de cuajado 30°C y concentración de sal al 2%), T3 (temperatura de cuajado 35°C y concentración de sal al 1%), y T4 (temperatura de cuajado 35°C y concentración de sal al 2%); y (B) Panelistas, evaluados en los niveles: Panelista 1 hasta Panelista 23. Las variables de respuesta incluyeron los atributos sensoriales de *cremosidad*, *sabor*, *salinidad* y *aceptabilidad general del producto*.

Análisis estadístico

El análisis estadístico de los datos se realizó utilizando el software **STATGRAPHICS Plus**, versión **Centurión XVI**. Para la evaluación de las diferencias entre los tratamientos, se empleó un análisis de varianza (ANOVA) seguido del método de **diferencias mínimas significativas (LSD)** de Fisher para las comparaciones múltiples, con un nivel de significancia del 95% ($\alpha = 0,05$). Este enfoque permitió estimar y comparar las respuestas sensoriales obtenidas de los panelistas, con el objetivo de identificar el producto con mayor aceptación sensorial.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis fisicoquímico de la leche de búfala de productores del Atlántico

Los resultados presentados en la **Tabla 1** muestran diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) en los parámetros fisicoquímicos de la leche analizada entre los distintos productores, con un nivel de confianza del 95%. Estas diferencias reflejan diferencias reales en la calidad de la leche, las cuales están asociadas a la zona de procedencia de cada productor.



Tabla 1. Análisis estadístico de los parámetros fisicoquímicos de la leche de búfala de los productores del departamento del Atlántico*.

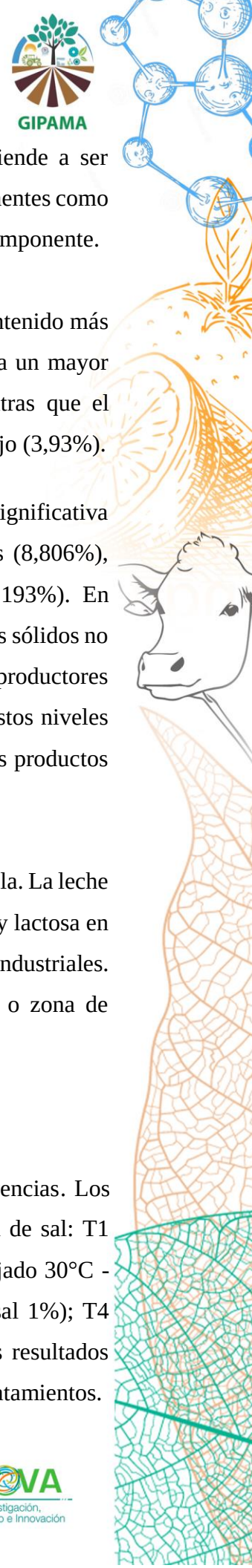
Procedencia de la muestra	% Grasa	% Lactosa	% Proteína	% Solidos no grasos	% Solidos Totales
1	6,486 ± 0,0321 ^B	4,543 ± 0,0115 ^B	3,93 ± 0,01 ^A	9,243 ± 0,0115 ^B	16,62 ± 0,03 ^B
2	3,006 ± 0,0115 ^A	4,646 ± 0,0115 ^D	5,003 ± 0,0230 ^F	10,69 ± 0 ^F	14,546 ± 0,0057 ^A
3	9,573 ± 0,0057 ^F	4,74 ± 0,01 ^E	4,163 ± 0,0057 ^C	9,37 ± 0,0173 ^C	20,193 ± 0,0152 ^E
4	8,27 ± 0,01 ^C	4,59 ± 0,01 ^C	4,246 ± 0,0057 ^D	9,573 ± 0,0057 ^D	18,856 ± 0,0251 ^C
5	8,87 ± 0 ^E	4,856 ± 0,0115 ^F	4,436 ± 0,0057 ^E	9,966 ± 0,0057 ^E	19,963 ± 0,0115 ^D
6	8,753 ± 0,0115 ^D	4,146 ± 0,0057 ^A	4,12 ± 0,0173 ^B	8,806 ± 0,0208 ^A	18,86 ± 0,04 ^C

Media ± Desviación estándar SD. Letras diferentes en una misma columna indican diferencia estadística mínima significativa ($p \leq 0,05$). Procedencia de la muestra; **Productor 1:** Platanal - Zona Norte; **Productor 2:** Ponedera - Zona Central; **Productor 3:** Manatí - Zona Central; **Productor 4:** Molineros - Zona Norte; **Productor 5:** Totumo - Zona Sur y **Productor 6:** Las Canteras Aguadas de Pablo - Zona Norte.

Fuente: Elaboración Propia.

En relación con el contenido de grasa, el productor 3, ubicado en la zona central, presentó el valor más alto (9,573%), superando el promedio reportado por Ocampo et al. (2016) de 7,23%. Este resultado sugiere que el manejo en esta región podría estar orientado hacia una mayor producción de grasa, lo cual es favorable para la elaboración de productos lácteos con mejores características de textura y sabor. Los demás productores mostraron contenidos de grasa intermedios, aunque significativamente diferentes entre sí.

Respecto al contenido de lactosa, el productor 5, de Totumo (zona sur), presentó el nivel más elevado (4,856%). Igualmente, acercándose a lo reportado por Ocampo et al. (2016) que fue de



5,06%, lo que puede sugerir que el contenido de lactosa en la leche de búfala tiende a ser consistente y menos afectado por factores de procedencia, a diferencia de otros componentes como la grasa y la proteína, sino más bien, en la capacidad del rumiante en sintetizar este componente.

En el análisis de proteínas, el productor 2, de Ponedera (zona central), presentó el contenido más alto (5,003%), al valor de 4,07% reportado por Ocampo et al. (2016). El cual indica un mayor valor nutricional y potencialmente adecuado para la producción de quesos, mientras que el productor 1, de la zona de Platanal (zona norte), tiene el contenido de proteína más bajo (3,93%).

En cuanto a los sólidos no grasos y los sólidos totales, se observó una variabilidad significativa entre los productores. El productor 6 presentó el menor valor de sólidos no grasos (8,806%), mientras que el productor 3 registró el mayor contenido de sólidos totales (20,193%). En comparación, los valores reportados por Ocampo et al. (2016) fueron de 9,91% para los sólidos no grasos y 16,81% para los sólidos totales. Este hallazgo destaca que, aunque algunos productores superan los promedios reportados, otros se encuentran por debajo de esos valores. Estos niveles son cruciales, ya que influyen directamente en el rendimiento y la consistencia de los productos lácteos, especialmente en la elaboración de quesos.

Cabe resaltar que existen diferencias inherentes entre la leche de vaca y la leche de búfala. La leche de búfala generalmente tiene un contenido más alto de grasa, proteína, sólidos totales y lactosa en comparación con la leche de vaca, lo que influye en su valor nutricional y sus usos industriales. Estas características hacen que la leche de búfala sea distintiva en cada territorio o zona de procedencia y requiera un tratamiento diferente al de la leche de vaca.

Resultados de análisis sensorial

El estudio comparó muestras de cuatro tratamientos distintos para evaluar las preferencias. Los tratamientos consistieron en variaciones de temperatura de cuajado y concentración de sal: T1 (Temperatura de cuajado 30°C - Concentración de sal 1%); T2 (Temperatura de cuajado 30°C - Concentración de sal 2%); T3 (Temperatura de cuajado 35°C - Concentración de sal 1%); T4 (Temperatura de cuajado 35°C - Concentración de sal 2%). La tabla 2 resume los resultados obtenidos del análisis sensorial de las muestras de queso elaborados bajo los cuatro tratamientos.



Tabla 2. Análisis estadístico de las medias de los descriptores sensoriales en los cuatro tratamientos de Queso Fresco de leche de Búfala.

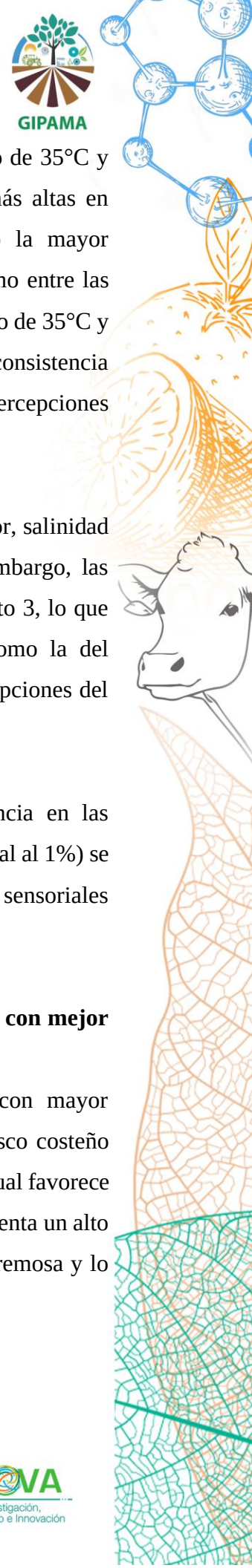
Tratamientos	Cremosidad	Sabor	Salinidad	Aceptabilidad general
T1	5,347 ± 1,5698 ^B	4,347 ± 1,6197 ^A	4,326 ± 1,4970 ^A	4,782 ± 1,5062 ^A
T2	4,565 ± 1,6188 ^A	4,108 ± 1,5951 ^A	3,956 ± 1,5144 ^A	4,217 ± 1,3884 ^A
T3	6,326 ± 1,0292 ^C	5,891 ± 1,0548 ^B	5,760 ± 1,6436 ^B	6,065 ± 1,2995 ^B
T4	6,326 ± 1,2211 ^C	5,543 ± 1,0435 ^B	5,304 ± 1,2589 ^B	5,652 ± 1,1524 ^B

Media ± Desviación estándar SD. Letras diferentes en una misma columna indican diferencia estadística mínima significativa ($p \leq 0,05$). Tratamientos: T1 (Temperatura de cuajado 30°C - Concentración de sal 1%); T2 (Temperatura de cuajado 30°C - Concentración de sal 2%); T3 (Temperatura de cuajado 35°C - Concentración de sal 1%); T4 (Temperatura de cuajado 35°C - Concentración de sal 2%).

Fuente: Elaboración Propia.

El **Tratamiento 1** (temperatura de cuajado de 30°C y concentración de sal al 1%) mostró puntuaciones moderadas en todos los atributos evaluados: cremosidad, sabor, salinidad y aceptabilidad general. Aunque sus medias no fueron las más altas en comparación con los otros tratamientos, se destacó por tener una desviación estándar relativamente alta en casi todos los atributos. Esto sugiere una mayor variabilidad en las percepciones de los panelistas, lo que indica que las opiniones sobre este tratamiento fueron más diversas. Esta variabilidad podría ser una desventaja si se busca consistencia en la aceptación del producto, por lo que el Tratamiento 1 podría no ser la opción ideal si se prioriza la homogeneidad en las evaluaciones.

En cuanto al **Tratamiento 2** (temperatura de cuajado de 30°C y concentración de sal al 2%), se observó que presentó puntuaciones ligeramente inferiores en cremosidad y sabor, mientras que los valores de salinidad y aceptabilidad general fueron intermedios. Las desviaciones estándar de este tratamiento fueron comparables a las del Tratamiento 1, indicando también una considerable variabilidad en las percepciones de los panelistas. La puntuación más baja en cremosidad y sabor, junto con una alta variabilidad, sugiere que el Tratamiento 2 no fue el más favorable en términos de aceptación general y consistencia. Por lo tanto, este tratamiento no parece ser la mejor opción si se busca un equilibrio entre aceptación y uniformidad en las evaluaciones.



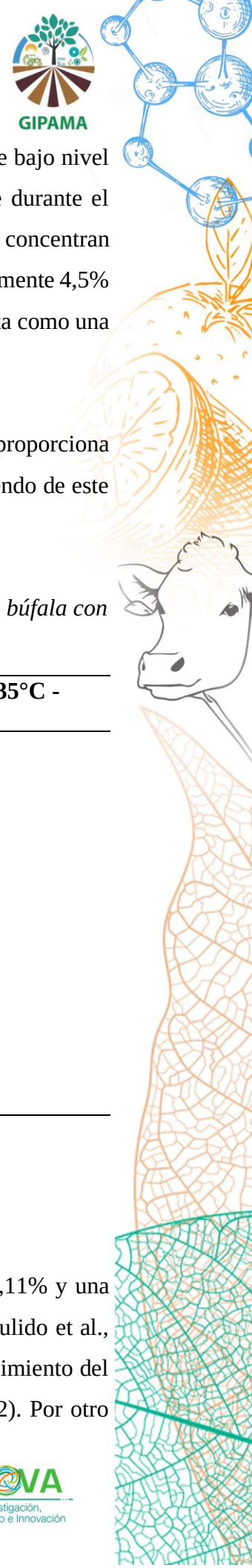
El análisis de los tratamientos reveló que el **Tratamiento 3** (temperatura de cuajado de 35°C y concentración de sal al 1%) fue el más destacado, obteniendo las puntuaciones más altas en cremosidad, sabor, salinidad y aceptabilidad general. Este tratamiento presentó la mayor uniformidad y fue el más preferido por los panelistas, indicando un equilibrio óptimo entre las características sensoriales. En comparación, el **Tratamiento 4** (temperatura de cuajado de 35°C y concentración de sal al 2%) también obtuvo buenas puntuaciones, pero con una consistencia ligeramente inferior. A pesar de las altas puntuaciones, la menor uniformidad en las percepciones del Tratamiento 4 lo hace menos ideal en términos de consistencia de aceptación.

Finalmente, el **Tratamiento 4** mostró puntuaciones competitivas en cremosidad, sabor, salinidad y aceptabilidad general, con medias altas en todos los atributos evaluados. Sin embargo, las desviaciones estándar fueron ligeramente menores en comparación con el Tratamiento 3, lo que sugiere una buena consistencia en las evaluaciones, aunque no tan destacada como la del Tratamiento 3. A pesar de sus altas puntuaciones, la menor consistencia en las percepciones del Tratamiento 4 podría ser un factor para considerar al tomar la decisión final.

En resumen, tomando en cuenta tanto las altas puntuaciones como la consistencia en las evaluaciones, el **Tratamiento 3** (temperatura de cuajado de 35°C y concentración de sal al 1%) se presenta como la mejor opción, proporcionando un equilibrio ideal de características sensoriales que fueron altamente valoradas por los evaluadores.

Resultados de la caracterización bromatológica y fisicoquímica del Queso fresco con mejor aceptación sensorial.

Los resultados de la caracterización bromatológica y fisicoquímica del queso con mayor aceptación sensorial se presentan en la **Tabla 3**. El análisis revela que el queso fresco costeño elaborado con leche de búfala tiene un nivel de acidez de 0,059% y un pH de 5,63, lo cual favorece la estabilidad y frescura del producto, sin alterar su sabor característico. Además, presenta un alto contenido de grasas (24,91%) y proteínas (22,99%), lo que le confiere una textura cremosa y lo convierte en una fuente significativa de proteínas para la dieta diaria (Aguilar, 2011).



Aunque el queso carece de fibra y su contenido de carbohidratos es bajo (1,41%), este bajo nivel de carbohidratos se debe principalmente a la lactosa, cuya concentración se reduce durante el proceso de fabricación del queso. Según Yunes y Benedet (2000), en este proceso se concentran las proteínas y las grasas, mientras que los niveles de lactosa disminuyen a aproximadamente 4,5% en la leche de búfala (El-Salam y El-Shibiny, 2011). Por lo tanto, este queso se presenta como una excelente opción para quienes buscan alimentos bajos en carbohidratos.

Adicionalmente, el queso elaborado contiene un 51,42% de sólidos totales, lo que proporciona firmeza y una consistencia densa, junto con un valor energético de 321,79 kcal, haciendo de este un alimento nutritivo y apetecible.

Tabla 3. Caracterización bromatológica y fisicoquímica del Queso fresco de leche de búfala con mejor aceptación sensorial.

Queso Fresco de leche de búfala - Tratamiento 3 (Temperatura de cuajado 35°C - Concentración de sal 1%)	
Acidez	0,059±0,003
pH	5,63±0,056
Ceniza	2,11±0,00
Grasas	24,91±0,749
Proteína	22,99±0,084
Fibra dietaria Total	0,00±0,00
Sólidos Totales	51,42±0,551
Zinc	2,74±0,063
Hierro	1,65±0,0141
Calcio	534,48±20,81
Sodio	143,89±1,484
Plomo	0,00±0,00
Contenido Carbohidratos	1,41±0,00
Contenido Calorías	321,79±0,00
Media ± Desviación estándar SD	

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al perfil mineral, el queso costeño presentó un contenido de cenizas de 2,11% y una concentración de calcio de 534,48 mg/g, lo cual es beneficioso para la salud ósea (Pulido et al., 2018). Además, su contenido de zinc (2,74%) y hierro (1,65%) contribuye al fortalecimiento del sistema inmunológico y a la promoción de la salud en general (Chasapis et al., 2012). Por otro



lado, el contenido de sodio, de 143,89 mg por cada 100 gramos, proporciona un sabor salado equilibrado, sin exceder los niveles recomendados para una dieta saludable.

De acuerdo con Caballero (2011), el queso costeño es un tipo de queso fresco; en este sentido, sus características coinciden con las de otros quesos frescos, por lo que sus resultados son similares de acuerdo a un estudio por (Carvalho, 2022) el cual analizó la leche de búfala producida en el estado de Pará (Brasil), utilizada para elaborar el queso tipo Minas Frescal, que es un tipo de queso fresco, y caracterizó sus composiciones fisicoquímicas, microbiológicas, sensoriales, además de su rendimiento económico y nutricional para ser utilizada en el almuerzo escolar. Los resultados mostraron que el queso fresco presentó un contenido de humedad de 55%, grasa de 26,22%, Solidos totales de 45%, y Ácidez de 0,5%. En cuanto al contenido mineral, el contenido de hierro fue de 1,90 mg/g, Zinc de 2,1 mg/g, y calcio de 941,9 mg/g.

Asimismo, otro estudio realizado por Aguilar (2011) se centró en analizar las diferencias en la composición química y las características sensoriales de quesos frescos elaborados con estas dos tipos de leche (leche entera de vaca (*Bos taurus*) y leche entera de búfala (*Bubalus bubalis*). Sus resultados en cuanto el queso fresco elaborado con leche de búfala fueron 22,85% de proteína cruda, 21,04% de grasa, 45,62 de materia seca, 2,24 de cenizas y 58,10 de humedad.

Estas comparaciones destacan que el queso fresco costeño y otros quesos frescos elaborados con leche de búfala presentan perfiles bromatológicos y fisicoquímicos que los hacen ideales para distintos mercados y aplicaciones. Por ejemplo, el queso Minas Frescal, al ser más húmedo, es perfecto para platos frescos o aquellos que no requieren mucha cocción. En cambio, el queso costeño, con su textura más firme y menos humedad, tiene una consistencia más estable, lo que lo hace ideal para otras preparaciones culinarias.

4. CONCLUSIONES

La caracterización fisicoquímica de la leche de búfala reveló diferencias significativas ($p \leq 0,05$) en los parámetros analizados entre los distintos productores. La leche de búfala muestra un perfil altamente favorable para la producción de derivados lácteos, como el queso costeño. Con un contenido significativo de grasa y proteínas, esta leche contribuye a la cremosidad y riqueza de los productos elaborados. Los parámetros analizados, como la acidez, el pH y la densidad, indican que



la leche de búfala es ideal para la elaboración de quesos de alta calidad, cumpliendo con los estándares de sabor y textura que los consumidores esperan.

Las variaciones en las condiciones de producción del queso costeño de búfala, como la temperatura de cuajado y la concentración de sal, influyen significativamente en las características sensoriales del queso. Se encontró que el tratamiento 3 con temperatura de cuajado a 35°C y 1% de sal fue el más aceptado por los evaluadores. Este queso costeño de búfala destacó por su cremosidad, sabor equilibrado y salinidad adecuada.

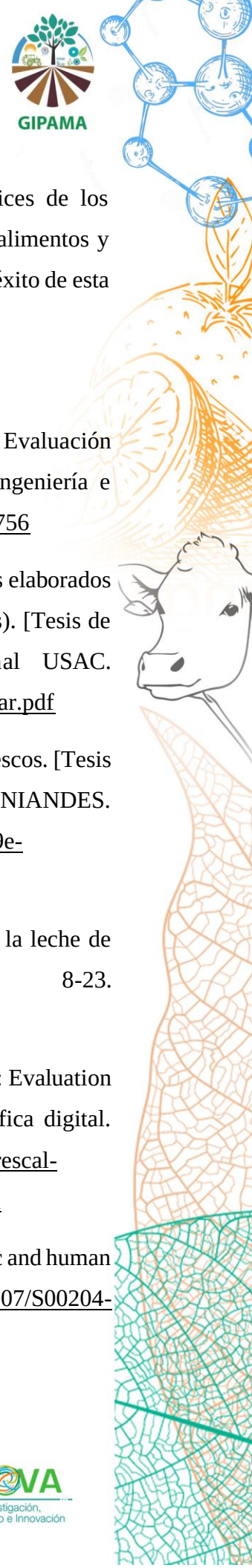
El queso costeño de búfala presenta un perfil fisicoquímico y nutricional destacado, con un pH de 5,63, un contenido de grasa del 24,91%, proteínas del 22,99%, sólidos totales del 51,42%, acidez de 0,059%, contenido calórico de 321,79 Kcal. Además, de un perfil de minerales, calcio (534,48 mg/g), zinc (2,74 mg/g), hierro (1,65 mg/g), sodio (143,89 mg/100 g), lo que sugiere su potencial para competir en el mercado de productos lácteos y contribuir a la salud nutricional de los consumidores.

La estandarización de los procesos de producción es crucial para mejorar la calidad del queso costeño y asegurar su competitividad en el mercado, lo que podría beneficiar tanto a los productores como a los consumidores de la Región.

5. AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento al Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación – SENNOVA del SENA, por su valioso apoyo y por destinar los recursos necesarios para la ejecución de este proyecto. Su compromiso con el fomento de la investigación y la innovación en el sector agroindustrial ha sido fundamental para el desarrollo de esta iniciativa.

Agradecemos sinceramente al personal técnico del Centro de Valor Agregado (CVA) del Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial (CEDAGRO) del SENA en Sabanalarga, Atlántico, por su dedicación, profesionalismo y colaboración en todas las etapas del proyecto. Su conocimiento y experiencia han sido clave para los resultados obtenidos.



Asimismo, expresamos nuestro agradecimiento al equipo técnico y a los aprendices de los programas de procesamiento de derivados lácteos, tecnólogos en procesamiento de alimentos y control de calidad del CEDAGRO-SENA, cuya participación fue fundamental para el éxito de esta iniciativa.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arteaga, M.R., Soto, I.L., Soto, J.A., Teherán, L.M. y Vélez, G.I. (2017). Evaluación fisicoquímica de la leche de búfala producida en el departamento de córdoba. Ingeniería e Innovación, 5(2), 1-11. <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/rii/article/view/1756>

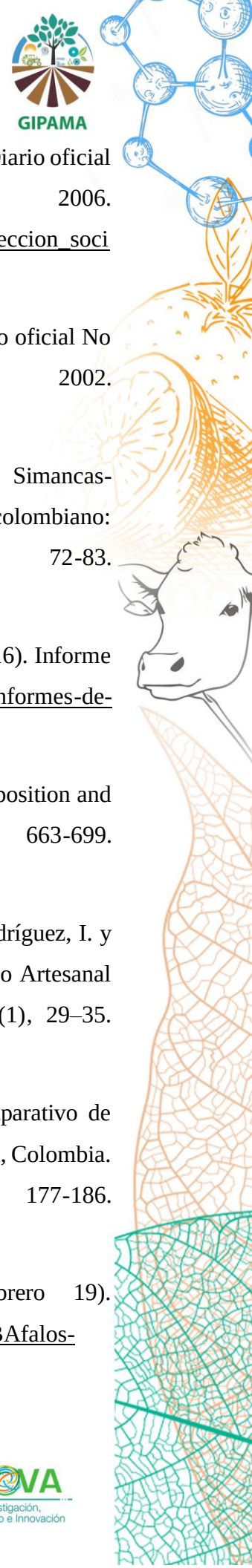
Aguilar-Guerra, A. (2011). Comparación química y sensorial de quesos frescos elaborados a base de leche entera de vaca (*Bos taurus*) y leche entera de búfala (*Bubalus bubalis*). [Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala] Repositorio Institucional USAC. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/2827/1/Tesis%20Lic%20Zoot%20Otto%20Aguilar.pdf>

Caballero-Granados, R.A. (2011). Producción y comercialización de quesos frescos. [Tesis de grado, Universidad de los Andes] Repositorio Institucional UNIANDÉS. <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/0d0e781c-0631-4fff-919e-fa550fc3b994/content>

Cárdenas-Sáez, B. (2016). Caracterización fisicoquímica y composicional de la leche de búfala. Colanta Pecuaria, (55), 8-23. https://biblioteca.colanta.com.co/pmb/opac_css/doc_num.php?explnum_id=2318

Carvalho-de Moraes, M. (Eds.). (2022). Buffalo milk and cheese minas frescal: Evaluation physicochemical, microbiological, sensorial, economic and as school lunch. Científica digital. <https://www.editoracientifica.com.br/books/chapter/buffalo-milk-and-cheese-minas-frescal-evaluation-physicochemical-microbiological-sensorial-economic-and-as-school-lunch>

Chasapis, C.T., Loutsidou, A.C., Spiliopoulou, C. y Stefanidou, M. (2012). Zinc and human health: an update. Archives of Toxicology, 86(4), 521-534. <https://www.doi.org/10.1007/S00204-011-0775-1>



Decreto 616 de 2006. (2006, 28 de febrero). Ministerio de Protección Social. Diario oficial No 46.196 de 28 de febrero de 2006. https://www.redjurista.com/Documents/decreto_616_de_2006_ministerio_de_la_proteccion_social.aspx#/

Decreto 60 de 2002. (2002, 18 de enero). El Presidente de la República. Diario oficial No 44.686 del 24 de Mayo de 2002. <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=6005>.

Gutiérrez-Castañeda, C., Quintero-Peñaranda, R., Burbano-Caicedo, I. y Simancas-Trujillo, R. (2017). Modelo de quesería artesanal bajo un signo distintivo en el Caribe colombiano: caso Atlántico. Revista Lasallista de Investigación, 14(1), 72-83. <https://www.redalyc.org/pdf/695/69551301007.pdf>

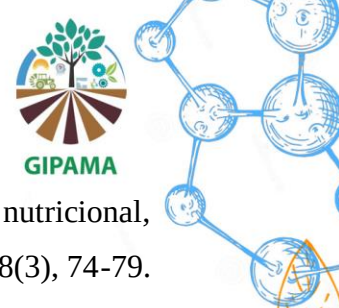
Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (Invima). (2016). Informe de Gestión 2016. https://www.invima.gov.co/images/pdf/nuestraentidad/Gestion/Informes-de-Gestion/Inf_Getion_I_Sem_2016_08_Sept_DG_Final.pdf

El-Salam, M.A. y El-Shibiny, S. (2011). A comprehensive review on the composition and properties of buffalo milk. Dairy Science & Technology, 91(6), 663-699. <https://www.doi.org/10.1007/S13594-011-0029-2>

Navas-Guzmán, N.M., De la Rosa-Barrios, L., Ruiz-Arrieta, M., Ballesta-Rodríguez, I. y Peluffo-Rivera, A. (2024). Calidad Higiénica De Ventas Informales De Queso Fresco Artesanal En El Mercado Público De Barranquilla, Colombia. Ciencia en Desarrollo, 15(1), 29–35. <https://doi.org/10.19053/01217488.v15.n1.2024.15747>

Ocampo, R., Gómez, C., Restrepo, D. y Cardona, H. (2016). Estudio comparativo de parámetros composicionales y nutricionales en leche de vaca, cabra y búfala, Antioquia, Colombia. Revista Colombiana de Ciencia Animal, 8(2), 177-186. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9423024>

Por qué los búfalos son los reyes del trópico. (2024, febrero 19). Agronet. <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Por-qu%C3%A9-los-b%C3%BAfalos-son-los-reyes-del-tr%C3%B3pico.aspx#>



Pulido, R., Pinzón, D.M. y Tarazona-Díaz, M.P. (2018). Caracterización nutricional, microbiológica y sensorial de queso fresco. *Nutrición clínica y dietética hospitalaria*, 38(3), 74-79. <https://n9.cl/48ino>

Segovia-Espindola, L.N. (2023, del 15 de Junio). Composición físico-químico de la leche de búfala (*Bubalus bubalis*) [Conferencia]. XXVIII Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, Argentina. https://repositorio.unne.edu.ar/bitstream/handle/123456789/53893/RIUNNE_FVET_A_C_Segovia_Espindola_LN.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sumit, A., Sindhu, J.S. y Khetra, Y. (2022). Buffalo Milk. *Encyclopedia of Dairy Sciences* (Third edition). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818766-1.00125-2>

Unidad de Planificación Rural Agropecuaria [UPRA]. (2019). Plan De Ordenamiento Productivo Y Social De La Propiedad Rural Del Departamento Del Atlántico. https://upra.gov.co/Kit_Territorial/2%20Informaci%C3%B3n%20por%20Departamentos/ATL%C3%81NTICO/Alternativas%20Atl%C3%A1ntico.pdf

Yunes, V.M. y Benedet, H.D. (2000). Desenvolvimento experimental de queijo fresco de leite da espécie bubalina. *Food Science and Technology International*, 20(3), 285-290. <https://www.doi.org/10.1590/S0101-20612000000300002>



De mina de azufre a turismo sostenible: realidad aumentada y conservación ambiental en Puracé.

From sulfur mine to sustainable tourism: augmented reality and environmental conservation in Puracé.

Alan Fernando Muñoz Velasco¹

¹Semillero Industrias Creativas

*Centro de comercial y servicios, Cauca,
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Colombia.*

Correo electrónico: afmunoz418@misena.edu.co

ORCID 0000-0002-1099-3347

Jhonatan Isaac Tumbo Ruiz²

²Semillero Industrias Creativas

*Centro de comercial y servicios, Cauca,
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Colombia.*

Correo electrónico: jitumbo@sena.edu.co

ORCID 0000-0001-5505-3108

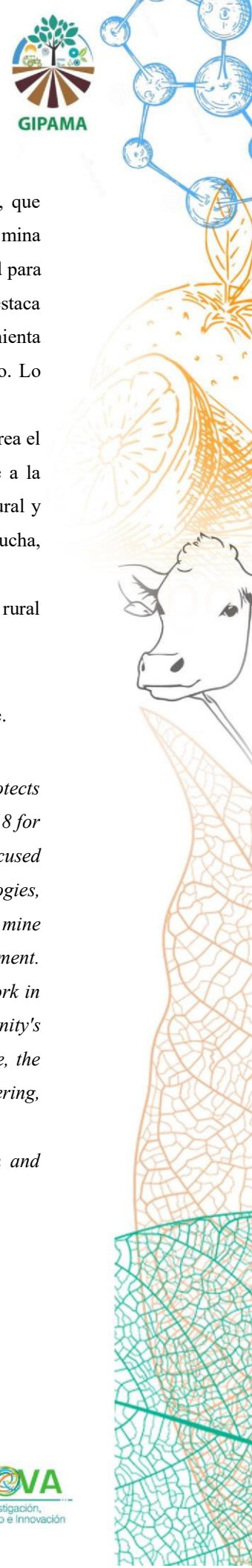
María Paula Fernández³

³Semillero de Turismo y Gastronomía.

*Centro de comercial y servicios, Cauca,
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Colombia.*

Correo electrónico : mpfernandez@unicauca.edu.co

ORCID 0000-0002-2853-3816



Resumen— El turismo es una fuente económica clave y un impulsor del desarrollo rural, que también protege las manifestaciones culturales locales. En el caso de Puracé, Cauca, la antigua mina de azufre, cerrada en 2018 por razones económicas y ambientales, representa una oportunidad para el turismo de experiencia, centrado en la espeleología y la gastronomía local. Este artículo destaca la implementación de tecnologías 4.0, particularmente la realidad aumentada, como una herramienta innovadora para revitalizar este espacio y transformar la mina en un atractivo turístico único. Lo anterior como una experiencia significativa para el desarrollo comunitario.

Mediante la realidad aumentada, los visitantes pueden vivir una experiencia inmersiva que recrea el trabajo en las minas y resalta la historia y geología de la región. Esto no solo contribuye a la recuperación económica de la comunidad, sino que también promueve la conservación cultural y ambiental. Además, se explora la integración de la gastronomía local, particularmente la trucha, como parte de la oferta turística, aumentando la atracción de visitantes.

El proyecto propone un enfoque sostenible, utilizando la tecnología para enriquecer el turismo rural y fomentar un modelo de desarrollo regenerativo en Puracé.

Palabras clave: Turismo 4.0, realidad aumentada, mina de azufre, Puracé, desarrollo sostenible.

Abstract: *Tourism is a key economic source and a driver of rural development that also protects local cultural expressions. In the case of Puracé, Cauca, the former sulfur mine, closed in 2018 for economic and environmental reasons, represents an opportunity for experiential tourism, focused on speleology and local gastronomy. This article highlights the implementation of 4.0 technologies, particularly augmented reality, as an innovative tool to revitalize this space and transform the mine into a unique tourist attraction. This serves as a meaningful experience for community development. Through augmented reality, visitors can enjoy an immersive experience that recreates the work in the mines emphasizes the region's history and geology. This not only contributes to the community's economic recovery but also promotes cultural and environmental conservation. Furthermore, the integration of local gastronomy, particularly trout, is explored as part of the tourism offering, enhancing visitor attraction.*

The project proposes a sustainable approach, utilizing technology to enrich rural tourism and promote a regenerative development model in Puracé National Natural Park (PNN).

Keywords: Tourism 4.0, augmented Reality, sulfur Mine, Puracé, touristic development.

1. INTRODUCCIÓN

El municipio de Puracé, en el departamento del Cauca, se encuentra dentro de uno de los corredores biológicos más importantes de Colombia, formando parte del Complejo de Páramos GuanacasPuracé-Coconuco. Este corredor es vital para la conservación de especies endémicas y la conectividad entre los ecosistemas andinos y amazónicos. A través de la implementación de tecnologías 4.0, como la realidad aumentada, se busca transformar la antigua mina de azufre en un destino turístico sostenible que promueva tanto la conservación de la biodiversidad como el desarrollo económico local.

El corredor biológico de Puracé garantiza la movilidad de especies clave como el oso de anteojos, el puma y la danta, fundamentales para mantener la resiliencia ecológica y los procesos naturales. Al mismo tiempo, estos ecosistemas son esenciales para la regulación del ciclo hídrico, protegiendo cuencas fluviales que abastecen a comunidades cercanas.

2. METODOLOGÍA

El enfoque usado para el desarrollo del software fue el de prototipado (Muñoz Segura , 2016) (Tacero Pasamontes, 2017), el cual permite una realización en poco tiempo y retroalimentación, debido a que se centra en la experiencia con el usuario, en cuanto a la usabilidad y anidación de las interacciones de realidad aumentada. Este sistema permite generar una evaluación y retroalimentación del aplicativo y realizar ajustes, permitiendo ver en corto plazo el avance progresivo de las etapas, esta metodología conocida como scrum fomenta el trabajo en equipo, costos de desarrollo, funcionalidad adaptada al usuario, tiempos de entrega (Navarro Cadavid, Fernandez Martinez, & Morales Velez, 2013) (Victoriano Aja Graña, 2019) Por otro lado, se desarrollaron las animaciones con software libre como blender, se usó el motor de Unity para desarrollo de las animaciones, esta aplicación se direcciono para operar con el sistema android y dado su carácter de prototipo se descarga mediante una carpeta de drive donde se encuentra alojada.



Se implemento inteligencia artificial con el propósito de buscar acelerar el proceso de generación de imágenes de base o animaciones cortas que permitieran visibilizar los procesos de la mina mediante construcciones a partir de prompts usando stable difusión y su programa deforum. Esto permitió interactuar con tecnologías emergentes y su implementación en turismo rural.

Fases para el desarrollo de la aplicación, basado en metodología ágil scrum:

- Definición de roles, es decir: se plantea el scrum master o product owner
- Desarrollo del producto backlog: se plantea y ordena la lista de funcionalidades requeridas
- Planeación del sprint: definir plan de trabajo, es decir las características y condiciones de entrega del trabajo.
- Realización de iteración o spring: corresponde a una ventana de tiempo donde se crea una versión utilizable del producto.
- Revisión del sprint: el product owner desarrolla revisiones periódicas,
- Retrospectiva del sprint: comunicación del proceso para el desarrollo de herramientas.
- Incremento

La metodología del proyecto integra la creación de rutas educativas apoyadas por realidad aumentada, donde los visitantes podrán aprender sobre la historia de la mina de azufre y la función ecológica del corredor biológico de Puracé. Las rutas incluirán información detallada sobre la migración de especies, la conservación de flora endémica, y los efectos del cambio climático en los ecosistemas locales.

Además, se realizarán recorridos guiados que combinen el avistamiento de fauna y recorridos por los bosques altoandinos, enseñando a los visitantes sobre la interacción entre biodiversidad y paisaje. Estas actividades no solo contribuirán a la educación ambiental, sino también a fortalecer la gestión comunitaria del entorno.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección se mostrará los pantallazos de cada una de las secciones de la aplicación, junto con los activadores de realidad aumentada y las animaciones.



Figura 1: Pantalla de bienvenida de la app

Fuente: elaboración propia.

La imagen 1, muestra la primera pantalla, en la cual se evidencia la forma de navegación, en el centro se encuentra el acceso a las animaciones de cada uno de contenidos. (ver imagen 5)

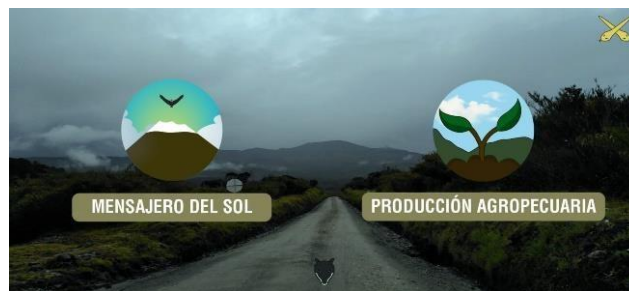


Figura 2: Enlace a otras aplicaciones desarrolladas.

Fuente: elaboración propia.

En esta imagen se muestra el acceso a otro contenido desarrollado, al cliquear en la esquina inferior izquierda de la imagen 1, se ingresa a esta pantalla, donde el usuario podrá ingresar a la información de rutas turísticas como mensajero del sol, encaminada a la observación en realidad aumentada del cóndor en la piedra. En cuanto a la producción agropecuaria, su contenido es enfocado a la ruta d turismo comunitario basada en la producción agropecuaria del municipio de Puracé.



Figura 3: Enlace a la ruta mensajero del sol.

Fuente: elaboración propia.

La imagen 3, muestra el ingreso y el modo de uso para recorrer la ruta mensajero del sol.



Figura 4: Enlace a la ruta producción agropecuaria.

Fuente: elaboración propia.

En la imagen 4 se muestra el ingreso y modo de uso para recorrer la ruta de turismo comunitario y su modo de navegación.



Figura 5: Enlace para ingresar a la ruta de la mina de Azufre.

Fuente: elaboración propia.



Esta imagen muestra las 3 posibilidades de ingresar a cada una de las rutas, la cual redirecciona hacia la activación de la cámara la cual podrá tomar los activadores (imagen 7,8,9) para mostrar su contenido.



Figura: Pantalla de información sobre la aplicación.

Fuente: elaboración propia.

En esta imagen se muestra los integrantes, tanto personal técnico como los semilleros de investigación que tuvieron actividades en el desarrollo del proyecto y específicamente en la ejecución y construcción de la información y rutas.

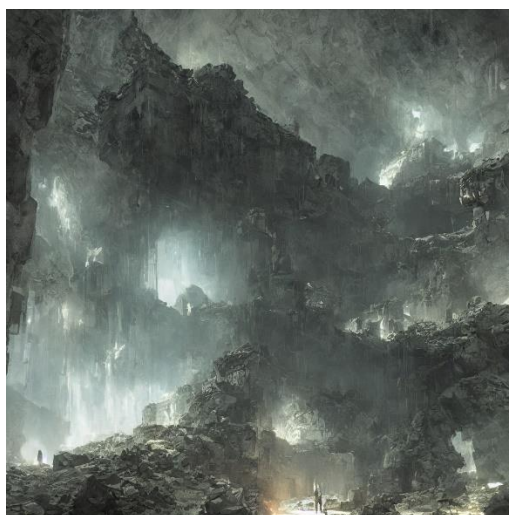


Figura: Activador de la ruta mitos y leyendas

Fuente: elaboración propia.

Este activador muestra algo de oscuridad y luz, rememorando estar dentro de una mina oscura y lúgubre, la cual es similar a la mina de azufre vista desde dentro. Este activador, muestra una

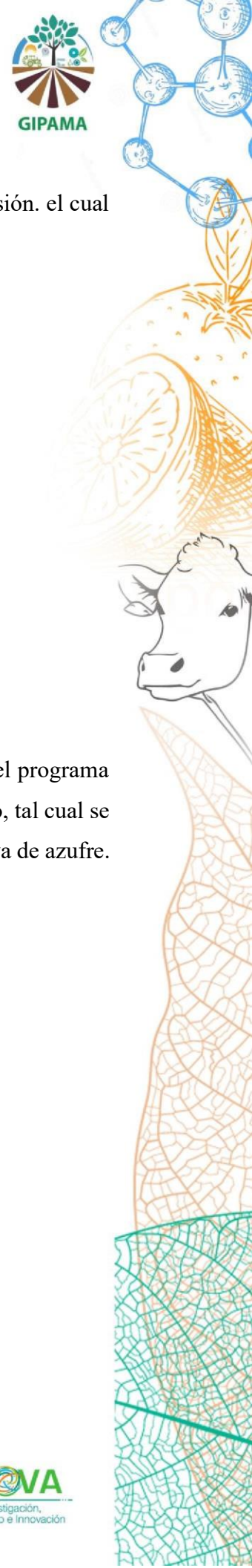


imagen elaborada por inteligencia artificial, realizada en el programa libre stable difusión. el cual una vez el celular enfoque, direcciona a una animación de 2 minutos y 13 segundos.



Figura 4: Activador de la ruta de minería. Fuente: elaboración propia.

Este activador muestra una imagen elaborada por inteligencia artificial, realizada en el programa libre stable difusión. muestra una especie de equipamiento algo deteriorado y oxidado, tal cual se observa en la actualidad las ruinas de la mina de azufre, se muestra dentro de una cueva de azufre. Esta imagen direcciona a una animación de 2 minutos y 6 segundos.

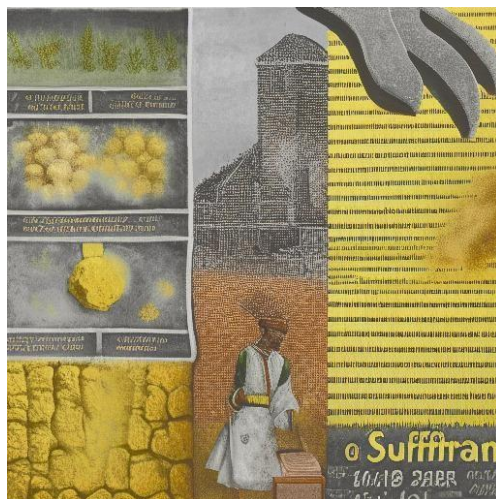
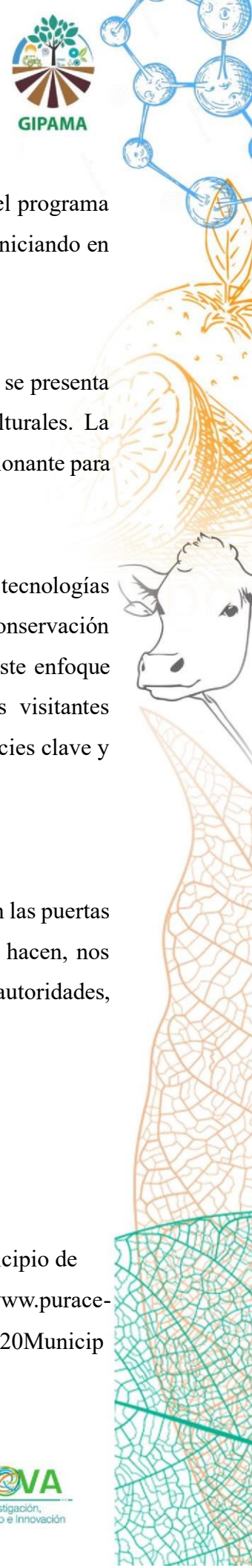


Figura 5: Activador de la ruta minerales y fósiles.

Fuente: elaboración propia.



Este activador muestra una imagen elaborada por inteligencia artificial, realizada en el programa libre stable difusión y direcciona a una animación relacionada con el uso del azufre, iniciando en su extracción y terminando con usos bélicos en la guerra

CONCLUSIONES

El proyecto de implementación de realidad aumentada en la mina de azufre de Puracé se presenta como una oportunidad valiosa para preservar y reutilizar recursos históricos y culturales. La integración de tecnologías avanzadas no solo ofrece una experiencia educativa y emocionante para los visitantes, sino que también contribuye al desarrollo sostenible de la región.

La implementación de un modelo de turismo sostenible en Puracé, utilizando tecnologías avanzadas, no solo revitalizará la economía local, sino que también contribuirá a la conservación de la biodiversidad y al fortalecimiento de la conectividad ecológica en la región. Este enfoque combina la realidad aumentada con la educación ambiental, asegurando que los visitantes comprendan la importancia del corredor biológico de Puracé en la protección de especies clave y en la regulación de los ecosistemas.

4. AGRADECIMIENTO

Agradecimiento a todo el personal de la mina de azufre de Puracé, quienes nos abrieron las puertas para la implementación del presente proyecto, el compromiso y el amor por lo que hacen, nos transmite un fuerte valor de la responsabilidad. Al Resguardo Indígena de Puracé y sus autoridades, por su acompañamiento vital para que se cumplieran los objetivos.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alcaldia de Puracé Coconuco. (2020). *Plan de desarrollo municipal 2020-2023*. Municipio de Purace.: disponible desde internet en: <https://www.purace-cauca.gov.co/MiMunicipio/ProgramadeGobierno/Plan%20de%20Desarrollo%20Municipio%20Purac%C3%A9%20Coconuco%202020%20-%202023.pdf>.



Betancourt Bustamante, M. (2018). *Desarrollo de una aplicacion movil que brinde informacion turistica de la cuenca media rural y alta del rio otun en el departamento de Risaralda.*

Pereira: disponible desde internet en:
<https://repositorio.ucp.edu.co/bitstream/10785/5012/9/DDMIST31.pdf>: Universidad Catolica de Pereira.

Cerpa, J., Chala, M., & Gomez, B. (2020). *Diseño e implementacion de una aplicacion movil para impulsar el turismo en el Caribe Colombiano.* Universidad del Norte Barranquilla, Colombia.

Corporacion Quiliparza. (2020). *Informe de ingreso de Turistas 2018-2020.*

Ferrer, S. (28 de 11 de 2023). *Tecnologias asociadas al turismo 4.0.* Obtenido de IEBS Business School: <https://www.iebschool.com/blog/tecnologias-asociadas-al-turismo-4-0/>

Gambarota, D., & Lorda, M. (2017). *El turismo como estrategia de desarrollo local*. Caracas, disponible desde internet en:
<https://www.redalyc.org/jatsRepo/3477/347753793006/html/index.html>: Revista geografica venezolana, universidad de los andes.

Gañan Sanchez, C., & Nieto Zuluaga, C. (2018). *Construccion de la marca turistica para el resguardo indigena de Puracé, ubicado en el departamento del Cauca, Colombia.* Manizales: Universidad Catolica de Manizales, disponible desde internet en:
<https://repositorio.ucm.edu.co/bitstream/10839/2088/1/Camila%20Ga%c3%blan.pdf>.

Hernandez Rojas, R., & Dancausa Millan, M. (2018). Turismo Gastronomico, la gastronomia tradicional de Cordoba (España). *Estudio y perspectivas en turismo*, pp -.

Ley 1930. (2018). *Ley 1930 de 2018, disposiciones para la proteccion de paramos en Colombia.* Disponible desde internet en:
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=87764>: Bogota.

Ministerio de comercio industria y turismo. (s.f). *Politica de Turismo sostenible.* disponible desde



internet en: <https://www.mincit.gov.co/minturismo/calidad-y-desarrollosostenible/politicas-del-sector-turismo/politica-de-turismo-sostenible/documento-depolitica-politica-de-turismo-sostenib.aspx>: mincomercio .

Muñoz Saba, Y., Baptiste , L. G., & German , A. I. (1999). reseña historica de la espeleologia en Colombia . *revista academinca de colombia ciencias*, disponible desde internet en https://www.accefyn.com/revista/Vol_23/supl/527-530.pdf.

Muñoz Segura , C. (2016). DIseño y desarrollo de un aplicativo movil en la plataforma android studio para la empresa allied electronics and service (servicios electronicos aliados) Perú. *Repositorio acadademico de la universidad Tecnologica de Pereira*, pp. 48, disponible desde internet en: <https://core.ac.uk/download/pdf/84108432.pdf>.

Navarro Cadavid, A., Fernandez Martinez, J., & Morales Velez, J. (2013). Revision de metodologias agiles para el desarrollo de software. *Prospectiva, una nueva vision para la ingenieria*, 2-11. disponible desde internet en: <https://www.redalyc.org/pdf/4962/496250736004.pdf>.

Nieto Mejia, A., Muñoz Vergara, J., Felix Mendoza, A., Barra Hernandez, V., & Perez Martinez, S. (2020). *Gatromonia y turismo una reflexion cultural* . Bogota D.C.: disponible desde internet: <https://repositorio.unitec.edu.co/bitstream/handle/20.500.12962/2144/Gastronomia%20y%20turismo%2C%20una%20reflexion%20cultural.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Quimic Cañarte, X. (2019). *Desarrollo de una aplicacion movil de turismo para impulsar y recuperar la memoria cultural de la ciudad de Guayaquil*. disponible desde internet en: <http://dspace.casagrande.edu.ec:8080/bitstream/ucasagrande/1894/1/Tesis2071QUIId.pdf>: Universidad Casa grande.

Salcedo Briceño, A. (5 de enero de 2023). *Explorar cuevas y cavernas, un viaje para el ser interior y los sentidos*. Obtenido de Caracol Radio, el sabor de Colombia: <https://caracol.com.co/2023/02/05/explorar-cuevas-y-cavernas-un-viaje-para-el-serinterior-y-los-sentidos/>

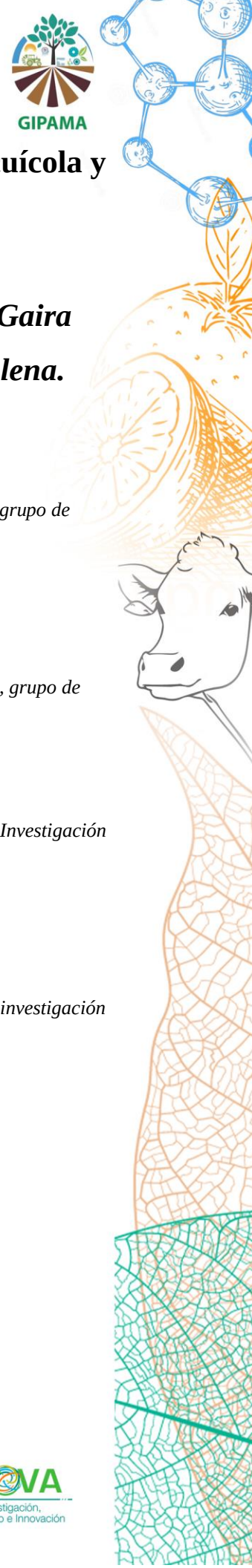


Servicio Nacional de Turismo SERNATUR. (2016). *Manual de destinos, elementos para la gestion de destunos turisticos.* disponible desde internet en: <https://www.sernatur.cl/wpcontent/uploads/2018/11/Manual-de-Destinos-Elementos-para-la-gestio%CC%81n-dedestinos-turisticos-1.pdf>: Subdireccion de desarrollo Sernatur, universidad de San Sebastian.

Tacero Pasamontes, I. (2017). *Desarrollo de una aplicacion de guia turistico avanzado par dispositivos moviles android.* disponible desde internet en: https://earchivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/28276/TFG_Ivan_Tacero_Pasamonte_s.pdf?sequence=1&isAllowed=y: Universidad Carlos III de Madrid.

Triana Antorveza, A. (s.f.). *El caso del resguardo de Puracé.*, fragmenteo del libro: dispnible desde internet en https://www.myriamjimeno.com/wp-content/uploads/2009/10/cap_6.pdf.

Victoriano Aja Graña, J. (2019). *Diseño y desarrollo de una aplicacion movil turistica a partir de datos abiertos - guia Santander.* disponible desde internet en: <https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/95667/6/ajajvTFM0619memoria.pdf>: Universidad abierta de Cataluña.



Educación Ambiental en el Sendero Ecológico del Centro Acuícola y Agroindustrial de Gaira – SENA Magdalena.

Environmental Education in the Ecological Trail of the Gaira Aquaculture and Agroindustrial Center – SENA Magdalena.

Aline Isabel Melo Henríquez¹

Bióloga, Centro Acuícola y Agroindustrial de Gaira – SENA Magdalena, Instructora SENNOVA, grupo de investigación INSEGAIRA, Santa Marta, Colombia. aimelo@sena.edu.co

ORCID 0000-0002-4251-1955

Maribel del Carmen Salgado Pertuz²

Arquitecta, Centro Acuícola y Agroindustrial de Gaira – SENA Magdalena, Instructora SENNOVA, grupo de investigación INSEGAIRA, Santa Marta, Colombia. msalgadop@sena.edu.co

Juliana Paola Maldonado Fernández³

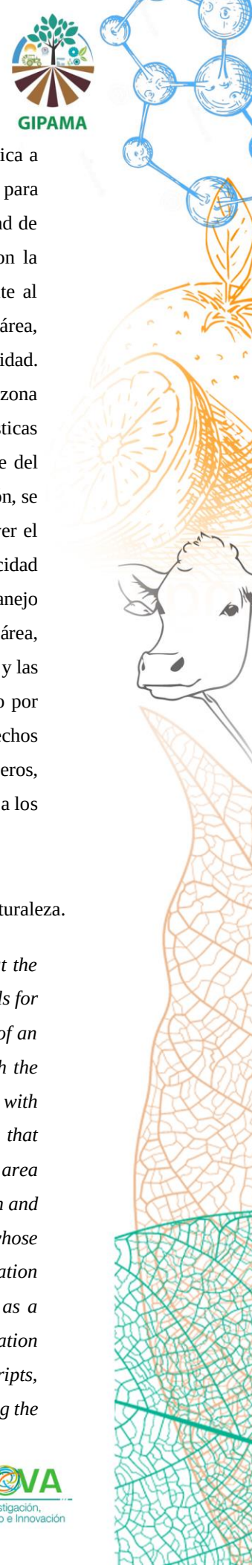
Técnico en Monitoreo Ambiental, Servicio Nacional de Aprendizaje. Investigador junior. Semillero de Investigación del Centro Acuícola y Agroindustrial de Gaira, Santa Marta, Colombia.

Jpmaldonado@sena.edu.co

María Camila Ruiz López⁴

Técnico en Monitoreo Ambiental, Servicio Nacional de Aprendizaje. Investigador junior. Semillero de investigación del Centro Acuícola y Agroindustrial de Gaira, Santa Marta, Colombia.

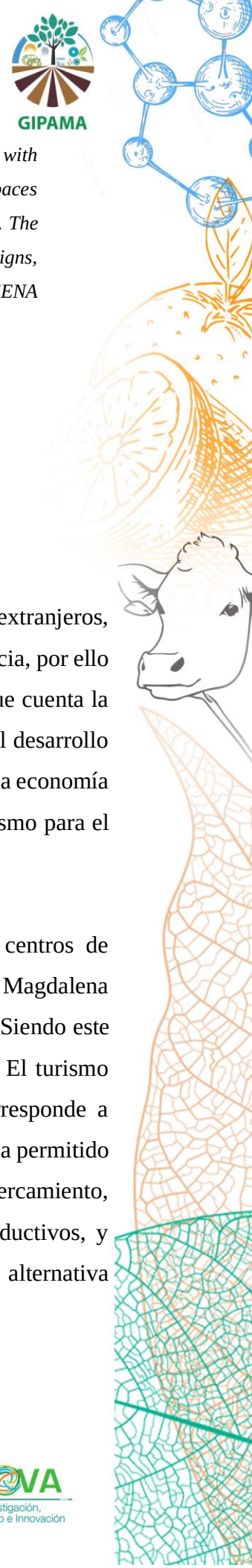
mruiz@sena.edu.co



Resumen— El Centro Acuícola y Agroindustrial de Gaira (CAAG), presenta una problemática a nivel de educación ambiental y biodiversidad, además de la falta de herramientas ambientales para continuidad de estos proyectos, es por ello que se establecieron elementos para la operatividad de un sendero ecológico interpretativo a fin de promover la conciliación del uso del sitio con la conservación de los recursos naturales. El senderismo es una de las actividades que permite al hombre interactuar con el medio ambiente, y con ello conocer la riqueza natural que tiene un área, creando así vínculos que relacionan la actividad ecoturística con la conservación de la biodiversidad. El CAAG, se encuentra ubicado en un sector rural de la ciudad de Santa Marta, rodeado por zona boscosa, lo que lo hace atractivo para la recreación y el disfrute de la naturaleza. Características propicias para el diseño de una ruta ecológica, cuya característica fundamental es el disfrute del medio ambiente a partir de los criterios de conservación de los recursos naturales. Por esta razón, se determinó la operatividad en un sendero ecológico como estrategia pedagógica para promover el conocimiento de la biodiversidad del área, además de recreación mediante estimativos de capacidad de carga y elaboración de guiones de interpretación ambiental, que aportan elementos para el manejo de la actividad ecoturística, a través de los senderos identificando las especies que habitan en el área, realizando inventarios de fauna y flora del CAAG, con información en guiones interpretativos y las estaciones con sus atracciones correspondientes. Se restauraron espacios aledaños al sendero por medio de paisajismo y murales con materiales reciclables. El sendero cuenta con pasamanos, techos para avistamiento de aves, los murales construidos en guadua, de igual forma contenedores, letreros, bancas realizadas con tapas plásticas recicladas. Finalmente, se han realizado sensibilizaciones a los aprendices y comunidad SENA sobre impactos ambientales, reciclaje entre otros.

Palabras clave— Medio Ambiente; Sensibilización; Educación Ambiental; Biodiversidad; Naturaleza.

Abstract— The Gaira Aquaculture and Agroindustrial Center (CAAG) presents a problem at the level of environmental education and biodiversity, in addition to the lack of environmental tools for the continuity of these projects. For this reason, elements were established for the operation of an interpretive ecological trail in order to promote the reconciliation of the use of the site with the conservation of natural resources. Hiking is one of the activities that allows man to interact with the environment, and thereby learn about the natural wealth of an area, thus creating links that relate ecotourism activity with the conservation of biodiversity. The CAAG is located in a rural area of the city of Santa Marta, surrounded by a forest area, which makes it attractive for recreation and the enjoyment of nature. Characteristics conducive to the design of an ecological route, whose fundamental characteristic is the enjoyment of the environment based on the criteria of conservation of natural resources. For this reason, the operation of an ecological trail was determined as a pedagogical strategy to promote knowledge of the biodiversity of the area, in addition to recreation through estimates of carrying capacity and the development of environmental interpretation scripts, which provide elements for the management of ecotourism activity, through the trails identifying the



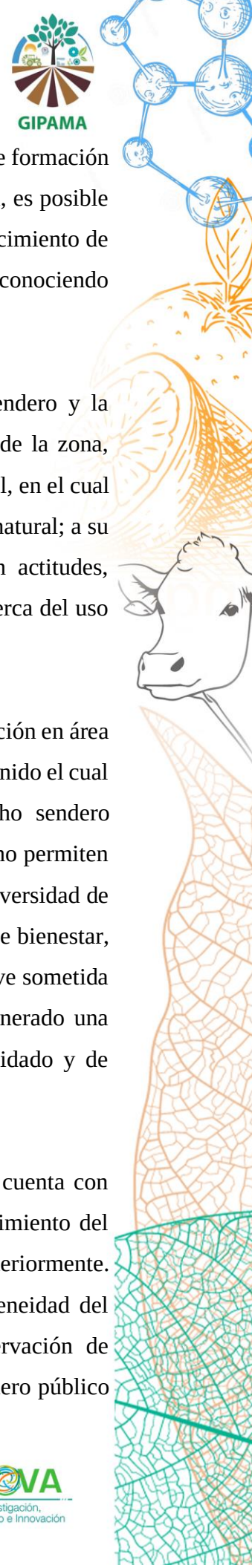
species that inhabit the area, carrying out inventories of fauna and flora of the CAAG, with information in interpretive scripts and the stations with their corresponding attractions. Spaces adjacent to the trail were restored through landscaping and murals with recyclable materials. The trail has handrails, roofs for bird watching, murals built in guadua, as well as containers, signs, benches made with recycled plastic lids. Finally, awareness has been raised among SENA apprentices and community about environmental impacts, recycling, among others.

Keywords— environment, sensitization, environmental education, biodiversity, nature.

1. INTRODUCCIÓN

La Ciudad de Santa Marta cada vez representa mayor interés en turistas nacionales y extranjeros, esto se refleja en que ha logrado consolidarse en la lista de lugares con mayor preferencia, por ello actualmente se está trabajando para lograr ampliar los productos turísticos con los que cuenta la ciudad. En el actual plan de desarrollo del Departamento las apuestas por turismo y el desarrollo sostenible propone priorizar y fomentar a través de modelos productivos incluyentes una economía diversificada, innovadora e incluyente (objetivo 4). Este programa en materia de turismo para el 2030 lo califica como reglón de la economía clave para el Magdalena (Ccsm, 2019).

En las mesas de trabajo de construyendo país, se destacan como necesidad los centros de interpretación, dentro de los aspectos de mayor relevancia por el departamento del Magdalena destacan: El turismo en el departamento del Magdalena representa el 9,96 en el PIB. Siendo este el departamento donde el turismo realiza el mayor aporte al PIB del departamento. El turismo representa el 7.78% del empleo de Colombia. En Magdalena este porcentaje corresponde a 10.64%. Santa Marta, tiene alrededor de un 70% de territorio de carácter rural, lo que ha permitido establecer rutas agro turísticas y naturales, espacio donde los turistas tienen un acercamiento, donde pueden conocer, e interactuar con la comunidad, conocer sus procesos productivos, y disfrutar de la belleza con la que goza estas áreas naturales, dándole una nueva alternativa encaminada al turismo rural o comunitario. (Instituto Distrital de Turismo, 2016).

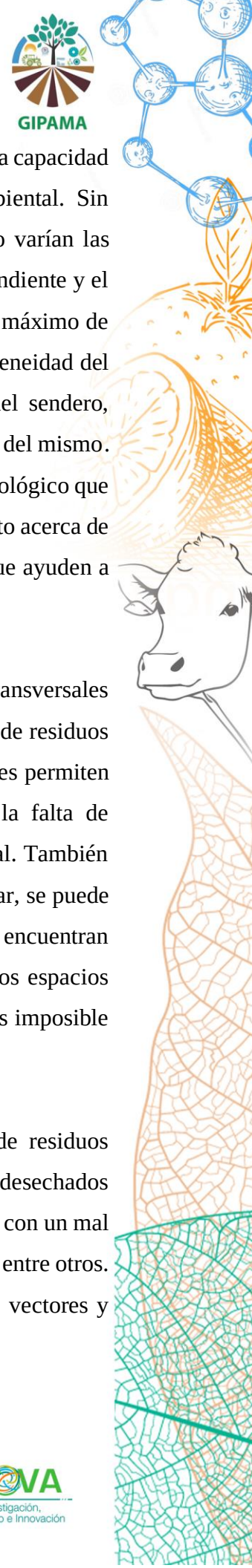


Aunque inicialmente está centrado en la comunidad SENA y los visitantes al Centro de formación nacionales e internacionales, se puede visibilizar como una nueva alternativa turística, es posible implementar el sendero de interpretación ambiental, en el CAAG, logrando el reconocimiento de una zona boscosa con características de un bosque seco, atrayendo otros sectores y reconociendo nuestro centro como potencial amigable como el medio ambiente.

Con esta actividad, se desea establecer un acercamiento entre los usuarios del sendero y la naturaleza, reconociendo la importancia de los recursos naturales, la fauna y flora de la zona, garantizando el menor impacto negativo en el lugar, teniendo en cuenta un marco legal, en el cual prevalece los factores a tener en cuenta, para el desarrollo de actividades en una área natural; a su vez la interacción con la naturaleza muy posiblemente se lograra un cambio, en actitudes, aptitudes, la participación, y toma de conciencia a través de conocimientos claros acerca del uso racional de los recursos naturales.

El Centro Acuícola y Agroindustrial de Gaira, cuenta con zonas boscosas por su ubicación en área rural de la ciudad de Santa Marta, este espacio puede organizarse como sendero predefinido el cual incluye un área natural con gran variedad de biodiversidad a su alrededor. Dicho sendero actualmente es inutilizado, casi nadie ingresa por la cantidad de monte y maleza que no permiten el paso, prohibiendo el acceso un lugar con un cuerpo de agua natural donde llegan diversidad de aves, de igual forma gran cantidad de árboles frondosos quienes brindan un espacio de bienestar, sombra y brisas muy necesarias con los cambios de temperatura tan drásticos que se ve sometida la población samaria. Existe carencia de cuidar este espacio, de usarse, esto ha generado una alteración en los ciclos biológicos propios del ecosistema debido a la falta de cuidado y de apropiación de los aprendices.

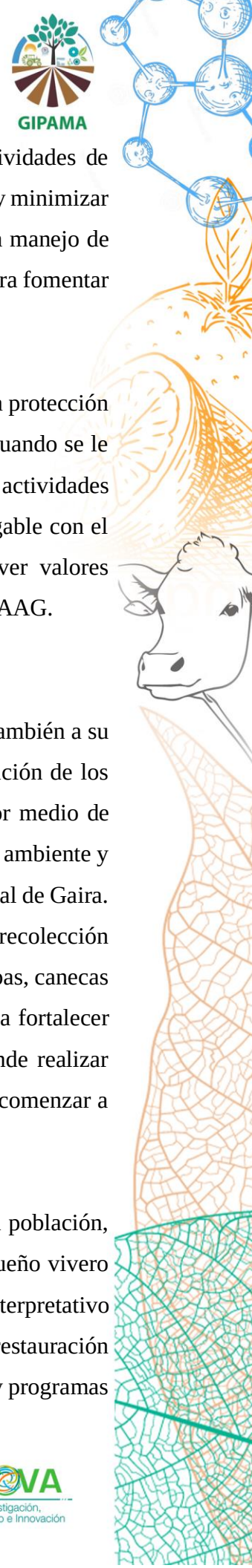
Por otra parte, esta zona representa un riesgo para los aprendices debido a que no cuenta con medidas de seguridad y tampoco se han definido criterios técnicos para el establecimiento del sendero, además el CAAG no contempla estudios referentes a senderos ecológicos anteriormente. Para establecer un sendero ecológico interpretativo se requiere analizar la heterogeneidad del entorno y buscar alternativas para compatibilizar el uso del área con la conservación de biodiversidad; una herramienta para el manejo de la actividad ecoturística en un sendero público



o no, es el establecimiento de la capacidad de carga (Cifuentes 1992). El estimativo de la capacidad de carga permitirá hacer una recreación controlada con un mínimo impacto ambiental. Sin embargo, para estimar la capacidad de carga de un sendero se necesita saber cómo varían las características físicas como la erodabilidad, el grado de compactación del suelo, la pendiente y el anegamiento del terreno a fin de generar factores de corrección con respecto al límite máximo de visitantes que pueden circular a través del sendero (Cifuentes 1992). Dada la heterogeneidad del terreno, las anteriores características pueden variar de un sitio a otro a lo largo del sendero, generando así diferencias en las acciones de manejo que puedan establecerse a lo largo del mismo. Por lo cual se plantea como estrategia de gestión ambiental, el diseño de un sendero ecológico que sirva como herramienta estratégica que genere reflexión, sensibilización y conocimiento acerca de la importancia y fragilidad medioambiental a fin de propiciar actitudes y prácticas que ayuden a conservar la biodiversidad del entorno.

Luego de realizar diversos sondeos con los aprendices indican que las competencias transversales en el área ambiental tienen buenas actividades (construcción de huertas y tratamiento de residuos orgánicos –compost) pero no hay una continuidad de los mismos. Estas intervenciones permiten concluir que el problema de la institución, a nivel de educación ambiental, es la falta de herramientas ambientales para la continuidad en los proyectos de educación ambiental. También se manifestó que no tienen espacios para descansar, en sus recesos o luego de almorzar, se puede evidenciar al mediodía aprendices almorzando en el piso, en cualquier pasillo donde encuentran sombra y fresco, estas no son las condiciones ideales, aunque se cuentan con muchos espacios verdes, están desprovistos de bancas y puede haber incluso bastante ruido, si llueve es imposible estar en esos espacios.

De igual forma se contempla en este proyecto, la gran cantidad de generación de residuos especialmente plástico por la comunidad de aprendices e instructores, los cuales son desechados inmediatamente sin ningún otro tipo de uso, aumentando esta problemática ambiental, con un mal manejo se presentan desbordamiento de arroyos, llegan directamente a las playas, ríos, entre otros. Ocasionando problemas a la salud, impactos visuales, malos olores, propagación de vectores y gran cantidad de residuos tirados en las canecas.

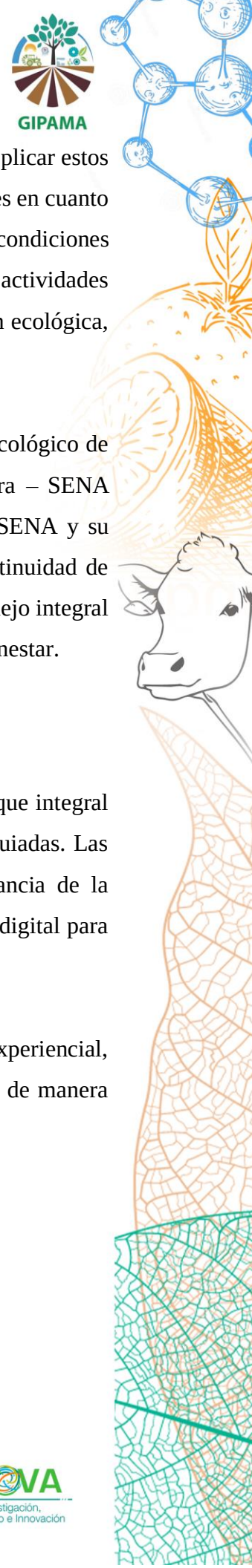


El diseño del sendero ecológico alrededor del CAAG, facilita el desarrollo de actividades de investigación y educación ambiental, con el fin de hacer uso adecuado del área natural y minimizar el impacto a la biodiversidad. Para esto es necesario conocer y enseñar sobre el buen manejo de un sendero ecológico, que ayudará en la gestión y conservación del medio ambiente para fomentar su cuidado.

Los criterios para la conservación de la biodiversidad son necesarios ya que se busca la protección de las diferentes especies que habitan la zona que es un asunto de vital importancia cuando se le observa en un contexto global en el que tanto la flora, como la fauna, debido a actividades humanas, se han visto perjudicadas. En este sentido, este proyecto es un intento amigable con el medio ambiente y de concienciación con los aprendices del CAAG, por promover valores ambientales que resulten en el cuidado permanente del entorno natural que rodea al CAAG.

El sendero ecológico aportará al conocimiento de la biodiversidad del entorno como también a su cuidado y conservación a través de guiones de interpretación ambiental con información de los individuos más representativos, de igual forma utilizando las nuevas tecnologías por medio de códigos Qr. El proyecto busca ser una herramienta pedagógica que beneficie al medio ambiente y la biodiversidad de la que goza el entorno que rodea al Centro Acuícola y Agroindustrial de Gaira. En conjunto con el semillero de investigación, se pretende intensificar las campañas de recolección de residuos, los cuales son utilizados como materia prima para realizar murales con tapas, canecas con botellas, bancas, materas, paredes verdes, entre otros. Dentro de las actividades a fortalecer estos espacios en el CAAG, embelleciendo con lo que se tira a la basura, se pretende realizar actividades con los visitantes que deseen y hasta los mismos aprendices que quieran comenzar a ver estas actividades como fuente de empleo.

El proyecto tendrá impactos en las diversas áreas de formación, incluyendo a toda la población, dentro del sector agrícola y de aprovechamiento forestal, se visiona construir un pequeño vivero ecológico representativo y auto-sostenible al final del recorrido del Sendero interpretativo indispensable para garantizar la producción de material vegetal que contribuya a la restauración activa de ecosistemas. De esta manera, a los visitantes muchas veces de CampeSENA y programas



como SER emprende Rural, de colegios con Tecnoacademias, se busca incentivar a replicar estos conocimientos en sus parcelas, aumentar los conocimientos y fortalecer las capacidades en cuanto a la propagación de especies, el manejo y tratamiento de frutos y semillas, las condiciones apropiadas para la germinación y el cuidado de las plantas en crecimiento, tanto para actividades agrícolas y ornamentales como forestales o de los diferentes enfoques de restauración ecológica, entre otros aspectos clave.

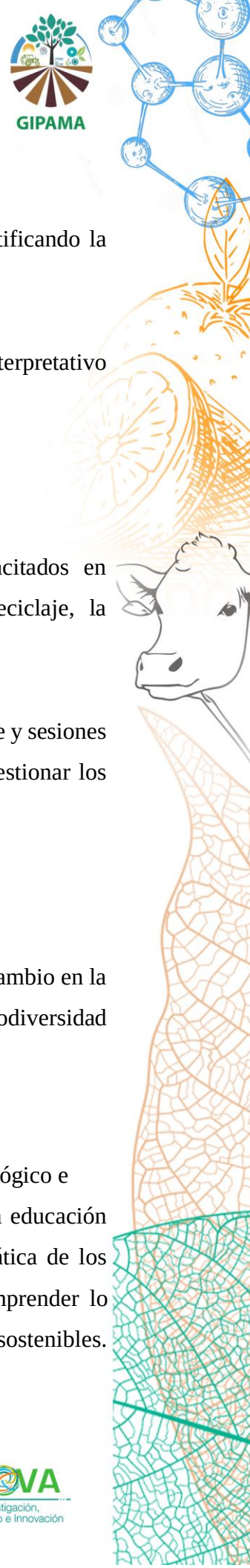
Y por último, se recalca que esta propuesta de diseño e implementación de sendero ecológico de interpretación, concebido instalado en el Centro Acuícola y Agroindustrial de Gaira – SENA Magdalena. Ha sido ideado desde las necesidades de la comunidad de aprendices SENA y su implementación aportará significativamente a la educación, a la protección y a continuidad de proyectos ambientales, con la finalidad de servir de apoyo en la conservación y el manejo integral de esta área natural, bajo el esquema de una propuesta educativa, ecoturística y de bienestar.

2. METODOLOGÍA

La metodología propuesta para promover la educación ambiental se basa en un enfoque integral que combina el diseño de campañas ambientales, actividades interactivas y visitas guiadas. Las campañas están orientadas a sensibilizar a la comunidad SENA sobre la importancia de la conservación del medio ambiente, utilizando herramientas de comunicación visual y digital para llegar a diversos visitantes al sendero.

Las actividades interactivas fomentan la participación activa y el aprendizaje experiencial, permitiendo que los participantes se involucren directamente con temas ambientales de manera práctica.

Diseño del programa



Fase 1: Preparación y planificación

- Investigación preliminar: Realizar un diagnóstico del área del sendero, identificando la biodiversidad local y los tipos de residuos comunes.
- Desarrollo de material didáctico: Crear guías informativas y señalización interpretativo sobre la flora, fauna y práctica sostenibles.

Fase 2: Implementación

- Visitas guiadas: Organizar recorridos educativos a cargo de guías capacitados en interpretación ambiental. Durante estas visitas, se abordarán temas sobre el reciclaje, la identificación de residuos y el impacto ambiental de los plásticos de un solo uso.
- Actividades interactivas: Incluir actividades prácticas, como talleres de reciclaje y sesiones de clasificación de residuos, donde los participantes puedan aprender a separar y gestionar los desechos adecuadamente.

Fase 3: Retroalimentación

Actividades post recorrido: Realizar actividades después del recorrido para medir el cambio en la conciencia y actitudes hacia el reciclaje, gestión de residuos y conservación de la biodiversidad local.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante las actividades de sensibilización y recorridos guiados por el sendero ecológico e interpretativo del CAAG, se llevaron a cabo diversas iniciativas enfocadas en la educación ambiental, con especial atención a la caracterización de residuos y la problemática de los plásticos de un solo uso. Estas actividades permitieron a los participantes comprender lo importante que es reducir el impacto ambiental a través de prácticas responsables y sostenibles.

Caracterización de residuos

Se realizó una dinámica de clasificación y caracterización de residuos que se generan en cada área del CAAG. Los participantes identificaron los diferentes tipos de residuos sólidos, separándolos en categorías como orgánico, no aprovechable, aprovechable y peligrosos. En esta dinámica pudimos apreciar la falta de conocimiento respecto a la adecuada gestión de residuos, por lo que estos espacios de conocimientos son valiosos para generar nuevos conocimientos y cambios en el proceder para actuar de forma consiente (Ver figura 1).



Figura 1. Dinámica clasificación y caracterización de residuos en el CAAG

Fuente. Elaboración propia

Concienciación sobre el plástico de un solo uso

Se realizaron charlas y actividades interactivas en las que se resaltaron los efectos negativos de los plásticos de un solo en los ecosistemas (Ver figura 2). Se brindó información sobre alternativas sostenibles, como el uso de bolsas reutilizables, botellas retornables y la compra de productos sin empaque plástico.



Figura 2. Sensibilizaciones en ambientes de formación del CAAG.

Fuente. Elaboración propia

Guianzas en el sendero ecológico e interpretativo

Durante los recorridos por el sendero, se abordaron temas clave relacionados con la biodiversidad, la flora y fauna locales, y el impacto de la contaminación en la conservación y se resaltaron las buenas prácticas para disfrutar de la naturaleza de manera responsable. Se lograron atender las visitas de 6 colegios con 242 aprendices de articulación con la media. Del CAAG se recibió entre técnicos y tecnólogos 225 aprendices de diferentes fichas, sin contar los que asisten al sendero sin nuestro acompañamiento. Adicional a esto se recibieron 2 visitas externas 2 nacional y 1 internacional de Francia para un total de 31 personas. Se realizó encuesta de percepción a todos los visitantes, recibiendo satisfacción de estar en el lugar, además de los beneficios para toda la comunidad SENA, de igual forma recomendaciones para lograr tener un ambiente ideal para todos los visitantes las cuales se han tenido en cuenta para comenzar a implementar (Ver Figura 3).



Figura 3. Guianza de recorridos en el sendero ecológico a visitantes externos del CAAG.

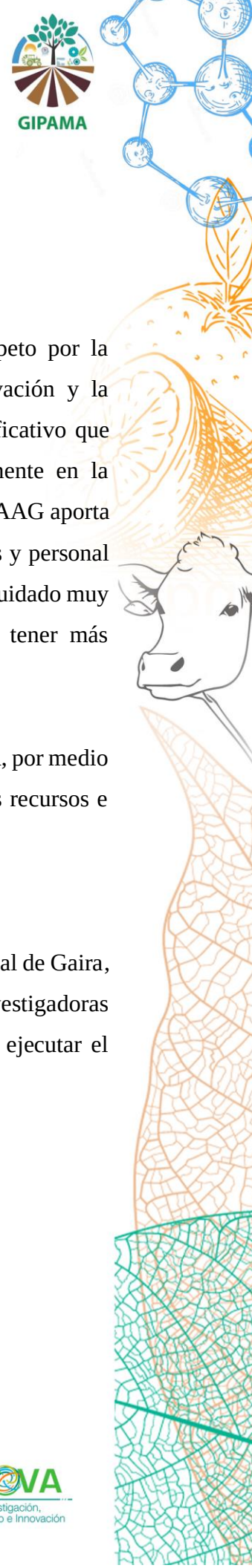
Fuente. Elaboración propia

Se pudo implementar un sendero ecológico en un espacio no utilizado en el Centro de formación y en cambio se tiene ahora un lugar de bienestar, descanso, estar en contacto con la naturaleza, escuchar las aves y conocer de la fauna y flora que nos rodea, se continuará un segundo tramo, con apoyo de aprendices e instructores del CAAG y de esta forma contribuir al cuidado y conservación del medio ambiente.



Figura 4. Sendero Ecológico del CAAG

Fuente. Elaboración propia



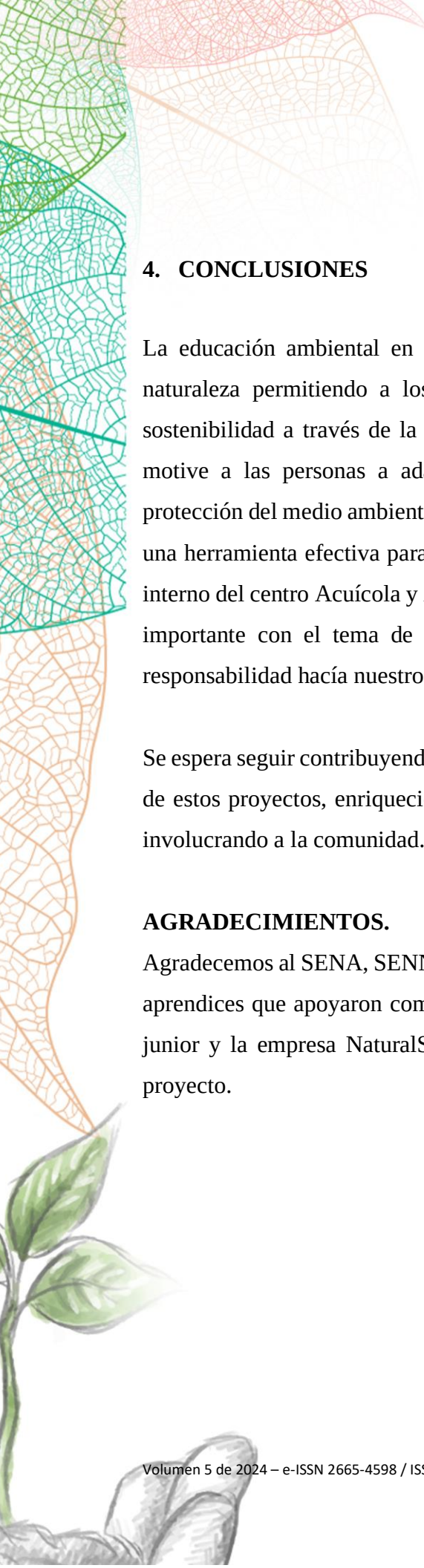
4. CONCLUSIONES

La educación ambiental en un sendero ecológico fomenta la conciencia y el respeto por la naturaleza permitiendo a los visitantes comprender la importancia de la conservación y la sostenibilidad a través de la experiencia directa, se promueve un aprendizaje significativo que motive a las personas a adaptar prácticas responsables y a involucrarse activamente en la protección del medio ambiente. Se puede observar que con el sendero ecológico del CAAG aporta una herramienta efectiva para la educación ambiental, ya que conecta a los visitantes y personal interno del centro Acuícola y Agroindustrial de Gaira a proteger su entorno natural y cuidado muy importante con el tema de la biodiversidad la fauna y la flora del área para sí tener más responsabilidad hacía nuestro planeta tierra.

Se espera seguir contribuyendo a los conocimientos ambientales a la comunidad SENA, por medio de estos proyectos, enriqueciendo la biodiversidad, buscando la conservación de sus recursos e involucrando a la comunidad.

AGRADECIMIENTOS.

Agradecemos al SENA, SENNOVA, especialmente al Centro Acuícola y Agroindustrial de Gaira, aprendices que apoyaron como monitores, contrato de aprendizaje, las egresadas investigadoras junior y la empresa NaturalSIG por su valioso apoyo y contribuciones para poder ejecutar el proyecto.





REFERENCIAS

Acosta, k, vaquero, L. (2012). Diseño de un sendero ecológico interpretativo como estrategia pedagógica para fomentar el conocimiento de las aves y la defensa del humedal JABOQUE en la localidad de Engativá. (Bogotá D.C). Biografía: escritos sobre la biología y su enseñanza, vol. 4, (nº-6), pp.88-109. ISSN 2077-1034.

Amador, E.; Cayot, L; Cifuentes, M; Cruz, E &. Cruz, F. (1996) «Determinación de la capacidad de carga turística en los sitios de visita del parque nacional Galápagos.,» Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales y Vida Silvestre (Puerto Ayora, Islas Galápagos),

pp. 08-42, http://81.47.175.201/stodomingo/attachments/article/205/CCT_Galapagos.pdf

Ariza, C., Donato, M. y Trujillo, G. (2000). Establecimiento de un sendero ecológico interpretativo como estrategia ecoturística educativa para la conservación de la Biodiversidad de la comunidad



Uitota: Monilla Amena Manida Nairai Isuru, Km 9.8. Leticia Amazonas. Trabajo de grado para optar el título como Licenciado en Biología, Universidad Pedagógica Nacional.

Barajas Monsalve, M., & Parra Montealgre, E. (2017). El sendero ecológico, una alternativa didáctica para conservar los recursos naturales. https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/3333/SENDERO_ECOLOGICO_

Banchon Naranjo, A. B. (2019). Análisis de los recursos ecoturísticos para el diseño de un guion interpretativo ambiental en el sendero las siete cascadas en naranjal. Trabajo de grado. Obtenido de:

<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/35008/1/ANA%20BEL%C3%89N%20BANCH%C3%93N%20NARANJO.pdf>

Björk. (2000). Ecotourism from conceptual perspective, an extended definition of a unique tourism form. International journal of tourism research, 189 – 202.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/%28SICI%2915221970%28200005%06%292%3A%3C189%3A%3AAIDTR195%3E3.0.CO%3B2-T>

Botero Saltarén, C., Hurtado García, Y., González Porto, J., Ojeda Manjarrés, M., & Díaz Rocca, L. (2008). Metodología de cálculo de la capacidad de carga turística como herramienta para la gestión ambiental. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/viewFile/14036/14817>

Colmenares, A. M. (2012). Investigación-acción participativa: una metodología integradora del conocimiento y la acción. Voces y Silencios: Revista Latinoamericana de Educación, Vol. 3, No. 1, 102-115.

García Ruvalcaba , S., Flores Ibarra, A., & Valdez Quezada , b. (2016). Diseño y operación de un sendero interpretativo universitario.

[http://www.anea.org.mx/CongresoEAS/Docs/175P-BIODGarciaRuvalcabaV2\(OK\).pdf](http://www.anea.org.mx/CongresoEAS/Docs/175P-BIODGarciaRuvalcabaV2(OK).pdf)



Gómez, L. I. (Septiembre de 2017). Diseño de senderos interpretativos en el área de protección de flora y fauna Nevado de Toluca.

<http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/67470/UAEM-FAPUR-TESISLUIS%20ISAAC%20LEGORRETA%20GOMEZ.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

González, M; Teixeira, E; Urías, G. (2009) La interpretación. La interpretación ambiental como guía metodológica para la superación profesional de los docentes de campo verde, Brasil.32.221-242. ISSN:1577-0338.

Jiménez, E. C. (2016). Diseño e implementación del sendero ecoturístico estratégico para el aprovechamiento sostenible de los ecosistemas de manglar y bosque seco tropical en isla grande.

<http://www.ideasparaelcambio.gov.co/reto/dise%c3%b1o-eimplementaci%c3%b3ndel-sendero-ecotur%c3%adstico-estrat%c3%a9gico-para-el-aprovechamientosostenible>

Lumbreras, C. (2005). Pasea: senderismo, cultura y naturaleza con ecologistas en acción. Una propuesta de educación ambiental. Ecosistemas revista científica y técnica de ecología y medio ambiente. pp.123-134. <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=128>

Pellegrini, N. (2009). Sendero de interpretación ambiental en el Bosque de la Universidad Simón Bolívar. Sapiens. Revista Universitaria

de Investigación, 10(2), 47-67. ISSN:1327-5815
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41021266003>

Pellegrini, N; Reyes, R; Pulido, M. (2007). Programa de interpretación ambiental en la universidad Simón Bolívar: sus recursos, su cultura y su historia. Educere. Revista venezolana de educación, vol. 11 (num.39), pp.605=611.ISSN:1316-4910



Reyes, A., Torres, J., Villarraga, L., & Meza, M. (2017). Valoración del paisaje y evaluación del potencial interpretativo como herramienta para el turismo sostenible en el Ecoparque Las Monjas (La Mesa, Cundinamarca. Cuadernos de Geografía – Revista Colombiana de Geografía, pp. 177-194.

Tudela , L., & Giménez, I. (2009). Capacidad de carga turística en cuatro senderos de Caravaca de la Cruz (Murcia). ISSN: 0213-1781. pp. 147-158. <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-41220/28tudelaygimenez.pdf>

Vidal L.M. & Alí Moncada J. (2006) Los senderos de interpretación ambiental como elementos educativos en Venezuela. Redalyc. Revista de investigación No.59. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Obtenidos en <https://www.redalyc.org/pdf/3761/376140373002.pdf>



Eficiencia en el uso de los kits inteligentes para suministro de energía eléctrica y potabilización de agua en zonas no interconectadas en el Departamento de Sucre.

Efficiency of smart kits for electricity supply and water purification in non-grid areas of Sucre Department.

Rosa Elena Rojas Amaya¹

1 Servicio Nacional de Aprendizaje (Sena), Centro de la Innovación la Tecnología y los Servicios, Profesional en Comercio Internacional, Especialista en Derecho Aduanero y Ms. en Desarrollo Social, Sincelejo, Colombia

rerojas@sena.edu.co

ORCID <https://orcid.org/0009-0003-6587-2782>

Ángel Douglas Mosquera²

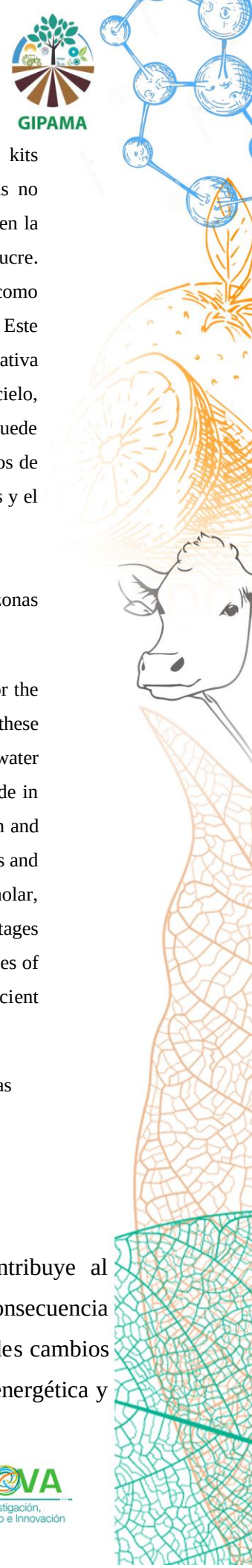
2 Servicio Nacional de Aprendizaje (Sena), Centro de la Innovación la Tecnología y los Servicios, Ingeniero Mecatrónico, Sincelejo, Colombia
amosquera@sena.edu.co

ORCID <https://orcid.org/0009-0000-5066-0347>

Vanessa Flórez Ramos³

3 Servicio Nacional de Aprendizaje (Sena), Centro de la Innovación la Tecnología y los Servicios, Ing. Agrícola, Ms. Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Sincelejo, Colombia
vflorez@sena.edu.co

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0123-9326>



Resumen— El objetivo de este artículo es identificar que tan eficiente es el uso de los kits inteligentes para el suministro de energía eléctrica y potabilización del agua en las zonas no interconectadas que no cuentan con estos servicios y la falta de continuidad y confiabilidad en la prestación del servicio de energía y agua potable en comunidades rurales del departamento de Sucre. Para esto, se realiza la ilustración en detalle acerca de la importancia de la energía y del agua como medio de subsistencia para la población y la vegetación como fuente de provisión alimentaria. Este estudio toma como referencias artículos científicos, revistas y libros como fuente informativa partiendo de los años 2003 a 2024, motores de búsqueda Google académico, Dialnet, Scielo, Redalyc. Teniendo en cuenta la investigación identificar las ventajas o desventajas que puede brindar el uso de estos kits inteligentes. Especialmente la modernización de los equipos y usos de los recursos que brinda la naturaleza como técnicas de innovación y tecnología, los beneficios y el funcionamiento eficiente.

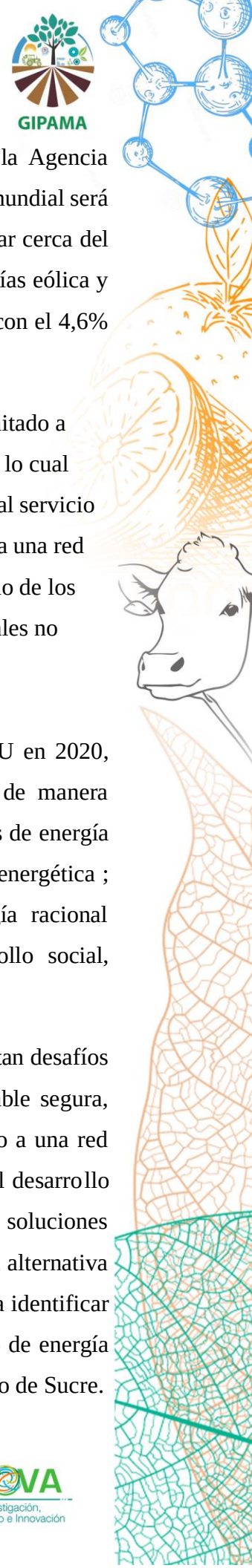
Palabras clave— Energía eléctrica; agua potable; energías limpias; cambio climático; zonas interconectadas.

Abstract— The objective of this article is to identify how efficient is the use of smart kits for the supply of electricity and water purification in non-interconnected areas that do not have these services and the lack of continuity and reliability in the provision of energy and drinking water services in rural communities of the department of Sucre. To this end, the illustration is made in detail about the importance of energy and water as a means of subsistence for the population and vegetation as a source of food supply. This study takes as references scientific articles, journals and books as an informative source starting from the years 2003 to 2024, search engines Google scholar, Dialnet, Scielo, Redalyc. Taking into account the research, identify the advantages or disadvantages that the use of these smart kits can provide. Especially the modernization of equipment and uses of resources provided by nature such as innovation techniques and technology, benefits and efficient operation.

Keywords— Electric power, drinking water, clean energy, climate change, interconnected áreas

1. INTRODUCCIÓN

La energía es uno de los principales motores de la economía ya que contribuye al funcionamiento de las industrias y al desarrollo de innovaciones, que tiene como consecuencia un crecimiento económico. Sin embargo, el sector energético está sufriendo grandes cambios ya que las principales economías están invirtiendo para conseguir una transición energética y

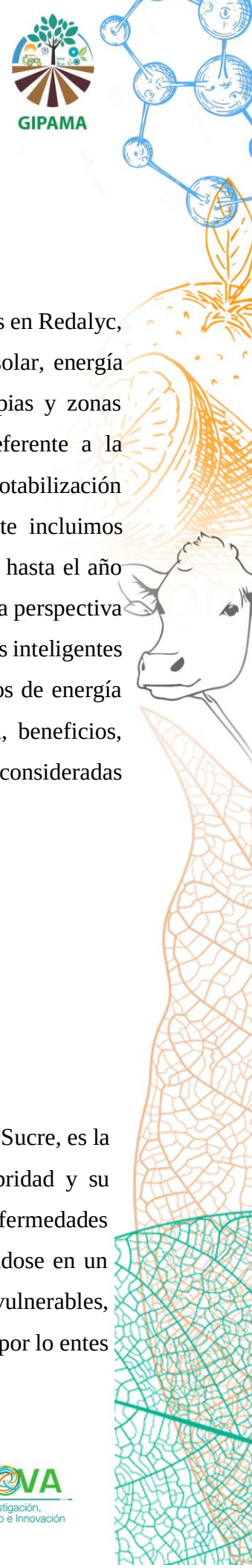


que las energías renovables sean la principal fuente de electricidad. 1 Según la Agencia Internacional de la Energías, se prevé que en el año 2030 el 65% de la electricidad mundial será generada por energías renovables, y que en el año 2050 estas llegarán a suministrar cerca del 90% de la electricidad global (Naciones Unidas, 2023). Por el momento, las energías eólica y solar han generado en 2021 un 10,3% de la electricidad mundial en comparación con el 4,6% en 2015(Rueda & María, 2024).

Las zonas rurales del departamento de Sucre enfrentan desafíos como el acceso limitado a servicios básicos como energía eléctrica y agua potable en las comunidades rurales lo cual afectando gravemente la salud y el bienestar de la comunidad. Dado que el acceso al servicio del agua potable es un pilar fundamental para la preservación de la salud. Acceder a una red de agua potable es un asunto muy importante en relación a la salubridad y desarrollo de los pueblos; hay localidades alejadas que por motivos económicos, geográficos y sociales no cuentan con este servicio básico.(Pinto & Franco, 2022).

En los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 6 y 7 establecidos por la ONU en 2020, plantea que todas las personas tengan acceso a agua potable y saneamiento de manera equitativa, y que la calidad del agua mejore a nivel global y se invierta en fuentes de energía limpia, como la hidráulica, la eólica o la solar, y que se mejore la productividad energética ; con el fin de generar conciencia sobre la importancia de un consumo de energía racional para asegurar un futuro prometedor, buscando un equilibrio entre el desarrollo social, económico y la protección ambiental (Pastran, 2021).

Tomando en cuenta lo anterior las zonas rurales del departamento de Sucre enfrentan desafíos como el acceso limitado a servicios básicos como energía eléctrica y agua potable segura, afectando gravemente la salud y el bienestar de la comunidad. La falta de acceso a una red eléctrica estable y la carencia de sistemas de potabilización adecuados impiden el desarrollo socioeconómico de estas regiones. Ante esta problemática, la implementación de soluciones energéticas sostenibles y sistemas de potabilización de agua se presenta como una alternativa viable para mejorar la calidad de vida de los habitantes. En este sentido se plantea identificar que tan eficiente es el uso de los kits inteligentes (panel solar) para el suministro de energía eléctrica y potabilización del agua en las zonas no interconectadas del departamento de Sucre.

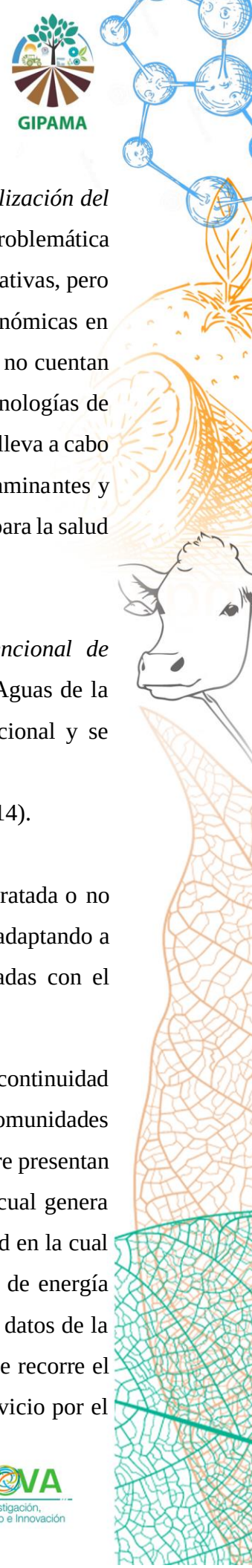


2. METODOLOGÍA

Inicialmente, se realizó una búsqueda bibliográfica sistemática en las bases de datos en Redalyc, Google academic, Scielo, y Dialnet, utilizando los siguientes términos: energía solar, energía eléctrica, potabilización de agua, agua potable, cambio climático, energías limpias y zonas interconectadas. La búsqueda generó como resultado múltiple información referente a la eficiencia en el uso de los kits inteligentes para suministro de energía eléctrica y potabilización de agua en zonas no interconectadas en el departamento de Sucre. Finalmente incluimos veintinueve (29) artículos publicados en los últimos diez años, desde el año 2003 hasta el año 2024, a excepción de los ODS que datan de 1986. Estas referencias nos brindan una perspectiva histórica de las energías renovables y la potabilización de agua y la propuesta de kits inteligentes para las zonas interconectadas del departamento de Sucre que carecen de servicios de energía eléctrica y agua potable, el resto son revisiones bibliográficas de la evolución, beneficios, antecedentes y perspectivas futuras de las energías renovables que fueron consideradas pertinentes.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Es importante establecer que una de las problemáticas presente en el departamento de Sucre, es la disponibilidad limitada del agua potable, lo cual ha generado problemas de salubridad y su desarrollo. La carencia de agua potable despierta en las comunidades rurales enfermedades causadas por la falta de potabilización, afectando la salud de sus habitantes, convirtiéndose en un riesgo inminente, colapsando también al sector salud principalmente a los grupos vulnerables, impidiendo el crecimiento y desarrollo normal y saludable, en un entorno garantizado por los entes gubernamentales para la prestación de servicios con calidad.

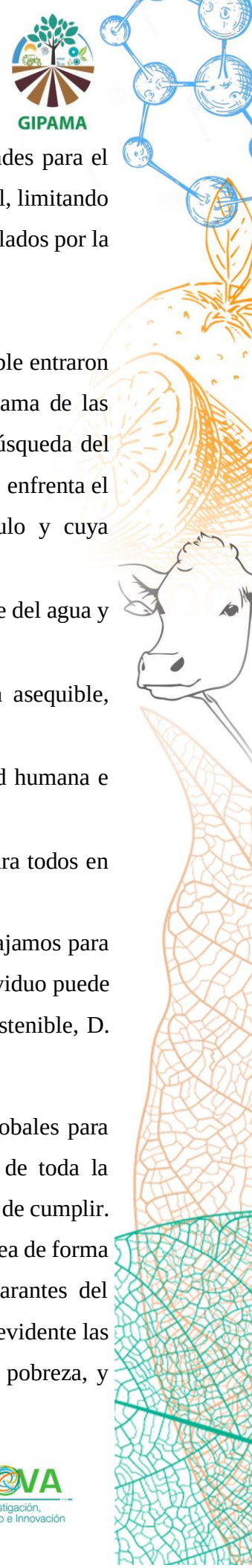


Estudios realizados como el reporte de caso: *Beneficios socio ambientales por potabilización del agua en los pueblos palafíticos de la ciénaga grande de Santa marta-Colombia*, la problemática existente de falta de potabilización del agua ha permitido el estudio de diversas alternativas, pero que la instalación de sistemas de potabilización de agua requiere de inversiones económicas en algunos casos baja; sin embargo, existen comunidades rurales en todo el mundo, que no cuentan con estos recursos económicos básicos para la construcción e implementación de tecnologías de potabilización de agua. Este estudio de caso abarca el uso de tecnologías, en las que se lleva a cabo distintos procesos para el tratamiento del agua, cuya finalidad es la de remover contaminantes y patógenos en el agua hasta ciertas concentraciones aptas, que no representen un riesgo para la salud humana. Lugo, & Lugo, (2018).

Otros estudios como el *Tratamiento de lodos generados en el proceso convencional de potabilización de agua* se desarrolló en las instalaciones de la PTAP de Aguas & Aguas de la ciudad de Pereira en el Eje Cafetero colombiano, que realiza tratamiento convencional y se abastece de una fuente de agua superficial para la cual utilizan sulfato de aluminio – $Al_2(SO_4)_3$ – en el proceso de coagulación. Gutiérrez, Ramírez, Rivas, & Paredes, (2014).

El agua potable se refiere al agua, tanto superficial como subterránea, que ha sido tratada o no tratada porque está libre de contaminación. La definición de agua potable se ha ido adaptando a los avances científicos y a las nuevas tecnologías, especialmente aquellas relacionadas con el análisis de contaminantes. Rodríguez, (2008).

El objetivo principal de este artículo de revisión, se centra principalmente en la falta de continuidad y confiabilidad en la prestación del servicios de energía eléctrica y agua potable en comunidades rurales del departamento de Sucre, donde estas zonas rurales del departamento de Sucre presentan gran dificultad como el acceso limitado y además costoso a la energía eléctrica, lo cual genera inestabilidad social, económica e inequidad en el acceso al desarrollo y competitividad en la cual se evidencian zonas no interconectadas que no cuentan con una red de distribución de energía eléctrica, afectando la calidad vida de las personas que viven en estos lugares. Según datos de la empresa de distribución de energía en la región caribe; la infraestructura eléctrica que recorre el departamento de Sucre, presenta fallas, como la baja calidad en la prestación del servicio por el



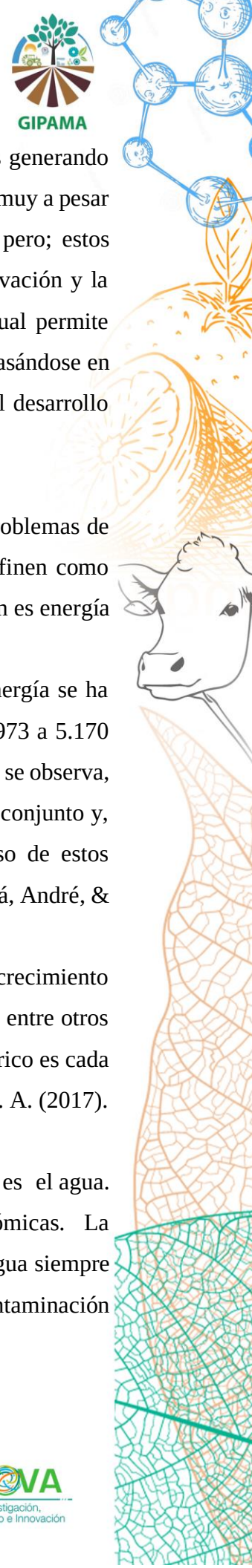
mal estado de la infraestructura existente, por tal motivo siendo una de las dificultades para el desarrollo social y económico en las región caribe, presentando una distribución radial, limitando e ineficiente que no cumplen con los parámetros de calidad de energía exigidos y regulados por la CREG (Comisión de Reguladora de Energía y Gas).

A nivel mundial en temas de ODS la agenda 2030, los objetivos de desarrollo sostenible entraron en vigencia en enero del año 2016 y guían la política y la financiación del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) hasta el 2030. Lo cual obedece a la búsqueda del desarrollo sostenible en donde la Naciones Unidas abordan desafíos más urgentes que enfrenta el mundo entre ellos destacamos aquellos que enmarcan el objetivo de este artículo y cuya importancia se enmarcan en algunos de ellos:

- **Agua limpia y saneamiento:** Asegurar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.
- **Energía asequible y no contaminante:** Asegurar el acceso a una energía asequible, confiable, sostenible y moderna.
- **Acción por el clima:** Mejorar la educación, la concienciación y la capacidad humana e institucional sobre la mitigación del cambio climático y sus efectos.
- **Salud y bienestar:** Garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos en todas las edades.

Estos objetivos apuntan a cambiar fundamentalmente la forma en que vivimos y trabajamos para crear un mundo más justo y sostenible. Cada país, empresa e individuo puede contribuir al logro de sus resultados a través de sus acciones y decisiones diarias. Sostenible, D. (1986).

Debido a lo anterior, durante el año 2015, líderes mundiales adoptaron objetivos globales para desarrollar esta agenda sostenible, que proteja el planeta y erradique la pobreza de toda la humanidad. Los cuales se fijan metas que los países deben monitorear con el propósito de cumplir. Por tal motivo Colombia, consciente de la importancia en el cumplimiento los monitorea de forma constante e incluye, en los planes de desarrollo nacional, estrategias que sean garantes del cumplimiento de cada uno de ellos a través de mecanismos y programas. A su vez es evidente las limitantes que viven las zonas rurales y su población, debido a los altos índices de pobreza, y



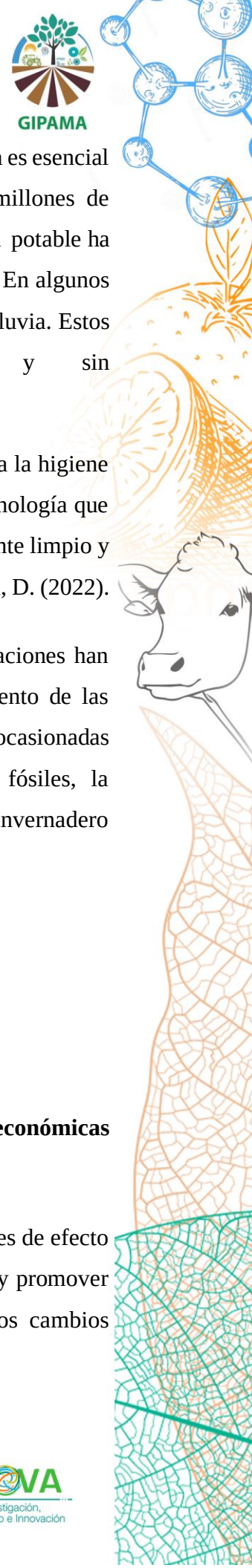
aunque se enfoquen los Planes de Desarrollo en este cumplimiento son insuficientes generando desigualdad e inequidad entre los sectores urbanos y rurales siendo cada vez mayor. Y muy a pesar que los sectores agrícolas generan ingresos y mejoran el PIB a la sostenibilidad, pero; estos impactan el medio ambiente negativamente. Se ha convertido en un desafío la innovación y la tecnología y suman una disciplina novedosa como es la ingeniería sostenible, lo cual permite transformar el campo en territorios sostenibles mediante proyectos que se enfoquen basándose en el mejoramiento de la energía renovable, agua potable con calidad, saneamiento y el desarrollo productivo sostenible.

ENERGÍA RENOVABLE: Las energías renovables son la solución a los futuros problemas de suministro energético que dependen de fuentes de energía fósiles o estáticas. Se definen como energía que se obtiene a partir de energía continua o cíclica en la naturaleza, también es energía que se recupera al mismo ritmo que se utiliza. Lancheros-Cuesta, D. (2022).

En efecto, los países que forman la OCDE, se observa que el suministro total de energía se ha incrementado un 38,2 por 100 en el período analizado, pasando de 3.741 Mtep en 1973 a 5.170 Mtep en 2009, bastante menos que a nivel mundial. En el grupo de biomasa y residuos, se observa, por un lado, que en la OCDE el porcentaje es bastante menor que en el mundo en su conjunto y, por otro, que a diferencia de lo que ocurre a nivel mundial, en la OCDE el peso de estos combustibles ha crecido pasando del 2,3 por 100 en 1973 al 4,7 por 100 en 2010. Cerdá, André, & de Castro, (2012).

La energía es indispensable para el desarrollo económico de un país. El rápido crecimiento demográfico, la expansión del sector industrial, el acelerado crecimiento tecnológico, entre otros factores, han incrementado la demanda de energía y en consecuencia, el sistema eléctrico es cada vez más susceptible de no satisfacer el consumo de energía. Cortés, S., & Londoño, A. A. (2017).

AGUA Y SANEAMIENTO: La base más importante de la vida en la Tierra es el agua. Sin agua, sería difícil para las personas sobrevivir y realizar actividades económicas. La interacción de la humanidad con los recursos naturales y su relación con el agua siempre han sido las mismas, pero hoy en día pocas áreas de la Tierra son inmunes a la contaminación del agua. Murillo, Castro, Manosalva, & Nevárez, (2022).



El agua es esencial para la supervivencia del planeta, y el acceso a agua limpia y segura es esencial para prevenir enfermedades y mantener la salud. Se estima que más de 2 mil millones de personas en todo el mundo no tienen acceso a agua potable. El suministro de agua potable ha sido un problema que ha afectado a la humanidad desde la antigüedad. En algunos lugares se construyeron y se están construyendo cisternas para recoger el agua de lluvia. Estos depósitos suelen estar bajo tierra para mantener el agua fresca y sin la luz que favorece el crecimiento de algas. Romero, M. (2008).

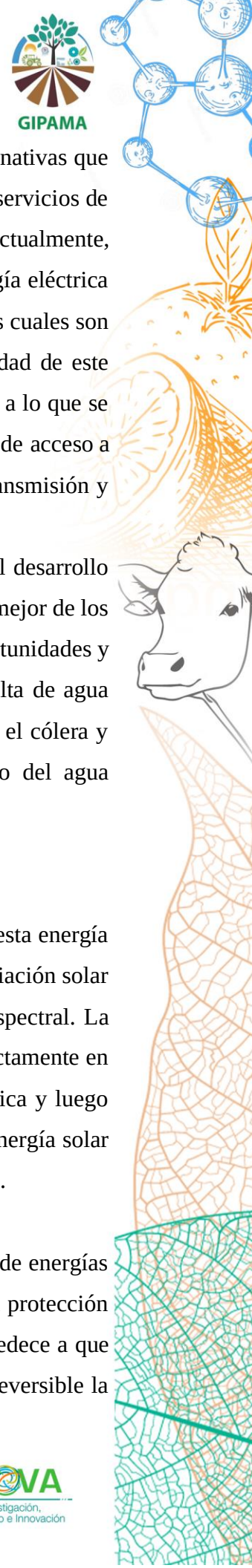
Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2020), el agua potable se destina a la higiene personal y a fines domésticas, como beber y cocinar. El saneamiento básico es la tecnología que elimina las excretas y aguas residuales de forma higiénica, para tener un medio ambiente limpio y sano, tanto en la vivienda como en las proximidades de los usuarios. Lancheros-Cuesta, D. (2022).

Es por ello que el planeta se ha visto afectado por el cambio climático cuyas alteraciones han generado a largo plazo en los patrones climáticos globales, especialmente el aumento de las temperaturas medias del planeta. Sin embargo estas alteraciones han sido ocasionadas principalmente por las actividades humanas, como la quema de combustibles fósiles, la deforestación y otras prácticas que aumentan la concentración de gases de efecto invernadero (como el dióxido de carbono y el metano) en la atmósfera.

Estas alteraciones pueden tener una serie de consecuencias graves, como:

- **Aumento de la temperatura global**
- **Desglaciación y aumento del nivel del mar**
- **Cambios en los patrones climáticos**
- **Impactos en los ecosistemas Impactos en la salud humana Consecuencias económicas y sociales.**

En la búsqueda de mitigar el cambio climático, es crucial reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, adoptar fuentes de energía renovables, mejorar la eficiencia energética y promover prácticas sostenibles en todos los sectores. También es importante adaptarse a los cambios inevitables y preparar a las comunidades para enfrentar sus efectos.



Sin embargo para adentrarse en la problemática que ha generado la búsqueda de alternativas que den respuesta positiva a las necesidades de mejorar la calidad de vida y acceso a los servicios de agua y energía, es necesario conocer en materia lo que orienta a este proyecto donde actualmente, en las zonas rurales existe un número considerable de usuarios con servicios de energía eléctrica sin medidores de manera irregular y conexiones poco seguras de manera artesanal, los cuales son facturados por lectura estimada, lo cual no muestra la realidad del consumo y calidad de este servicio. Esto si se comprende que para las zonas rurales el acceso es diferente frente a lo que se enmarca en el marco del Plan de Desarrollo del departamento de Sucre, la posibilidad de acceso a energía eléctrica es perfectamente viable con inversiones para el mejoramiento en transmisión y suministro.

Entre las dificultades que presenta las comunidades lo cual no les permite un normal desarrollo social y económico, el acceso limitado y costoso al servicio de energía eléctrica en el mejor de los casos lo cual produce un desequilibrio social, económico e inequidad frente a las oportunidades y derechos que debe brindar el Estado a sus ciudadanos y no menos importante la falta de agua potable y segura generando enfermedades transmitidas por el agua, como la diarrea, el cólera y otras infecciones gastrointestinales, como amenaza constante debido al consumo del agua contaminada.

ENERGIAS LIMPIAS

Las energías limpias son principalmente la fuente de energía que proporciona el sol, esta energía expresada por la contante solar no llega a la superficie de la Tierra; al atravesar la radiación solar la atmósfera terrestre, pierde intensidad, a la vez que se modifica su distribución espectral. La energía solar incluye la tecnología fotovoltaica que se convierte los rayos del sol directamente en electricidad y los sistemas de agua calentada por el sol que recolectan energía térmica y luego transfiere el calor para un surtidor de agua caliente. El desarrollo de la industria de energía solar tiene potencial para la creación de empleos generación de ingresos. Fernández, (2009).

En la actualidad las grandes economías mundiales están implementando los sistemas de energías limpias además de minimizar los costos también le han dado mayor importancia a la protección del medio ambiente y sujetándose a las normas ambientales a nivel mundial, esto obedece a que cada día se está deteriorando por múltiples causas el planeta provocando un daño irreversible la



idea fundamental es minimizar estos riesgos, que han producido el cambio climático. Siendo esta alternativa de sistema de electricidad una revolución tecnológica e innovadora.

ENERGIA FOTOVOLTAICA

Colombia, al estar localizada en la zona noroccidental de América del Sur a $4^{\circ} 0' N$ y $73^{\circ} 15' O$, por su posición geográfica cuenta con uno de los niveles de radiación solar más altos del mundo, lo que facilita el desarrollo y la aplicación de tecnologías alternativas que complementen el sistema de generación energético y al mismo tiempo contribuyan a la protección del medio ambiente.

Del 70% de los proyectos fotovoltaicos registrados son ejecutados por entes privados y el restante del 30 % son ejecutados por entes gubernamentales, especialmente en Zonas No Interconectadas (ZNI) y comunidades de escasos recursos, destacándose el déficit por parte de las entidades públicas en la inversión concerniente a la expansión de las energías renovables no convencionales se plantea que el sistema de generación energético colombiano, en el largo plazo, debe incluir alternativas de generación con tecnologías no convencionales como la generación solar fotovoltaica de gran escala. Cortés, Gómez, Betancur, Carvajal, & Guerrero, (2020).

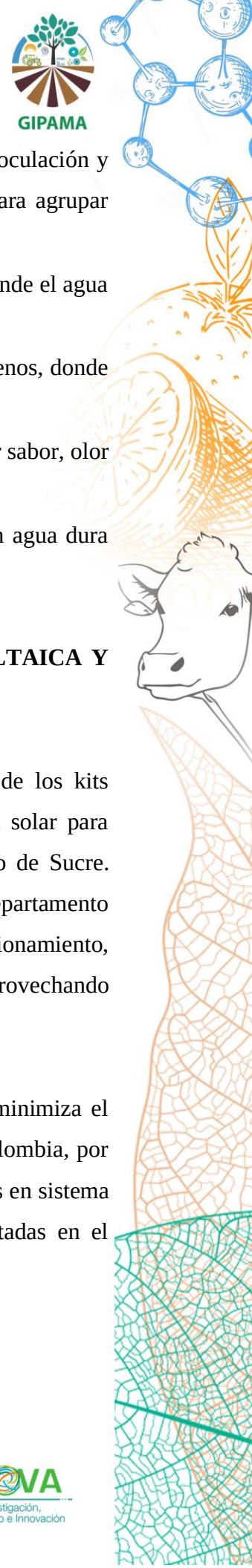
SISTEMAS DE POTABILIZACION DEL AGUA

La purificación y la potabilización del agua comprende el uso de tecnologías, en donde se llevan a cabo diversos procesos de tratamiento, cuya finalidad es la de eliminar al máximo los agentes contaminantes, tratando de que su consumo no represente un riesgo para la salud del ser humano.

De acuerdo a la potabilización de agua se espera que sea segura y libre de contaminantes apta para el consumo humano. Es importante conocer que los sistemas de potabilización de agua tienen como finalidad eliminar partículas, microorganismos y sustancias químicas que puedan representar riesgos para la salud. Este consta de varias etapas:

A continuación, se describen las siguientes:

- Pretratamiento: el pretratamiento involucra la eliminación de partículas grandes y sólidos suspendidos que están presentes en el agua.



- **Coagulación, Floculación y Sedimentación:** en esta etapa, la Coagulación, Floculación y Sedimentación se agregan varios productos químicos coagulantes al agua para agrupar partículas más pequeñas en grupos más grandes llamados flóculos.
- **Filtración:** Después de la sedimentación, se procede a la etapa de filtración donde el agua pasa a través de filtros de arena, arcilla, o medios similares.
- **Desinfección:** la desinfección se utiliza para eliminar microorganismos patógenos, donde el agua se somete a un proceso de desinfección.
- **Postratamiento:** por un último filtro de carbón activado para eliminar cualquier sabor, olor o sustancia química residual.
- **Acondicionamiento del Agua:** En algunos casos, especialmente en áreas con agua dura (alta concentración de minerales).

EFICIENCIA EN LA IMPLMENTACIÒN DE KITS DE ENERGÌA FOTOVOLTAICA Y SISTEMAS DE POTABILIZACIÒN DE AGUA

En principio hay que determinar qué tan eficiente puede ser la implementación de los kits inteligentes al utilizar fuentes de energía renovable, como es la fuente de energía solar para satisfacer las necesidades energéticas básicas de las comunidades de departamento de Sucre. Además, esto permitiría a las personas en estas zonas rurales y dispersas del departamento experimentar directamente los beneficios de la tecnología y aprender cómo es su funcionamiento, lo que promovería la apropiación del conocimiento sobre la transición energética aprovechando las riquezas que ofrece la naturaleza con un menor costo ambiental.

Cabe resaltar, que el uso de sistemas de energías renovables es una práctica que minimiza el impacto ambiental y que la fuente principal de energía son las hidroeléctricas en Colombia, por esta razón se considera implementar un proyecto innovador como son los kits basados en sistema solar fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica en zonas no interconectadas en el departamento de Sucre, constituido por:

- Módulos fotovoltaicos
- Regulador de carga
- Inversor de energía

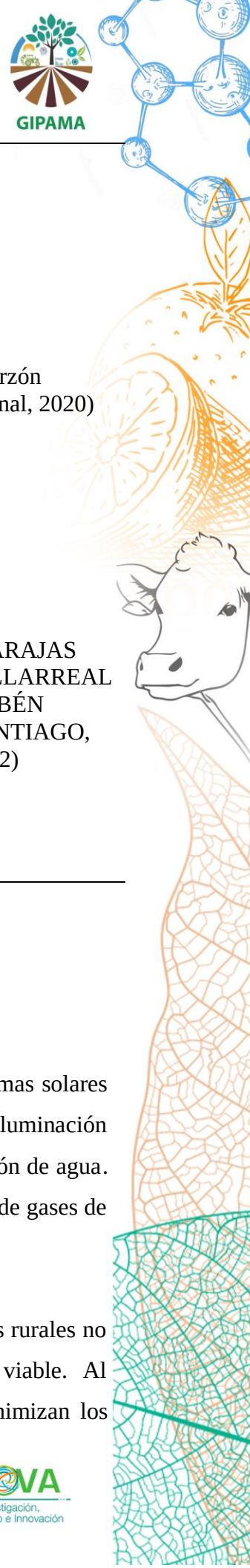


- Medidor de potencia y
- Baterías de ciclo profundo

Estos componentes son capaces de suplir el consumo de una vivienda promedio, que además alimenta energéticamente a un sistema portátil de potabilización de agua, mediante el desarrollo de un sistema de tratamiento de aguas, adaptado específicamente para las comunidades rurales del departamento de Sucre. Además, que la recolección y almacenamiento de aguas lluvias en represas es una práctica común en zonas con recursos hídricos limitados, y la conversión de estas aguas en una fuente segura de consumo es esencial para prevenir enfermedades transmitidas por el agua no apta para el consumo humano y promover el bienestar y la salud de toda la población vulnerable. Es de gran importancia y está en los compromisos de los ODS la utilización de energías renovables para potabilización de agua, que varios países han implementado esta metodología de forma eficiente (Tabla1)

Tabla 1. Resumen de estudios de casos del Programa de energías renovables y eficiencia

Lugar	Resumen	Autor
Salar de Pipanaco. Poman, Argentina	En este proyecto utilizan las condiciones geográficas de la zona aplicar tecnología solar en la provisión de agua apta para bebida de las personas de la zona, caracterizaron geoquímicamente la calidad del agua, y determinaron las concentraciones de arsénico, fluoruro, bacterias Coliformes y se evaluó la eficiencia de remoción con la tecnología utilizada. Con los porcentajes de remoción de arsénico (82%), fluoruro (91,3%) y bacterias (100%) alcanzados se obtuvo un agua apta para consumo humano de acuerdo al CAA y recomendaciones de la OMS.	(Rodríguez et al., 2017)
Arequipa-Perú	Un sistema de tratamiento físico-químico para aguas superficiales ha sido diseñado y fabricado para dotar de agua potable a zonas alejadas que no tienen acceso al servicio básico. El sistema consta de cuatro unidades principales; la primera: de pre-tratamiento, filtra las partículas y sedimentos presentes en el agua de una fuente superficial cercana; la segunda unidad: de tratamiento primario; dosifica insumos químicos para coagulación y generación de flóculos para sedimentar las partículas a manera de lodos y retirarlos posteriormente; la tercera unidad de tratamiento secundario; filtra las partículas y agentes microbianos o patógenos de tamaño microscópico y se realiza la cloración al agua para	(Pinto & Franco, 2022)



Villeta (Cundimarca-Colombia)

dotar de la calidad potable requerida según normativa. La cuarta unidad, de generación energética; aprovecha la radiación solar y la convierte en energía eléctrica para que los equipos operen de forma adecuada. Los resultados indican que es factible la implementación del sistema propuesto para dotar de agua apta para el consumo humano y en cumplimiento de los estándares de la normativa nacional vigente destinada principalmente para comunidades vulnerables.

Esta medida es el diseño de estandarización y operación de una micro red solar fotovoltaica -FV- para suplir los requerimientos energéticos con una planta compacta de bajo costo en purificación del agua en Villeta (Cundimarca-Colombia) con ayuda del software Hommer Micro red La fiabilidad que podría tener la planta se calculó por las variaciones en la demanda de agua, y el consumo de energía de la planta en una escala de tiempo de 1 año.

(Garzón Bernal, 2020)

CHOCÓ, Colombia

Se evidencia la efectividad de los procedimientos de dimensionamiento de los sistemas fotovoltaicos e hidráulicos propuestos, pues se ha logrado almacenar y suministrar de manera confiable la energía eléctrica requerida por las cargas encontradas, así como los requerimientos de consumo de agua potable para una vivienda tipo unifamiliar del Chocó en las condiciones de las ubicaciones con mayores exigencias con el fin de proponer los lineamientos para el implementación del diseño propuesto en cualquier ubicación del departamento.

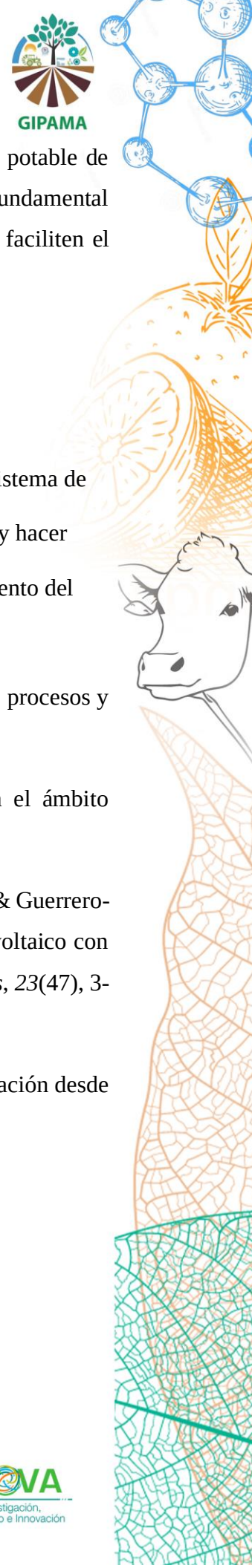
(BARAJAS VILLARREAL RUBÉN SANTIAGO, 2022)

Fuente: Elaboración Propia

4. CONCLUSIONES

La implementación de energías renovables en comunidades rurales, a través de sistemas solares fotovoltaicos, no solo garantiza el acceso a electricidad para actividades básicas como iluminación y comunicación, sino que también permite la utilización de equipos para potabilización de agua. Además, reduce la dependencia de combustibles fósiles, disminuyendo las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorando la calidad del aire.

La implementación de sistemas fotovoltaicos para la potabilización del agua en zonas rurales no interconectadas representa una solución técnica, económica y ambientalmente viable. Al aprovechar la energía solar, se reduce la dependencia de fuentes fósiles y se minimizan los



impactos ambientales. Además, estos sistemas permiten garantizar el acceso a agua potable de calidad, mejorando la salud y el bienestar de las comunidades. Sin embargo, es fundamental desarrollar políticas públicas que incentiven la adopción de estas tecnologías y que faciliten el acceso a financiamiento para su implementación.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARAJAS VILLARREAL RUBÉN SANTIAGO, S. R. M. S. (2022). Diseño de un sistema de energía solar fotovoltaica descentralizado para cubrir la demanda de energía eléctrica y hacer funcionar filtros para potabilizar agua en una vivienda tipo unifamiliar en el departamento del Chocó. <http://52.0.229.99/handle/20.500.11839/9090>

Barreto Tejada, J. A. (2015). Potabilización del agua: Principios de diseño, control de procesos y laboratorio. Universidad Piloto de Colombia.

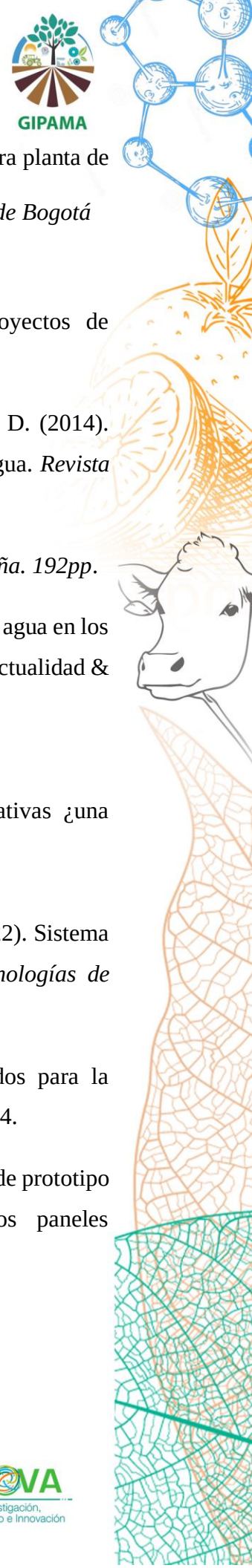
Cerdá, E., André, F. J., & de Castro, L. M. (2012). Las energías renovables en el ámbito internacional. *Cuadernos económicos de ICE*, (83).

Cortés, C. L., Gómez-Gómez, G. S., Betancur-Londoño, F., Carvajal-Quintero, S. X., & Guerrero-González, N. (2020). Análisis experimental del desempeño de un sistema solar fotovoltaico con inversor centralizado y con microinversores: caso de estudio Manizales. *TecnoLógicas*, 23(47), 3-23.

Cortés, S., & Londoño, A. A. (2017). Energías renovables en Colombia: una aproximación desde la economía. *Revista ciencias estratégicas*, 25(38), 375-390.

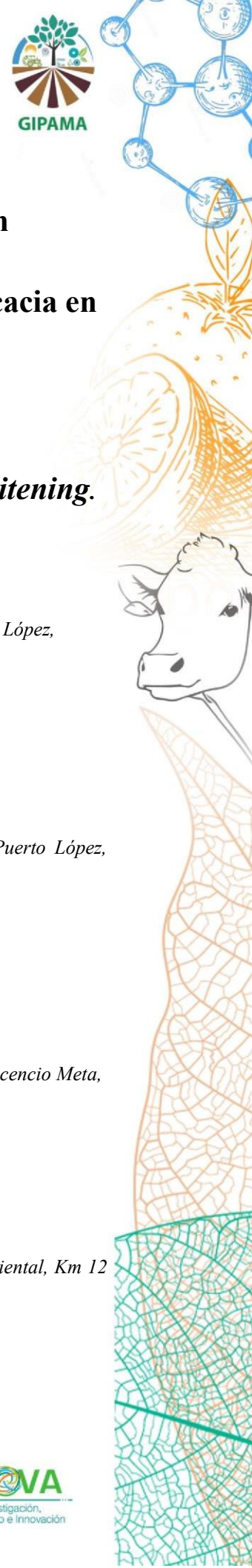
Fernández, A. C. (2009). Las energías limpias.

Formación, E. (2007). *Energía solar fotovoltaica*. FC Editorial.



- Garzón Bernal, Y. G. (2020). Diseño y Construcción de una microred Fotovoltaica para planta de tratamiento de agua del municipio de Villeta -Cundinamarca. *instname: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano*. <https://doi.org/10/13878>
- González Ariza, M. G. (2003). Diseño de una propuesta para incentivar proyectos de potabilización de agua en zonas no interconectadas.
- Gutiérrez-Rosero, J. A., Ramírez-Fajardo, Á. I., Rivas, R., Linares, B., & Paredes, D. (2014). Tratamiento de lodos generados en el proceso convencional de potabilización de agua. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 13(25), 13-27.
- Lamigueiro, O. P. (2013). Energía solar fotovoltaica. *Creative Commons ebook. España*. 192pp.
- Lugo, J. L., & Lugo, E. R. (2018). Beneficios socio ambientales por potabilización del agua en los pueblos palafíticos de la Ciénaga Grande de Santa Marta-Colombia. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 21(1), 259-264.
- Medina Rincón, S. (2017). Energías renovables: un futuro óptimo para Colombia.
- Giraldo, M., Ramírez, R. V., & Quintanilla, A. U. (2018). Las energías alternativas ¿una oportunidad para Colombia? *Punto de vista*, 9(13), 5.
- Murillo, S. E. P., Castro, S. M. D. C. R., Manosalva, G. V., & Nevárez, E. M. Z. (2022). Sistema de Potabilización de Agua en Zonas Rurales. *Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información*, (E48), 563-575.
- Ortega Ramírez, A. T., & Sánchez Rodríguez, N. (2021). Tratamientos avanzados para la potabilización de aguas residuales. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 31(2), 121-134.
- Paternina, M. A., Villalba, L. C. O., Nuñez, J. L. I., & López, R. A. Á. (2012). Diseño de prototipo de sistema solar fotovoltaico optimizando el ángulo de inclinación de los paneles solares. *Prospectiva*, 10(1), 97-107.

- Pastran, A. L. (2021). Acción por el Clima: Emprendedores Sostenibles (ODS 12 Producción y Consumo Responsable). *Cuadernos del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación*, 128, Article 128. <https://doi.org/10.18682/cdc.vi128.4867>
- Pinto, R. G., & Franco, J. A. A. (2022). Diseño de un sistema físico-químico compacto y sostenible para potabilizar aguas superficiales en zonas remotas de Arequipa-Perú. *Nexo Scientific Journal*, 35(01), Article 01.
- Rodríguez, C., Saracho, M., Allés, F., & Moyano, P. (2017). Aprovechamiento de energía solar para el funcionamiento de una tecnología de remoción de arsénico y fluoruro en agua para consumo humano. Salar de Pipanaco. Poman. *Energías Renovables y Medio Ambiente*, 40, 29-37.
- Rueda, C., & María, A. (2024). *Análisis del sector energético y el crecimiento de las energías renovables*. <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/handle/11531/78777>
- Rodríguez, J. P. (2024). *Potabilización del agua: Teoría aplicada*. Alpha Editorial.
- RODRÍGUEZ, D. C. (2008). Potabilización del agua. Madrid: EOI Escuela de Negocios. Recuperado el, 15.
- Sostenible, D. (1986). Objetivos de Desarrollo Sostenible. *Food and Agriculture Organization: Rome, Italy*.
- Tar, G. (2016). Tratamiento de potabilización del agua.
- Romero, M. (2008). Tratamientos utilizados en potabilización de agua. *Boletín Electrónico [Internet]. [citado 2012 jun 16], 8, 1-12.*



**Elaboración de crema dental a partir de extracción
de aceite de coco, transformación de carbono
activado de endocarpio de coco y comprobación de su eficacia en
blanqueamiento dental.**

***Elaboration of toothpaste from coconut oil
extraction, transformation of coconut endocarp
activated carbon and testing of its effectiveness in tooth whitening.***

Aleyda Cifuentes Mora¹

¹Aprendiz Tecnoacademia Itinerante del meta Centro agroindustrial del Meta, Km 12 vía Puerto López,
Villavicencio Meta, Colombia

Correo electrónico: Leyla1530@gmail.com

ORCID <https://orcid.org/0009-0007-4090-0803>

Andrea Alexandra Portela Reina²

²Aprendiz Tecnoacademia Itinerante del meta Centro agroindustrial del Meta, Km 12 vía Puerto López,
Villavicencio Meta, Colombia

Correo electrónico: portelareinaalexandra@gmail.com

ORCID <https://orcid.org/0009-0006-8267-0834>

Carlos Ivan Cruz Vargas³

³Facilitador Tecnoacademia itinerante del Meta, Ingeniero Industrial, Km 12 vía Puerto López, Villavicencio Meta,
Colombia

Correo electrónico: cicruz@sena.edu.co

ORCID - <https://orcid.org/0009-0001-4419-0198>

William Alexander Hernández Acosta⁴

⁴Dinamizador Tecnoacademia Itinerante del Meta, Ingeniero Biotecnólogo, Especialista Gestión Ambiental, Km 12
vía Puerto López, Villavicencio Meta, Colombia

Correo electrónico: waingbio@gmail.com

ORCID- <https://orcid.org/0000-0002-8217-7090>



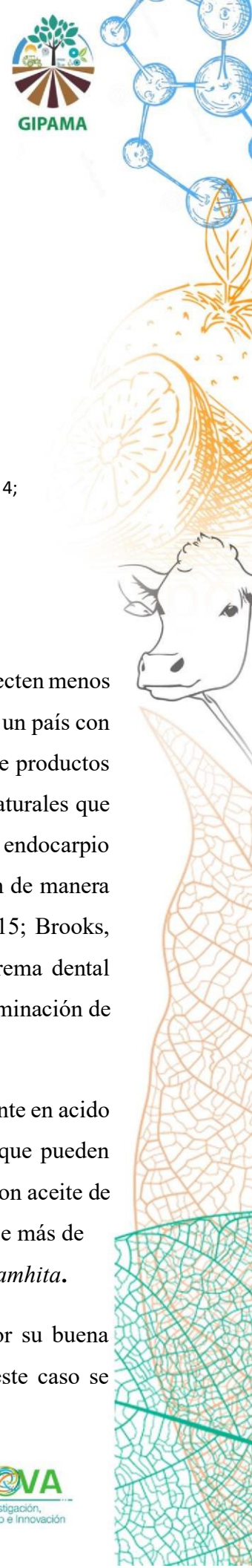
Resumen— La actual investigación presenta como propósito la formulación y evaluación de una crema dental natural a base de aceite de coco, carbón activado de endocarpio de coco y polvo de clavo de olor o girofle (*Syzygium aromaticum*) productos procesados por los investigadores en la Inspección la palmera del Municipio de San Carlos de Guaroa en el Departamento del Meta. Una vez obtenidos los productos se planteó como objetivo evaluar su eficacia en el blanqueamiento dental y la aceptación de su uso por parte de un grupo de usuarios que realizan la prueba en un tiempo determinado. Para la elaboración de crema dental, se extrajo aceite de coco y se procesó la cascara de endocarpio de coco para obtener carbón activado en polvo. Además, se incorporó polvo de clavo de olor, producto conocido por sus propiedades antibacterianas y analgésicas. Con estos productos el equipo de investigación se creó una fórmula para aplicación a diez sujetos. Para su comprobación se evaluaron parámetros de eficacia y seguridad en el uso de esta fórmula incluyendo la disminución de manchas dentales, la percepción en el blanqueamiento y la tolerabilidad del producto.

Esta investigación resalta el potencial de los ingredientes naturales en el desarrollo de productos de cuidado bucal sostenibles y que pueden representar un uso eficaz en la limpieza y blanqueamiento dental. Todo esto a partir de un producto como el coco fruto de la palmera cocos nucifera que crece en abundancia en el clima tropical de la región del departamento del Meta.

Palabras clave— Crema dental 1; aceite de coco 2; Carbón activado 3; Clavo de olor (*Syzygium aromaticum*) 4; *Blanqueamiento dental* 5.

Abstract— The purpose of the present research is the formulation and evaluation of a natural toothpaste based on coconut oil, coconut endocarp activated carbon and clove powder or girofle (*Syzygium aromaticum*), products processed by the researchers in the Inspección la palmera of the Municipality of San Carlos de Guaroa in the Department of Meta. Once the products were obtained, the objective was to evaluate their efficacy in tooth whitening and the acceptance of their use by a group of users who carried out the test in a determined period of time.

For the preparation of toothpaste, coconut oil was extracted and the coconut endocarp shell was processed to obtain powdered activated carbon. In addition, clove powder, a product known for its antibacterial and analgesic properties, was incorporated. With these products, the research team created a formula for application to ten subjects.



For its verification, efficacy and safety parameters were evaluated in the use of this formula including the reduction of dental stains, the perception of whitening and the tolerability of the product.

This research highlights the potential of natural ingredients in the development of sustainable oral care products that can represent an effective use in teeth cleaning and whitening. All this from a product such as coconut, fruit of the *cocos nucifera* palm tree that grows abundantly in the tropical climate of the Meta department.

Keywords— Toothpaste 1; Coconut oil 2; Activated charcoal 3; Clove (*Syzygium aromaticum*) 4; Tooth whitening 5; Tooth whitening 5.

1. INTRODUCCIÓN

Cada día el ser humano ha evolucionado hacia el uso de productos más naturales que afecten menos su salud y bienestar, así mismo el cuidado dental se encamina por este mismo rumbo y un país con la diversidad como la de Colombia debe enfocarse en la investigación y promoción de productos que promuevan la sostenibilidad ambiental y el uso de productos con ingredientes naturales que posean el potencial para mejorar la higiene oral, el aceite de coco, el carbón activado de endocarpio de coco y el clavo de olor han demostrado por separado propiedades que contribuyen de manera significativa al blanqueamiento dental y la buena salud bucal (peedikayil et al., 2015; Brooks, Bashirelahi & Reynolds, 2017). Esta investigación presenta el desarrollo de una crema dental basada en los componentes anteriormente descritos, evaluando su efectividad en la eliminación de manchas dentales, blanqueamiento y tolerabilidad del producto mediante su prueba.

El aceite de coco es bien conocido por su rico contenido en ácidos grasos, particularmente en ácido láurico que posee propiedades antimicrobianas efectivas contra las bacterias orales que pueden causar placa y caries (Shino et, 2010). La práctica de “Oil Pulling” o enjuague bucal con aceite de coco ha sido empleado en la medicina tradicional ayurvédica originada en la india hace más de 3.000 años y mencionada en texto antiguos como el *Charaka Samhita* y el *Sushruta Samhita*.

El carbón activado es un adsorbente eficaz, utilizado en formulaciones dentales por su buena capacidad de adherirse a partículas y manchas presente en el esmalte dental. En este caso se

establecerá la transformación del endocarpio de coco en carbón activado como uno de los productos principales para la comprobación del blanqueamiento de forma natural. Sin embargo, estudios que sugieren el uso frecuente de carbón activado en procesos de blanqueamiento dental debe ser moderado, que puede causar abrasión en el esmalte dental (Brooks et al., 2017; Grobler & Majeed, 2019). Esta investigación explora la formulación de una crema dental con carbón activado a partir de la cascara de coco (Endocarpio) mediante un proceso de activación controlado por el equipo investigador y transformado en polvo para mejorar su eficacia y no comprometer la integridad del esmalte dental de los usuarios.

El clavo de olor (*Syzygium aromaticum*) contienen sustancias como *eugenol*, compuesto que con propiedades antibacterianas y analgésicas y que ha sido empleado de manera tradicional para aliviar el dolor dental y prevenir infecciones (Chaieb et al., 2007). Con la incorporación de este producto, el equipo investigador busco aprovechar sus características en el aroma, para dejar un agradable sensación de frescura sin dejar de lado su efecto antibacteriano, evitando así los efectos secundarios de otros agentes sintéticos presentes en los productos comerciales usados hoy día. (Kumar & Lakshmanan, 2022).

El equipo investigador analizo productos naturales usados para el tratamiento oral que generalmente incluyen uno de los productos o ingredientes referenciados, sin embargo, transformación, formulación y evaluación conjunta de estos tres ingredientes componentes en una sola crema dental no ha sido documentada en la literatura científica. Este estudio llevado a cabo por un grupo de aprendices de la Tecnoacademia Itinerante del Meta de la Institución Educativa Simón Bolívar de la Inspección la Palmera en el Municipio de San Carlos de Guaroa – Meta – Colombia, pretende contribuir a llenar esos vacíos, proporcionando datos y concluyendo sobre la efectividad de estos compuestos, así como la aceptación por parte de los participantes en el periodo determinado de diez semanas.



2. METODOLOGÍA

Con el objeto de preparar una solución positiva que contribuya de manera efectiva al bienestar dental, se realizó la búsqueda de elementos naturales que no se encuentren utilizados de manera prioritaria y comercial en el uso dental. Así mismo, ante la subutilización del coco. Impacto negativo que sufre este fruto en el departamento del Meta perdiendo su aprovechamiento de sus derivados a pesar de ser una fuente importante de alimentación, y teniendo en cuenta que en muchos lugares se desechan grandes cantidades de sus cascara sin prever las grandes posibilidades en su utilización el equipo investigador observo en el coco un producto versátil. Este fruto no solo ofrece su carne y agua sus principales productos, sino que del mismo se pueden extraer y transformar otros productos tales como, aceite, leche y harina e incluso algunos materiales nuevos en la industria como el azúcar y fibras de coco. Ver Imagen 1.



Figura 1. Uso de desperdicios de coco.

Fuente: equipo investigador

La cáscara, el endocarpio y las hojas de la palma de coco son subproductos que, a menudo, se desechan o utilizan de manera limitada. Según un estudio de Rojas et al. (2020), aproximadamente el 70% del coco es desechado tras la extracción de la pulpa y su agua. Estos desechos pueden ser transformados en productos útiles como carbón activado, biocombustibles o materiales de

construcción, que contribuirían a la sostenibilidad y a la economía circular. Surge así el estudio para establecer el potencial para la transformación de sus productos con enfoque hacia la higiene oral, más un ingrediente como el clavo de olor para mejorar su sabor y proporcionar más eficacia.

La metodología de esta investigación de tipo mixta. en dos fases importantes dentro de las cuales se establecen una serie de pasos para su desarrollo adecuado. La primera fase se denomina “Metodología para la extracción de productos” y la segunda fase se denomina “Tratamiento y comprobación”.

Para la primera fase de “metodología para extracción de productos” se desarrollaron las siguientes actividades:

Se realizó la extracción del aceite de coco, esto lo realizó mediante el rayado de su pulpa (endospermo), para después llevar a mezclar con agua (H₂O) a temperatura entre los 80° y 90°. Se espera una baja en su temperatura de 60° a 70° para someter a proceso de licuado y filtrado. Posteriormente se lleva a refrigeración para esperar proceso de sedimentación y decantación. Una vez obtenida las diferentes densidades, la pasta se lleva a calentamiento para extraer su aceite por temperatura cercana a los 90°. Así finaliza la extracción del primer producto.



Figura 2. Proceso de extracción de aceite de coco.

Fuente: equipo investigador

Para el carbón activado se realizó una selección de sus cascaras duras (endocarpio). Limpiando y llevado a alta temperatura dentro de recipiente para evitar su carbonización a fuego directo. Posterior a esto el carbón obtenido fue triturado en trozos pequeños para ser remojado en una solución de ácido cítrico y agua destilada con una relación entre 10-15% de ácido cítrico en relación con el peso del carbón. Esto durante 24 horas y después recibiendo un enjuague con agua destilada. Finalmente se realiza activación mediante horno precalentado a 200-250° por 60 minutos. Para después empacar para su posterior uso. Ver imágenes 3 y 4.



Figura 3. Elaboración de carbón activado.

Fuente: equipo investigador



Figura 4. Elaboración de polvo de carbón activado.

Fuente: equipo investigador

El ultimo ingrediente de nuestra pasta dental corresponde al clavo de olor o girofle (*Syzygium aromaticum*) el cual fue trabajado en mortero, llevado a molino para después ser tamizado obteniendo un polvo fino el cual fue almacenado para su posterior uso. Ver Figura 5.

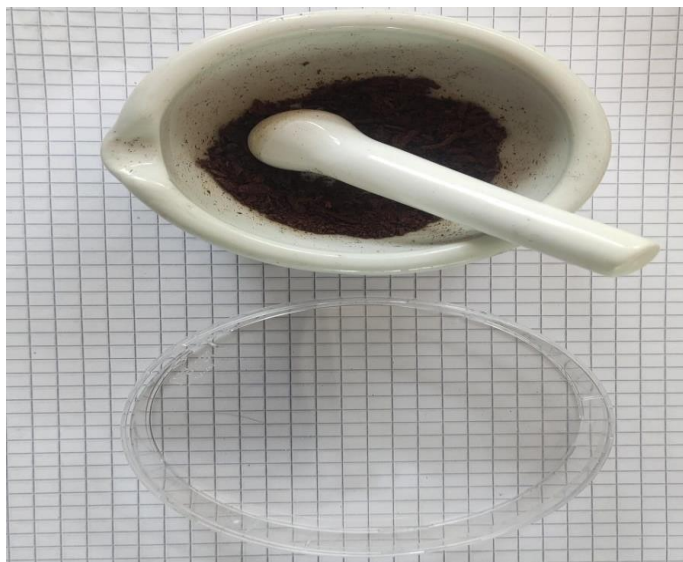


Figura 5. Elaboración de polvo de clavo.

Fuente: equipo investigador

Una vez obtenidos los elementos se procedió a realizar las correspondientes mediciones de pesaje y cálculo de volúmenes para la obtención de 50 gramos de crema dental con la siguiente formulación:

Tabla 1. Formulación de ingredientes para Unidad de 50 gramos de crema dental.

Ingredientes	Peso en gramos	Porcentaje	Densidad	Volumen
Aceite de coco	30 g.	60%	$\sim 0.92 \text{ g/cm}^3$	$\text{Volumen} = \text{masa} / \text{densidad} = 30 \text{ g} / 0.92 \text{ g/cm}^3 \approx 32.61 \text{ cm}^3$
Carbón activado E.C.	15 g.	30%	$\sim 0.40 \text{ g/cm}^3$	$\text{Volumen} = 15 \text{ g} / 0.40 \text{ g/cm}^3 = 37.5 \text{ cm}^3$
Clavo de olor en polvo	5 g.	10%	$\sim 0.50 \text{ g/cm}^3$	$\text{Volumen} = 5 \text{ g} / 0.50 \text{ g/cm}^3 = 10 \text{ cm}^3$

Fuente. Propia.

Una vez realizada la formula mediante la practica real de uso de los materiales o ingredientes se procede a establecer los valores totales así:

Volumen total: $\text{Volumen total} = 32.61 \text{ cm}^3 + 37.5 \text{ cm}^3 + 10 \text{ cm}^3 = 80.11 \text{ cm}^3$

Densidad total: $\text{Densidad} = \text{masa total} / \text{volumen total} = 50 \text{ g} / 80.11 \text{ cm}^3 = 0.62 \text{ g/cm}^3$



Figura 6. Pruebas de pesaje y cálculos de densidad.

Fuente: equipo investigador.

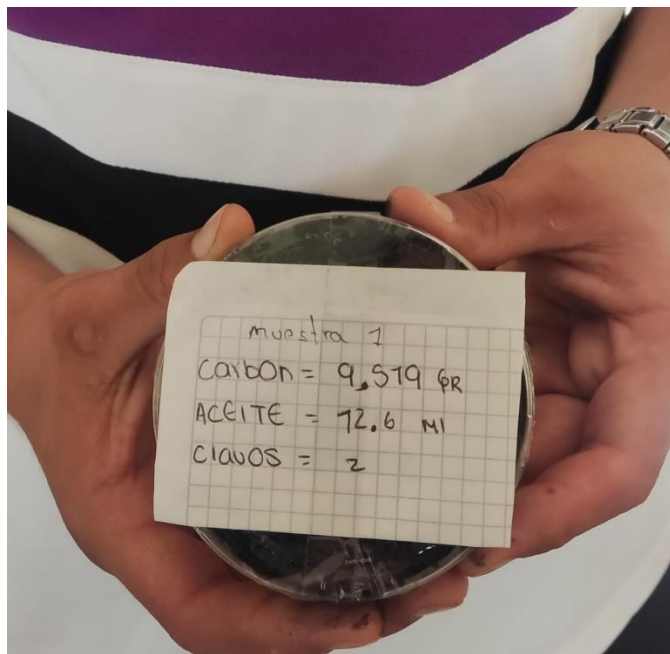


Figura 6. Muestras iniciales de prueba.

Fuente: equipo investigador

Para la segunda fase “Tratamiento y comprobación” se realizaron las siguientes actividades: Se seleccionaron diez (10) sujetos de prueba de edades diferentes y distintas tonalidades de dientes a los cuales se les brindo las siguientes practicas:

1. Medición de colorimetría dental mediante herramienta Vita para el establecimiento de tonalidad al inicio de las pruebas.
2. Toma fotográfica en el mismo entorno de luz, misma cámara fotográfica, mismo día y mismo rango de tiempo.
3. Explicación sobre el uso diario en un lavado prolongado de mínimo 10 minutos una vez al día y el no uso de bebidas y alimentos que puedan cambiar el proceso.
4. Seguimiento a los participantes mediante hojas de control.
5. Entrega de prototipos de producto dental. Ver imagen 7.

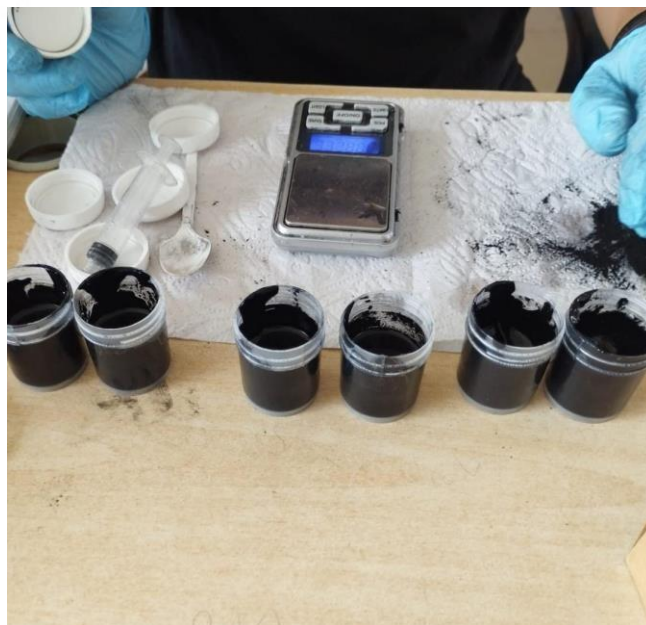


Figura 7. Prototipos de crema dentales para tratamiento y comprobación.

Fuente: equipo investigador

La fase de comprobación se inició el 20 de agosto de 2024 y se programó durante 10 semanas en las cuales se realizaron controles periódicos para verificación de evidencias tanto positivas como negativas. Se entregan a los participantes los prototipos de crema dental el mismo día y se les informa sobre el modo de empleo y precauciones en el consumo de alimentos o bebidas que pudiesen cambiar las evidencias y resultados.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizaron las actividades para la extracción del aceite de coco, así como la transformación del carbón activado, molienda del clavo y la creación de varios tipos de formulaciones hasta hallar el prototipo de crema adecuada a las características necesarias para la investigación. Obteniendo los resultados esperados para la fabricación de nuestra crema dental según la meta planeada y objetivos de la investigación.



Figura 8. Avance de ejecución transformación de materias prima 1

Fuente: Propia

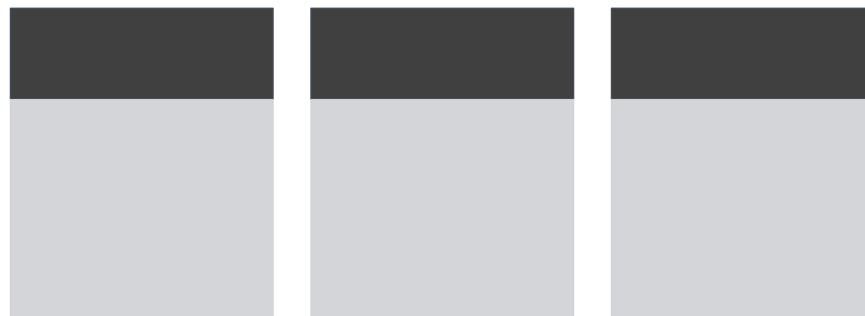


Figura 9. Avance de ejecución transformación de materias prima 2

Fuente: equipo investigador

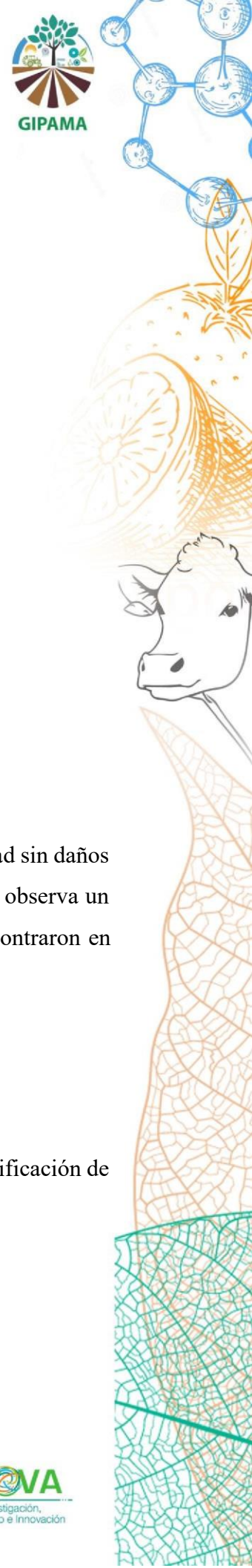


Figura 10. Materias primas obtenidas por los investigadores.

Fuente: Propia.

El prototipo de crema dental se almacena en empaques sellados con un 100% de calidad sin daños a causa del medio ambiente, problemas relacionados con humedad o fermentación se observa un alto porcentaje de conservación al realizar envasado en 20 frascos los cuales se encontraron en buen estado para el comienzo de la fase de comprobación

Resultados en la fase 2.

Se realizó la elección de 10 sujetos de prueba para el seguimiento al progreso de la verificación de efectividad mediante los siguientes métodos de recolección de información.

- A. Encuestas de seguimiento y satisfacción.
- B. Colorimetría dental.
- C. Material de fotográfico de comprobación.

A. Encuestas de seguimiento y satisfacción.

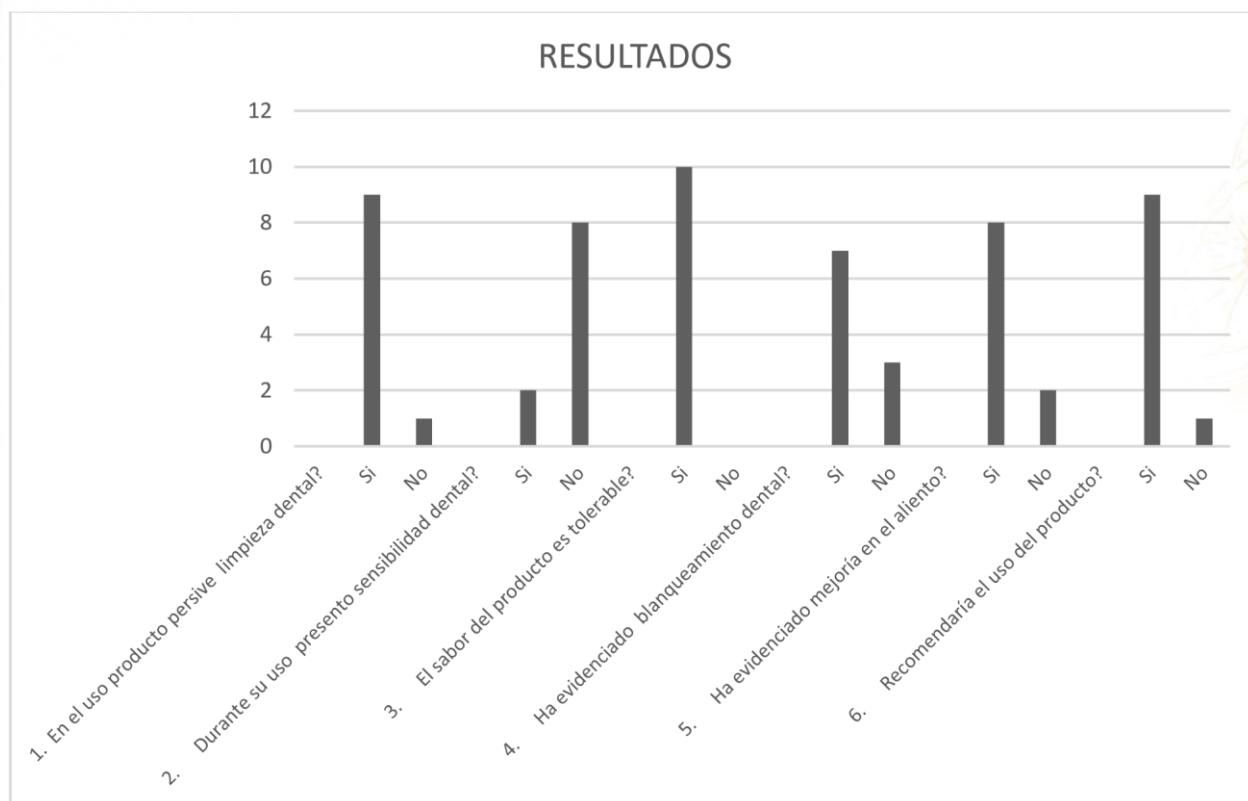


Figura 11. Encuestas y controles de percepción grupo de participantes a pruebas.

Fuente: equipo investigador

Según los resultados obtenidos sobre la percepción de los participantes en las pruebas de uso se evidencio alta aceptación a indicadores de tolerabilidad en el uso del prototipo de crema dental.

B. Colorimetría dental.

La toma de colorimetría realizada a los sujetos de prueba arroja información sobre efectos de blanqueamiento positivo en un 60% de los participantes. Cabe anotar que en algunos las tonalidades no variaron notablemente, pero en otros participantes se evidencia cambio notorios en la tonalidad dental. Ver figura 12.

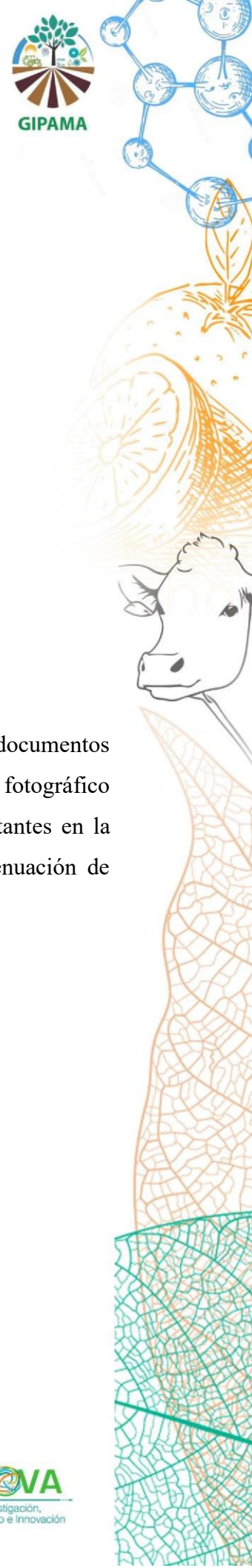


Figura 12. Medición de colorimetría dental.
Fuente: equipo investigador

C. Material de fotográfico de comprobación.

La evidencia fotográfica arrojó resultados notorios, estos resultados se verificaron en documentos fotográficos antes del periodo de prueba del prototipo de crema dental y documento fotográfico para su último seguimiento. Dentro de las evidencias se logro ver cambios importantes en la reducción de manchas dentales existiendo una disminución significativa en la atenuación de manchas en los dientes en dos de los participantes que usaron el producto.



Figura 13. Control fotográfico de participantes.

Fuente: equipo investigador



Figura 14. Evidencia conjunta de colorimetría documentada mediante fotografía.

Fuente: equipo investigador

4. CONCLUSIONES



Se pueden obtener productos naturales de calidad de acuerdo a los procedimientos y buenas prácticas, sobre todo en la transformación de los productos derivados del coco promoviendo la investigación y el desarrollo de nuevos productos incentivando así la economía circular en el departamento del Meta.

Se observó tolerancia al producto, sin embargo, se debe tener en cuenta que la calidad de la pasta dental depende de la pulverización del carbón activado, toda vez que puede llegar a ser un elemento abrasivo que pueda llegar a provocar sensibilidad dental.

Evalúados los resultados obtenidos en los sujetos de prueba en usos prolongados del producto se puede experimentar un aclarado dental.

Se observó evidencias comprobadas en la reducción de manchas dentales en uso superior a cinco (5) semanas de uso del prototipo dental. Ver figura 15.



Figura 15. Evidencia de comprobación en la eliminación de manchas dentales.

Fuente: equipo investigador

5. AGRADECIMIENTO



Estimados miembros de la Institución educativa Simón Bolívar – La palmera, Municipio de san Carlos de Guaroa Meta. Rectora Judith Menjura y estudiantes del grado 11-2024

Expresamos un sincero agradecimiento por la valiosa participación en el presente proyecto de investigación. Su dedicación y esfuerzo han sido fundamentales para llevar a cabo esta iniciativa.

Apreciamos el tiempo y la dedicación que los aprendices invirtieron, así como las ideas innovadoras que aportaron significativamente en el desarrollo de este proyecto.

Al equipo de la tecnoacademia itinerante del Meta. Por la asesoría y guía en el presente proyecto gracias a ello hemos podido explorar nuevas ideas y obtener resultados significativos.

Juntos hemos logrado avanzar en el conocimiento y contribuir en el desarrollo académico e investigativo de nuestra comunidad educativa.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brooks, J. K., Bashirelahi, N., & Reynolds, M. A. (2017). Charcoal and charcoal-based dentifrices: A literature review. *The Journal of the American Dental Association*, 148(9), 661-670.

Chaieb, K., Hajlaoui, H., Zmantar, T., Kahla-Nakbi, A. B., Rouabhia, M., Mahdouani, K., & Bakhrouf, A. (2007). The chemical composition and biological activity of clove essential oil, *Eugenia caryophyllata* (Syzygium aromaticum L.). *Phytotherapy Research*, 21(6), 501-506.

González, L., Pérez, M., & Castro, R. (2021). Utilización de la fibra de coco en la industria textil. *Revista de Innovación y Sostenibilidad*, 15(2), 45-58.

Grobler, S. R., & Majeed, A. (2019). A review of charcoal-based dentifrices: An evidence-based approach. *South African Dental Journal*, 74(5), 250-254.

Kumar, A., Singh, R., & Gupta, V. K. (2019). Activated carbon from coconut shell: Production and applications. *Journal of Environmental Management*, 231, 845-857.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.10.058>

Kumar, M., & Lakshmanan, R. (2022). Clove oil in dentistry: A review of its therapeutic applications. *Journal of Natural and Organic Chemistry*, 10(2), 89–95.

Martínez, C., Rodríguez, J., & Fernández, A. (2022). Bioplásticos a partir de residuos de coco: Una alternativa sostenible en Colombia. *Ciencia y Tecnología*, 28(1), 23-34.

<https://doi.org/10.1016/j.cyt.2022.01.005>

Peedikayil, F. C., Sreenivasan, P., & Narayanan, A. (2015). Effect of coconut oil in plaque-related gingivitis – A preliminary report. *Nigerian Medical Journal*, 56(2), 143–147.

Rojas, A., López, P., & Vega, J. (2020). Impacto ambiental de la producción de coco en Sudamérica: Análisis de desechos y su potencial de aprovechamiento. *Revista Latinoamericana de Ciencias Ambientales*, 22(3), 15-30.

Shino, B. V., Peedikayil, F. C., Jaideep, S., Raghuram, P. H., & Sreejith, V. P. (2020). Antimicrobial effects of coconut oil pulling on oral microorganisms – A pilot study. *International Journal of Dental Hygiene*, 18(4), 440–445



Estudio preliminar sobre la sobrevivencia del *Staphylococcus* en butifarras previamente tratadas con propóleo.

Preliminary study on the survival of *Staphylococcus* in sausages previously treated with propolis.

Luz Marina Pulido Peñaloza¹

¹Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Centro para el desarrollo agroecológico y agroindustrial, Bacterióloga/Magister en SAN, cra 16F #45 F 38, Barranquilla, Colombia.

lpulidop@sena.edu.co.

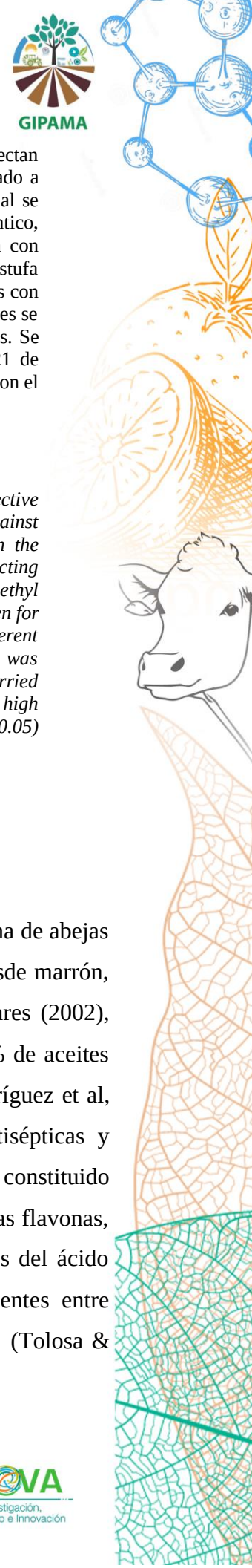
<https://orcid.org/0000-0002-0816-4363>

Alfredo Martínez Jaraba²

²Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Centro para el desarrollo agroecológico y agroindustrial, MVZ/ Especialista en alimentación Bovina. Calle 41 #13- 58, Soledad- Colombia.

amartinezj@sena.edu.co

<https://orcid.org/0000-0002-8263-7712>



Resumen— El propóleo es un producto de la colmena formado por resinas que las abejas recolectan de las plantas. En este estudio se analizó la capacidad antimicrobiana del propóleo adicionado a butifarras frente al *Staphylococcus aureus*. Es un estudio experimental de laboratorio, el cual se realizó en el laboratorio de microbiología del Centro CEDAGRO del SENA regional Atlántico, recolectando propóleo de apiarios en el departamento del Atlántico. Se realizó extracción con alcohol etílico al 96% y por medio de agitación y filtración se obtuvo extracto que se secó en estufa de secado por 2 h a 70 °C para eliminar el solvente y obtenerlo seco. Se elaboraron butifarras con cuatro tratamientos distintos: natural (T1), nitral (T2), propóleo (T3) y alcohol (T4); a las cuales se les inoculó una suspensión con *S. aureus* y se guardaron en refrigeración a 10°C por 21 días. Se realizaron recuentos de *S. aureus* a los diferentes tratamientos y en los días 0, 7, 14 y 21 de preparación. Los resultados nos muestran un alto recuento en los días 0 y 7 para los T1 y T4, con el propóleo se observó disminución y diferencias significativas ($p<0,05$) entre los tratamientos.

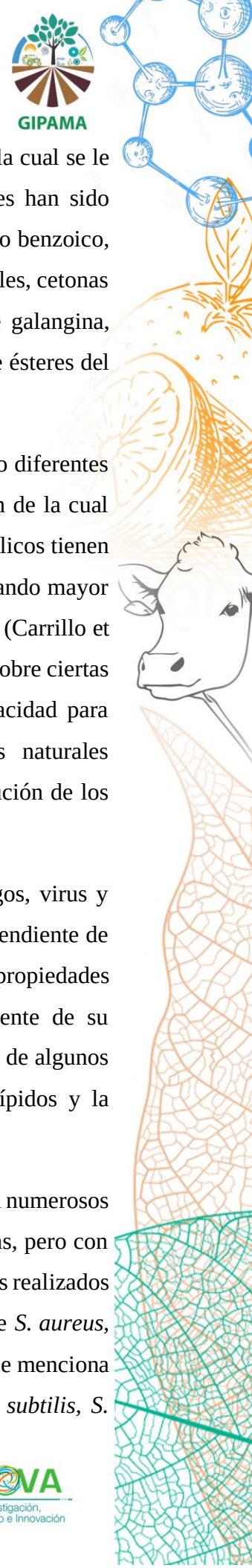
Palabras clave— Acción inhibitoria, antimicrobiano, conservante, cárnicos, propóleo.

Abstract— Propolis is a hive product made up of resins that bees collect from plants. The objective of this study was to analyze the antimicrobial capacity of propolis added to sausages against *Staphylococcus aureus*. It is an experimental laboratory study, which was carried out in the microbiology laboratory of the CEDAGRO Center of the Atlantic regional SENA, collecting propolis from apiaries in the department of Atlántico. Extraction was carried out with 96% ethyl alcohol and by stirring and filtration the extract was obtained, which was dried in a drying oven for 2 h at 70 °C to eliminate the solvent and obtain it dry. Sausages were made with four different treatments: natural (T1), nitral (T2), propolis (T3) and alcohol (T4); to which a suspension was inoculated with *S. aureus* and stored refrigerated at 10°C for 21 days. *S. aureus* counts were carried out at the different treatments and on days 0, 7, 14 and 21 of preparation. The results show a high count on days 0 and 7 for T1 and T4, with propolis a decrease and significant differences ($p<0.05$) were observed between treatments.

Keywords: Inhibitory action, antimicrobial, preservative, meat, propolis.

1. INTRODUCCIÓN

El propóleo constituye junto con la miel, la cera y la jalea real productos de la colmena de abejas milíferas, es una mezcla de resinas que puede presentar diversos colores que van desde marrón, verdes, rojas, negras o blancas dependiendo de la fuente y según Tolosa y Cañizares (2002), contiene principalmente 55% de resinas y bálsamos aromáticos, 30% de ceras, 10% de aceites esenciales y 5% granos de polen, además de vitaminas, proteínas y minerales (Rodríguez et al, 2020). Es utilizado ampliamente en diversas industrias por sus propiedades antisépticas y fungicidas, (Mendizábal & Cuya, 2021). Químicamente es muy complejo, constituido químicamente por 18 componentes principalmente del tipo flavonoide, tales como, las flavonas, flavones y las flavononas. Se han reportado alrededor de 38 flavonas, 12 derivados del ácido benzoico, 14 derivados del alcohol cinamílico y el ácido cinámico, 12 componentes entre alcoholes, cetonas y fenoles, 7 terpenos, 11 esteroides, 7 azúcares y 2 aminoácidos, (Tolosa & Cañizares, 2002).

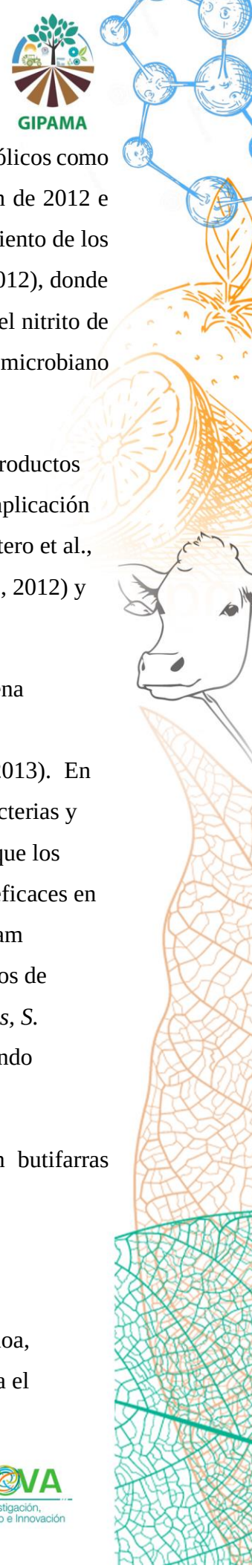


Una de las propiedades más importante del propóleo es su actividad antimicrobiana, la cual se le atribuye fundamentalmente a los flavonoides, aproximadamente unos 38, las cuales han sido descrita por Pinagote (2024); Tolosa & Cañizares (2002) como 12 derivados del ácido benzoico, 14 derivados del alcohol cinámico y el ácido cinámico, 12 componentes entre alcoholes, cetonas y fenoles, 7 terpenos, 11 esteroides, 7 azúcares y 2 aminoácidos (5), además de galangina, pinobanksina, pinobanksina-3-acetato, éster bencil del ácido p-cumárico y mezclas de ésteres del ácido cafeico (García et al., 2007).

De los estudios realizados por algunos investigadores con el propóleo se han obtenido diferentes resultados que afirman de su actividad antibacteriana, la cual dependerá de la región de la cual proviene el propóleo y del solvente con que se extrajo. Se dice que los extractos etanólicos tienen una mayor actividad antibacteriana en comparación con los extractos acuosos, mostrando mayor susceptibilidad hacia las bacterias Gram positivas que a las bacterias Gram negativas (Carrillo et al., 2011), (Berlanga, 2021). Se ha demostrado el efecto de los extractos de propóleos sobre ciertas bacterias y hongos, así como patógenos de interés alimentario, tiene además, capacidad para prevenir o retardar reacciones de oxidación, considerándolos como productos naturales potencialmente atractivos para ser utilizado como conservador alimentario en sustitución de los aditivos químicos de origen sintético. (Vargas et al., 2013).

El efecto del propóleo sobre una gran variedad de microorganismos (bacterias, hongos, virus y levaduras) ha sido ampliamente comprobado y se ha demostrado que el efecto es dependiente de la composición química. Según (Macías & Yunda, 2015), además de las propiedades antimicrobianas del propóleo, tiene actividad antioxidante que depende directamente de su composición. Estas propiedades son las responsables de proporcionar mayor vida útil de algunos productos alimenticios, ya que actúa disminuyendo reacciones de oxidación de lípidos y la contaminación por microorganismos patógenos en especial bacterias y hongos.

En ensayos *in vitro* se ha demostrado que los extractos de propóleos son activos frente a numerosos microorganismos, siendo más eficaces en un gran número de bacterias Gram positivas, pero con limitada actividad sobre Gram negativas, algunos estudios lo demuestran como aquellos realizados en varias regiones de Corea donde se encontraron que éstos tenían alta actividad sobre *S. aureus*, *B. subtilis*, *S. typhimurium* y *C. albicans*, (Choi et al., 2006). En otras investigaciones se menciona la reducción *in vitro* en el número de microorganismos (*S. aureus*, *E. faecalis*, *B. subtilis*, *S.*



typhimurium y *C. albicans*), atribuyendo esta actividad al contenido de compuestos fenólicos como los flavonoides (Velazquez et al., 2007). Estudios experimentales en Colombia, datan de 2012 e incluyen ensayos del propóleo con diversos tipos de alimentos, ya sea como recubrimiento de los empaques o añadiéndolo al proceso como conservante, tal como apunta Gutiérrez, (2012), donde se estableció la capacidad biopreservante del propóleo en chorizos y se comparó con el nitrito de sodio, resultando actividad del propóleo similar al nitrato por controlar el crecimiento microbiano en el alimento.

En la actualidad, el propóleo se utiliza en la industria de medicamentos, cosméticos, productos de aseo y en la producción de alimentos. Es importante anotar que se ha reportado la aplicación del propóleo como bioconservante en productos alimenticios, tales como frutas (Quintero et al., 2010), chorizo (Gutiérrez & Cortés, 2012), (Gonzales, 2018), pescado (Valencia et al., 2012) y yogur (Carrera & Henry, 2016), (Barreto, 2019).

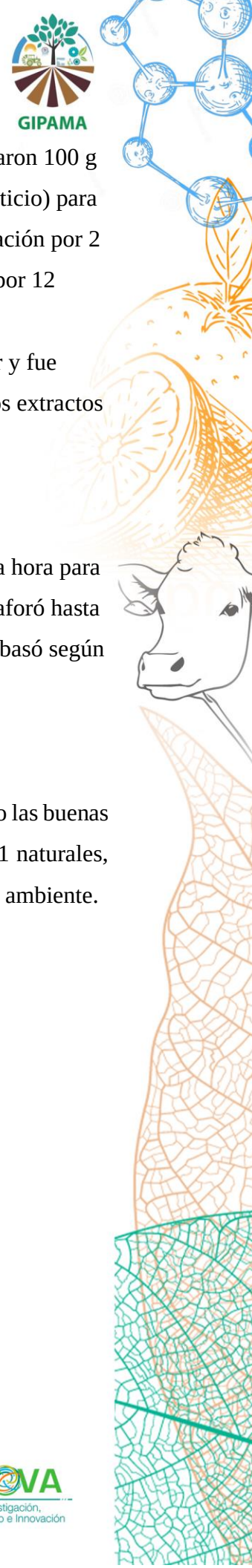
Uno de los bioconservantes ensayados es el propóleo. Este es un producto de la colmena formado por resinas que las abejas recolectan de plantas. Estudios revelan que posee propiedades antioxidantes, antimicrobianas y antifúngicas, entre otras (Vargas et al., 2013). En este contexto, se ha demostrado el efecto de los extractos de propóleo sobre ciertas bacterias y hongos, así como patógenos de interés alimentario. Ensayos *in vitro* han demostrado que los extractos de propóleos son activos frente a numerosos microorganismos, siendo más eficaces en un gran número de bacterias Gram positivas, pero con limitada actividad sobre las Gram negativas (Carrillo et al., 2011). Es así como investigaciones con extractos de propóleos de algunas regiones de Corea revelan actividad antimicrobiana sobre *S. aureus*, *B. subtilis*, *S. typhimurium* y *C. albicans*, de la misma forma que estudios de otras regiones incluyendo latinoamérica (Rodríguez et al., 2012).

En este estudio el objetivo fue evaluar la sobrevivencia del *Staphylococcus* en butifarras previamente tratadas con extractos etanólicos con propóleo.

2. METODOLOGÍA

Extracción del propóleo

El propóleo colectado provenía de apiarios de zonas veredales del municipio de Baranoa, Atlántico. El experimento se realizó en el laboratorio de microbiología del Centro para el



Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial Cedagro Sena, Regional Atlántico. Se pesaron 100 g de propóleo a los cuales se les agregó 400 mL de alcohol étílico al 96% (grado alimenticio) para realizar la extracción del propóleo. La mezcla preparada se colocó en un plato de agitación por 2 horas con rotación permanente a 400 RPM. Al cabo de este tiempo se dejó en reposo por 12 horas protegido de la luz mediante papel aluminio.

Posteriormente se decantó el líquido con embudo y papel filtro No 4 en un erlenmeyer y fue sometido nuevamente al proceso anteriormente mencionado. Al final se obtuvieron dos extractos que se colectaron en un recipiente protegido de la luz.

Preparación de las soluciones de propóleo

El propóleo obtenido de la extracción se llevó a cabo en estufa y se dejó secar por una hora para eliminar el exceso de alcohol. Una vez obtenido el extracto seco se pesaron 15 g y se aforó hasta 100 ml con agua destilada estéril para obtener la concentración de 150 mg/ml, esta se basó según los estudios realizados por Pulido, (2021) y Baquerizo et al, (2024).

Preparación de las butifarras

Se preparan las butifarras con igual formulación (tabla 1) y procedimiento, manteniendo las buenas prácticas de manufactura. Se preparan según los diferentes tratamientos a analizar. T1 naturales, T2 con nital, T3 con propóleo, T4 con alcohol al 96%. Se dejan enfriar a temperatura ambiente.

Tabla 1. Formulación butifarras

MATERIAS PRIMAS	T1	T2	T3	T4
Harina de trigo	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Pimentón	2,20%	2,20%	2,20%	2,20%
Pimienta picante	0,20%	0,20%	0,20%	0,20%
Sal	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%
Tripas	1,12%	1,12%	1,12%	1,12%
Nital		0,30%		
Propóleo 150 mg/ml			15 ml/kg	
Alcohol 96%				15 ml/kg

Fuente: Propia



Inoculación del *S. aureus* en las butifarras

Se utiliza una cepa de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 lote 360-256- 1, la cual se pre-enriqueció en 5 ml de caldo BHI (24 h a 37 °C), y posteriormente, la suspensión se transfirió a un matraz con 200 ml de caldo BHI, incubándose a 37 °C. De este cultivo se tomó una alícuota que se transfiere en un tubo con solución salina estéril, comparándose con la escala de Mcfarland 0,5 correspondiente a $1,5 \times 10^8$ cel/ml (Figura 1).



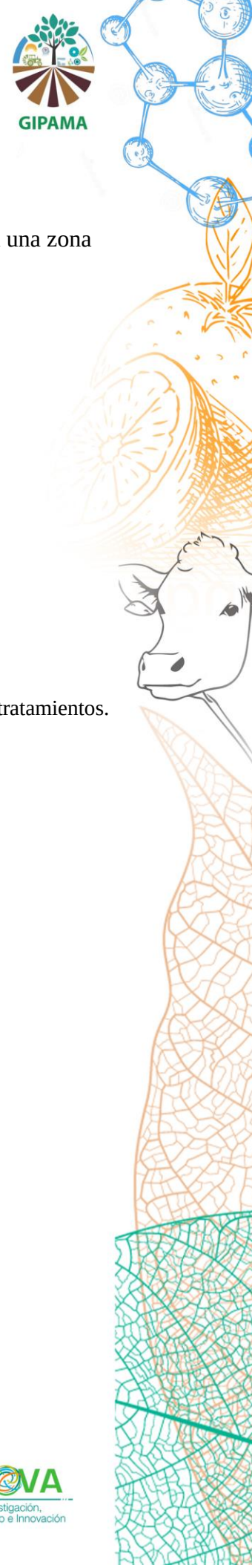
Figura 1. Suspensión del *S. aureus* en caldo BHI

Fuente propia

Una vez preparada la suspensión del *S. aureus* se procedió a inocularlo uniformemente en las butifarras utilizando 100 μ l para cada butifarra (25 g), de forma similar fue realizado por Rosales & Guamán, (2016) y Rivera et al (2024), llevándolas posteriormente a refrigeración máximo 4° C. El anterior procedimiento fue similar para los cuatro tratamientos.

Análisis microbiológico para determinar la supervivencia del *S. aureus*

Para determinar la supervivencia del microorganismo se procedió a realizar el análisis microbiológico utilizando agar Baird Parker, al cual se le adicionó yema de huevo y telurito de potasio al 0,1%, manteniendo pH de 6,8 para los requerimientos metabólicos del *S. aureus*. Previo al análisis, se realizaron diluciones del alimento con agua peptonada 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} tomando 10 g de las butifarras y 90 ml de diluyente, se homogenizó en stomacher y se transfieren alícuotas de las diluciones sucesivamente según lo descrito en el Manual de procedimientos del INVIMA, posterior a esto se sembró 0,1 ml de cada dilución obtenida con asa desechable estéril, se distribuyó uniformemente sobre la superficie de agar, las cajas se incubaron a 37° C por 24- 48 horas. Se realizó por triplicado siguiendo el cronograma ya establecido de 0, 7, 14 y 21 días de preparación.



3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Terminado el tiempo de incubación se realizó el conteo de colonias con las siguientes características: negras con borde incoloro, convexas, rodeadas de una zona opaca, con una zona clara externa correspondientes al *S. aureus*.

Los promedios de los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 2, en UFC/g.

Tabla 2. Recuentos microbianos en UFC

Tratamiento	Tiempo en días			
	0	7	14	21
T1	11033	16867	13400	7333
T2	15000	9733	473	100
T3	11167	8767	290	17
T4	14600	18267	13067	4867

Fuente propia

Las figuras 2 y 3 muestran las cajas de cultivos con los resultados de *S.aureus* en los distintos tratamientos.

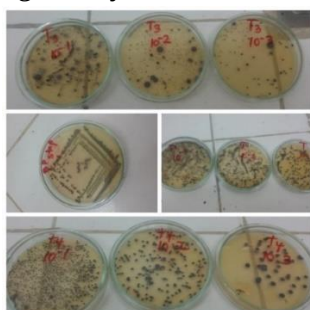


Figura 2. Supervivencia *S. aureus* día "0"

Fuente propia

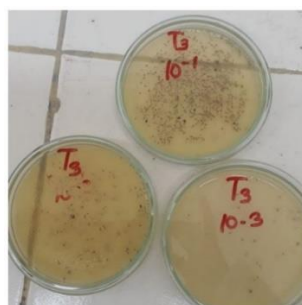


Figura 3. Supervivencia *S. aureus* día 7

Fuente propia

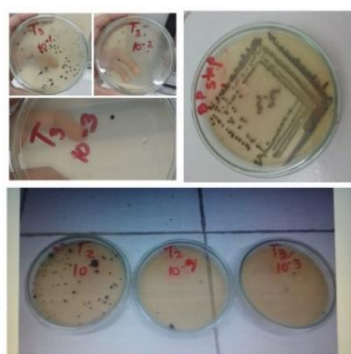


Figura 4. Supervivencia *S. aureus* día 14

Fuente propia

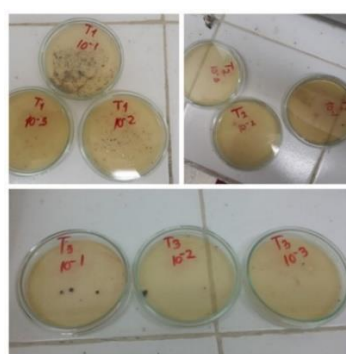


Figura 5. Supervivencia *S. aureus* día 21

Fuente propia

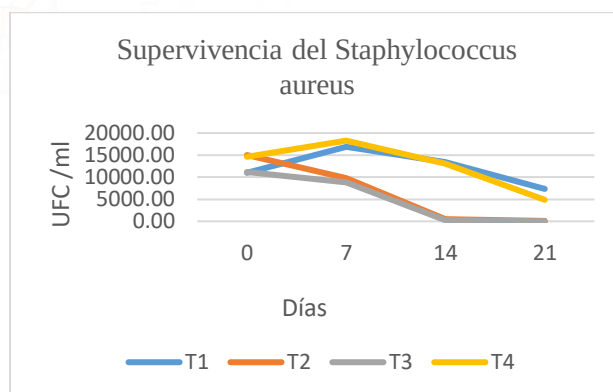
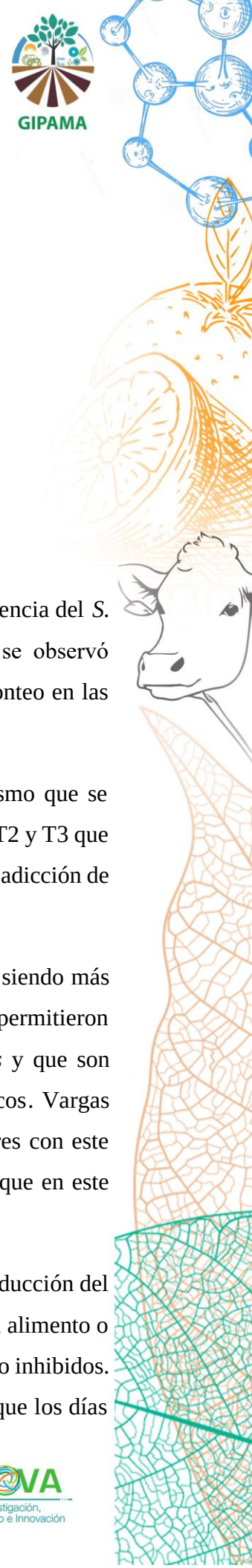


Figura 6. Gráfica Supervivencia de *S. aureus* en los distintos tratamientos

Fuente propia

La Figura 6, muestra el comportamiento de los diferentes tratamientos frente a la presencia del *S. aureus*, en el día "0" todos presentaron recuentos altos del microorganismo, no se observó inhibición en ninguno de los casos, el resultado se obtuvo utilizando las reglas de conteo en las cajas de dilución 10^{-2} .

Para el día 7, T1 y T4 presentaron un aumento en el crecimiento del microorganismo que se relaciona con la no presencia de sustancias con efecto microbicida, no siendo así para T2 y T3 que mostraron reducción del número de UFC de *S. aureus* directamente relacionado con la adicción de nitral y propóleo respectivamente.

Hay una evidente reducción del crecimiento del microorganismo a partir del día 14, siendo más notorio en T2 y T3 por la presencia de sustancias microbicidas, estos resultados permitieron evidenciar que los extractos de propóleos tienen una fuerte acción sobre *S. aureus* y que son comparables con el efecto que tiene el nitral en la conservación de derivados cárnicos. Vargas (2010), ha reportado en hamburguesas con carne de bovinos resultados muy similares con este experimento, aunque pudo observar fase estacionaria con los extractos de propóleo que en este trabajo no se manifestó.

Al llegar el día 21 se pudo observar que en todos los tratamientos hay una marcada reducción del crecimiento microbiano, que puede ser debido a que los nutrientes han declinado en el alimento o por efectos de la prolongada temperatura de refrigeración los microorganismos han sido inhibidos. Cabe anotar que el pH de las butifarras presenta una tendencia a la acidez a medida que los días



de fabricación avanzan lo que podría afectar el crecimiento del *S. aureus*, de esta misma forma Rivera et al (2024) lo apreció en su investigación.

También se pudo observar que los diferentes tratamientos presentaron diferencias por las reacciones. A continuación, se detallan.

La figura 7, representa la reacción llevada a cabo en el producto con el tratamiento 1 sigue una reacción de linealidad de primer orden para el parámetro microbiológico de recuento de *S.aureus*. Esto quiere decir que conforme transcurre el tiempo, se generan crecimiento. El incremento en el valor de este parámetro es significativo. El comportamiento está determinado por la ecuación generada en la figura de primer orden.

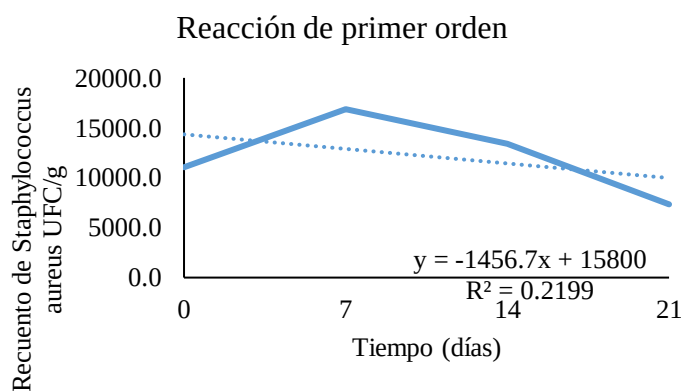


Figura 7. Tratamiento 1. Reacción de primer orden

Fuente propia

En la figura 8, la reacción evidenciada que el tratamiento 2 sigue un comportamiento de reacción de orden cero. La ecuación que mejor representa esta reacción es la de la figura de orden cero.

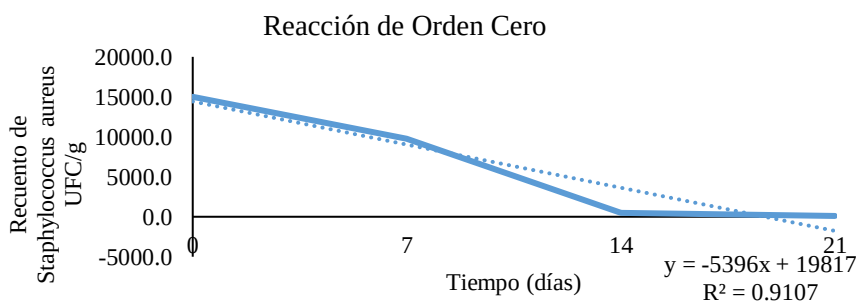


Figura 8. Tratamiento 2. Reacción de orden cero

Fuente propia



Los tratamientos 3 y 4 siguen la misma reacción de orden cero.

4. CONCLUSIONES

En este experimento se demostró que el propóleo posee actividad antimicrobiana al inhibir el *S. aureus*, en la masa cárnica de las butifarras, la concentración donde se observó el efecto bacteriostático fue 150 mg/ml. Otros autores utilizaron concentraciones cercanas al de este trabajo (Gutiérrez & Cortés, 2012) y (Lu, Cheng y Chou 2005). Chumbiray (2023), Moreta y Amarilis (2022), (Pinargote et al, 2024), (Alayo Huatay, 2013), también demostraron el efecto de inhibición del *S. aureus* frente al propóleo.

El extracto de propóleo presentó mayor actividad frente a *S. aureus* comparado con los microorganismos utilizados, estos resultados coinciden con los anotados por Vargas et al., (2011). Previamente, se ha indicado que la actividad antibacteriana de los propóleos es debida a la presencia de compuestos fenólicos, especialmente flavonoides, ácidos fenólicos y sus ésteres (Carrillo et al., 2011).

En este estudio preliminar se trabajó con el propóleo solo teniendo en cuenta las propiedades de este como antimicrobiano frente a *S.aureus*, en otras investigaciones se evaluarán otras variables importantes para la aplicación como bioconservante, aquellas relacionadas con la afectación sensorial en el alimento y el potencial de inhibir otros microorganismos como por ejemplo de hongos, tal como lo registró Oroño et al, (2023), Baquerizo et al, (2024).

5. AGRADECIMIENTO

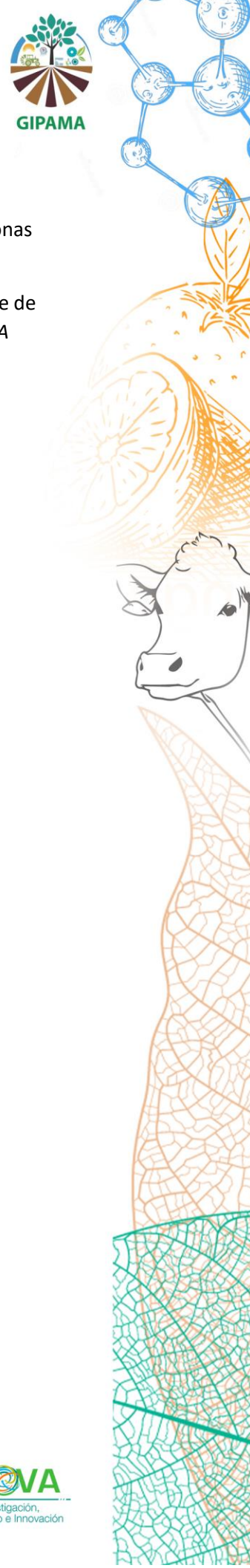
Mis agradecimientos al Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial por permitir el desarrollo de la investigación y el crecimiento a la formación de los aprendices.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agurto Mendizábal, J. C. (2021). Actividad antimicrobiana del extracto etanólico liofilizado de propóleo procedente de Ayacucho y Huaral frente a *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa*. *Doctoral dissertation, Universidad Nacional Mayor de San Marcos*, <https://hdl.handle.net/20.500.12672/16527>



- Alban Moreta, L. A. (2022). Evaluación del efecto antibiótico in-vitro del extracto hidroalcohólico de propóleo de abejas (EHAPA) sobre bacterias ATCC causantes de Metritis Bovina. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/18036>, UDCTIPEC;20T01653.
- Baquerizo Figueroa, J. P. (2024). Efecto preservante del extracto etanólico de propoleo en un alimento fermentado. *Dominio de de las ciencias* 10 (2), 375- 388
<https://doi.org/10.23857/dc.v10i2.3807>.
- Berlanga, M. G. (2021). Efecto de los complementos alimenticios con propóleo en *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* aislados de la microbiota de personas sanas. *RESCIFAR Revista Española de Ciencias Farmacéuticas*, 2(1), 13-22.
- Chumbiray Velasquez, M. E. (2023). Chumbiray Velasquez, M. E. P., & Ochoa Castro, C. E. (2023). Evaluación in vitro del efecto antibacteriano del propóleo frente a *Klebsiella pneumoniae* y *Staphylococcus aureus*. <https://doi.org/10.21142/tl.2023.2883>,
<https://hdl.handle.net/20.500.12805/2883>.
- García Bernal, M. M. (2007). Actividad in vitro del Propóleos frente a patógenos bacterianos aislados de infecciones humanas. *Latin American Journal of Pharmacy*, 100-102. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Ricardo_Medina5/publication/242311764_Actividad_in_vitrodel_Propoleos_frente_a_Patogenos_Bacterianos_aislados_de_Infecciones_Humanas/links/02e7e532cfe3b6f2ea000000.pdf
- Gonzales García, B. F. (2018). Elaboración de chorizo de alpaca (*Vicugna pacos*) con adición de extracto etanólico de propóleo (Gr. propolis). <https://repositorio.lamolina.edu.pe/items/6921f2fd-7538-4514-bee9-23ad60d03013>, <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3295>.
- Gutiérrez Cortés, C. &. (2012). Efecto conservante de propóleos en chorizos. *Vitae*, 19(1), S159-S161.
- Mendizábal J., C. A. (2021). Actividad antimicrobiana del extracto etanólico liofilizado de propóleo procedente de Ayacucho y Huaral frente a *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa*. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*, Doctoral dissertation.
- Oroño, A. G. (2023). (2023). Desarrollo de un alimento cárnico embutido saludable con el agregado de extracto acuoso de propóleo (EAP) como conservante. *Ciencia, Docencia Y Tecnología Suplemento*, 13(15), . Recuperado a partir de <https://ojs-act.uner.edu.ar/index.php/Scdyt/article/view/1769>.
- Pinargote Anchundia, E. G. (2024). Actividad antimicrobiana in vitro del propóleo en el control de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* . *Bachelor's thesis, Calceta: ESPAM MFL*., 31.
- Pulido, L. M. (2021). Evaluación de la actividad antimicrobiana y sensorial del propóleo utilizado como desinfectante en áreas pecuarias. *Revista Gipama*, 3(1), 89-96.
- Quintero, C. J. (2010). Películas y recubrimientos comestibles: importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícola. . *Tumbaga*, 1(5), 93-118.
- Rivera, J. C.-G.-E.-E. (2024). Actividad bacteriostática del propóleo y geopropóleo en salchichas contaminadas por *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. *Journal of Behavior and Feedingof*



Behavior and Feeding, Volumen 4, núm. 7(núm. 7), pp. 71-76.
doi:<https://doi.org/10.32870/jbf.v4i7.49>ISSN: 2954-4947

Rodríguez Pérez, B. P. (2020). Actividad antibacteriana de propóleos con la adición de chalconas sintéticas. . *Acta universitaria*, 30.

Rodríguez, Y. S. (2012). Caracterización fisicoquímica y evaluación de la actividad antioxidante de propóleos recolectados en el departamento del Atlántico, Colombia. . *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 15(2), , 303–311.
<https://doi.org/10.31910/rudca.v15.n2.2012.828>.



Inclusión de técnicas de agricultura vertical y de precisión para diversificar la producción de los huertos urbanos del Distrito Capital.

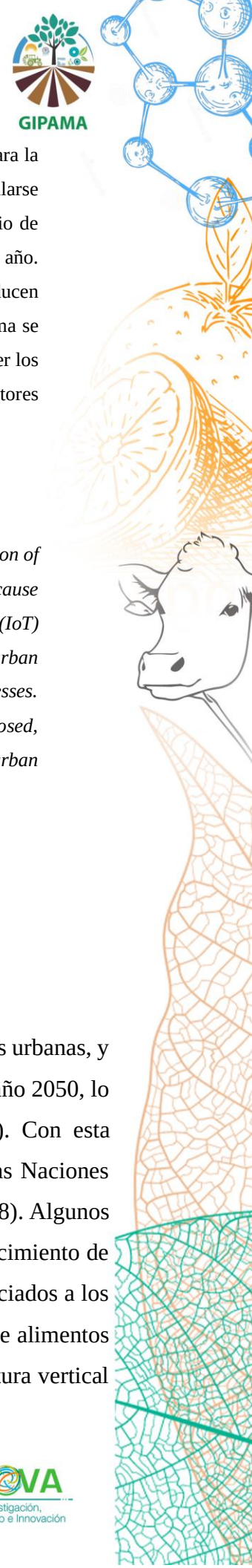
Inclusion of vertical and precision agriculture techniques to diversify the production of urban gardens in the Capital District.

Carlos Andres Rivera Guerrero¹

¹Investigador para el Centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones, Estudiante Doctoral, Ingeniero Electrónico, Bogotá D.C, Colombia
Correo electrónico: cariverag@unal.edu.co
<https://orcid.org/0000-0002-2132-2741>

Victor Vladimir Cortés Arevalo²

² Instructor del Centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones, Magister en Sistemas, Ingeniero de Sistemas, Bogotá D.C, Colombia
Correo electrónico: vcortes@sena.edu.co



Resumen— La agricultura vertical de precisión se presenta como una alternativa atractiva para la diversificación de la producción alimentaria, entre sus ventajas se encuentra que puede desarrollarse en espacios reducidos y debido a que pueden controlarse las variables ambientales por medio de tecnologías como el Internet de las cosas (IoT) puede cultivarse en cualquier temporada del año. Actualmente el Distrito capital cuenta con alrededor de 1817 huertas urbanas, las cuales producen hortalizas, cereales y pequeños frutos, además de procesos de compostaje. Con este panorama se propone la implementación de un prototipo de Agricultura vertical de precisión, para fortalecer los procesos formativos del centro de formación e iniciar procesos de capacitación en los agricultores urbanos, con el objeto de que estos puedan conocer y apropiar esta tecnología.

Palabras clave— Agricultura vertical; Internet de las cosas; Hidroponía; Iluminación LED

Abstract— *Smart vertical farming is presented as an attractive alternative for the diversification of food production, among its advantages is that it can be developed in small spaces and because environmental variables can be controlled through technologies such as the Internet of Things (IoT) it can be cultivated at any time of the year. Currently, the Capital District has about 1817 urban gardens, which produce vegetables, cereals and small fruits, in addition to composting processes. With this scenario, the implementation of a prototype of vertical precision agriculture is proposed, to strengthen the training processes of the training center and initiate training processes in urban farmers, so that they learn and appropriate this technology.*

Keywords— *Vertical farming; internet of things; Hydroponic; LED illumination.*

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente 56% de la población mundial (4400 millones de habitantes) vive en zonas urbanas, y de acuerdo con proyecciones del Banco Mundial, esta población se duplicará para el año 2050, lo que implicará que 7 de cada 10 personas vivirá en zonas urbanas (FAO, 2020). Con esta proyección, para alimentar a esta población creciente y cada vez más urbanizada, las Naciones Unidas estiman que la demanda de alimentos debe aumentar en un 70% (Collado, 2018). Algunos de los problemas que deben enfrentarse a futuro son los siguientes: Escases y encarecimiento de la tierra para procesos agrícolas, encarecimiento en los alimentos por sobrecostos asociados a los combustibles debido a que, en la gran mayoría de casos, las cadenas de suministro de alimentos concentran su producción fuera de los centros urbanos. Con este panorama la agricultura vertical

urbana inteligente (USVF, por sus siglas en inglés) es una de las posibles soluciones para ayudar a enfrentar esta elevada demanda de alimentos sin necesidad de tierras de cultivo adicionales como se presenta en (FAO, et al., 2022).

1.1 Panorama del Distrito Capital: Bogotá como ciudad capital

En Bogotá región se ha presentado un aumento de asociaciones y personas naturales dedicadas a la agricultura urbana en las diferentes localidades del distrito capital. De acuerdo con un informe presentado por el Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis (Jardín Botánico, 2020) y Acero (2021) y la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura OEI, con su programa Bogotá es mi Huerta, donde se identificó un total de 1817 huertas urbanas, las cuales realizan cultivos de hortalizas, frutas y plantas aromáticas, para autoconsumo, así como el uso de residuos para procesos de compostaje. Como se presenta en la figura 1.1.

Huertas Urbanas Registradas por parte de Bogotá es mi Huerta

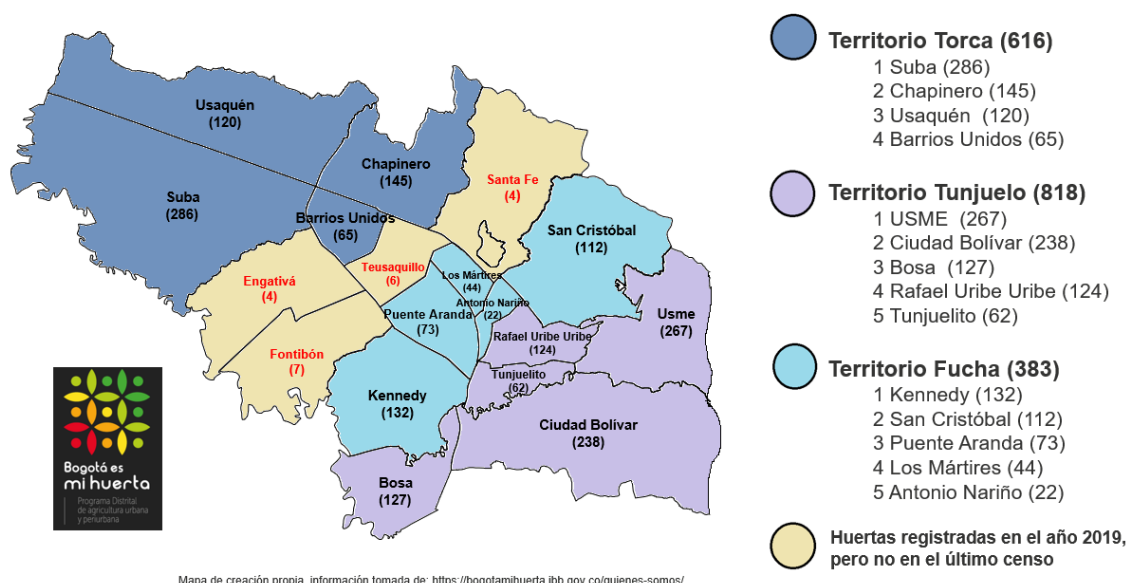
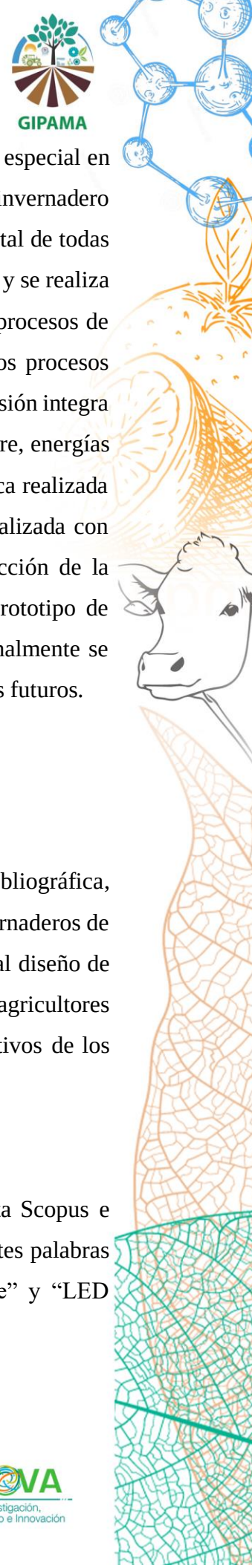


Figura 1.1 Huertas Urbanas registradas en el Distrito Capital para el año 2020.

Fuente: Autoría propia

Con este escenario, el grupo de Investigación GICS del Centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones del distrito capital, ha venido desarrollando desde el año 2021, diferentes proyectos de investigación, pensados en introducir las nuevas tecnologías del sector agrícola, las cuales puedan permitan diversificar los métodos de producción agrícola de las huertas urbanas del distrito. Teniendo presente la afectación progresiva que ha sufrido el clima mundial por los efectos



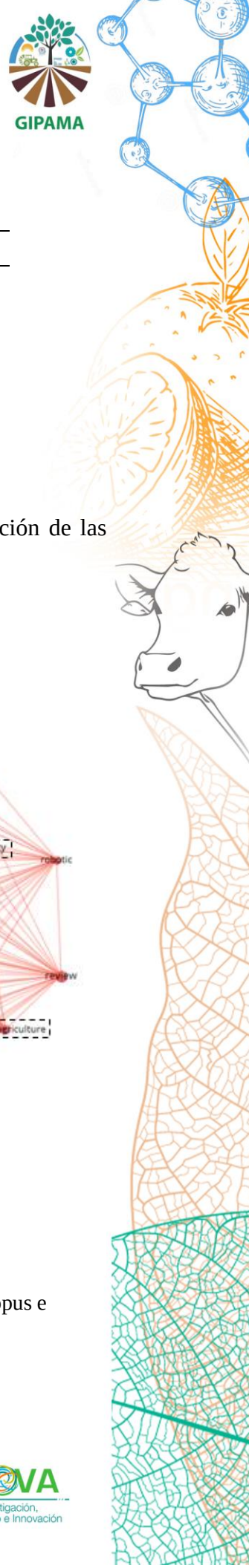
del cambio climático en todos los aspectos de los seres vivos (López et al., 2019), en especial en la producción de alimentos, se propone el de diseñar e implementar un prototipo de invernadero de agricultura vertical de precisión, ya que esta tecnología permite tener un control total de todas las variables ambientales involucradas en los procesos agrícolas (Aliston et al., 2014), y se realiza en espacios cerrados. Se busca que además de implementar el prototipo se realicen procesos de transferencia tecnológica a los agricultores urbanos del Distrito y además apoyar los procesos formativos del centro de formación, ya que la tecnología de agricultura vertical de precisión integra múltiples tecnologías, como es la del Internet de las cosas (IoT), desarrollo de software, energías alternativas y la analítica de datos, A continuación se presenta la revisión bibliográfica realizada para determinar la arquitectura de prototipo de agricultura vertical que pueda ser realizada con componentes de bajo costo y de fácil adquisición, en seguida se presenta la selección de la arquitectura a implementar y posteriormente se presenta el diseño completo del prototipo de invernadero de agricultura vertical en sus componentes de hardware y software. Finalmente se presentan los resultados obtenidos hasta el momento y algunas conclusiones y trabajos futuros.

2. METODOLOGÍA

La metodología desarrollada se divide en tres fases, la primera es la fase de revisión bibliográfica, la segunda fase es la de selección de arquitecturas o configuraciones de granjas o invernaderos de agricultura vertical acorde a los objetivos del proyecto, y la tercera fase relacionada al diseño de un prototipo de agricultura vertical que permita realizar procesos de capacitación a los agricultores urbanos del Distrito y el desarrollo de prácticas que fortalezcan los procesos formativos de los diferentes programas del centro de formación.

2.1 Fase 1: Revisión Bibliográfica

Se realizó la revisión de 126 referencias bibliográficas por medio de la herramienta Scopus e IEEE Explorer donde se ingresaron diferentes ecuaciones de búsqueda, con las siguientes palabras claves (keywords): “vertical farming”, “internet of things”, “Artificial Intelligence” y “LED illumination”,



Donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 1. Tipo y cantidad de documentos encontrados con la ecuación de búsqueda.

Tipo de Documento	Cantidad
Artículos de Conferencia	64
Artículos	31
Capítulos de libros	9
Libros	4
Notas, editoriales y otros	4
Pre-prints	14

Se presenta la representación obtenida en Vosviewer® donde se muestra la correlación de las palabras claves de manera grafica.

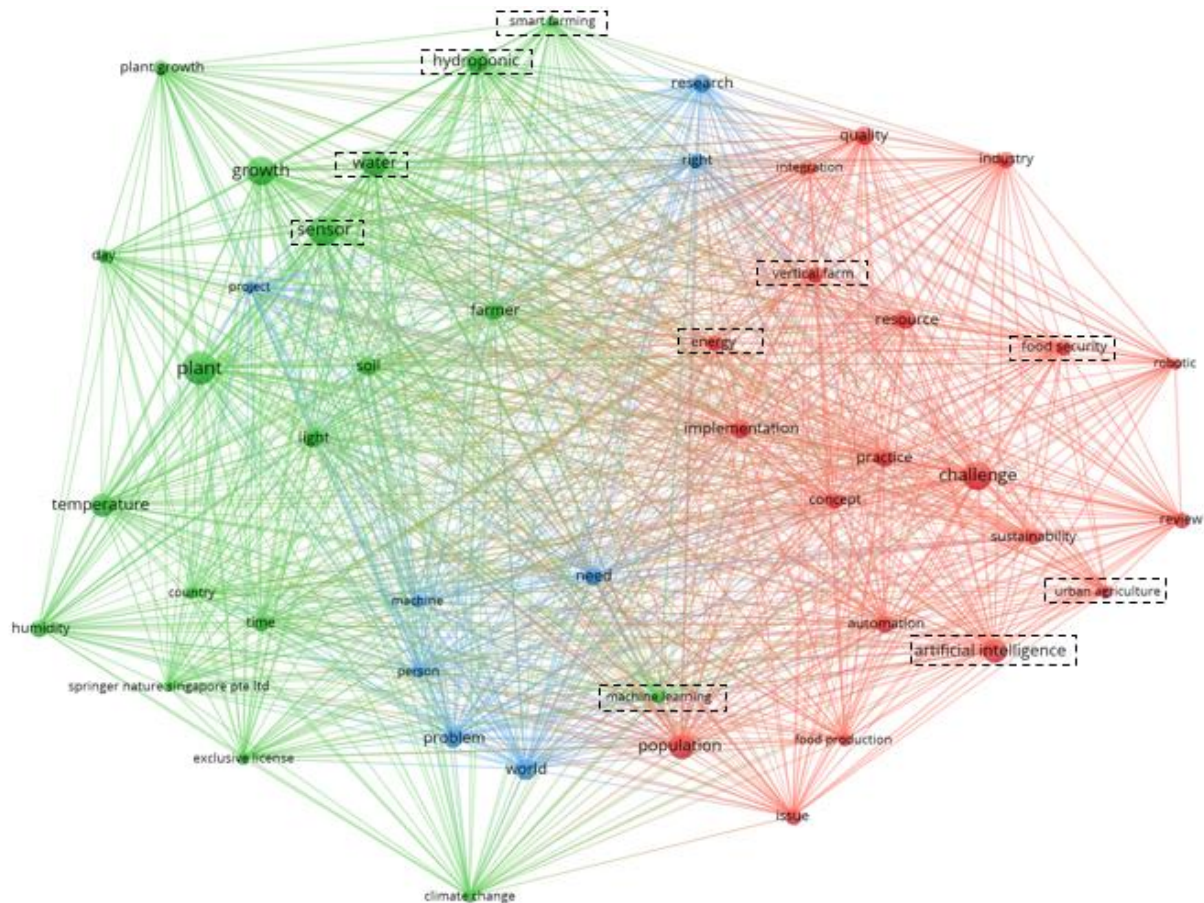
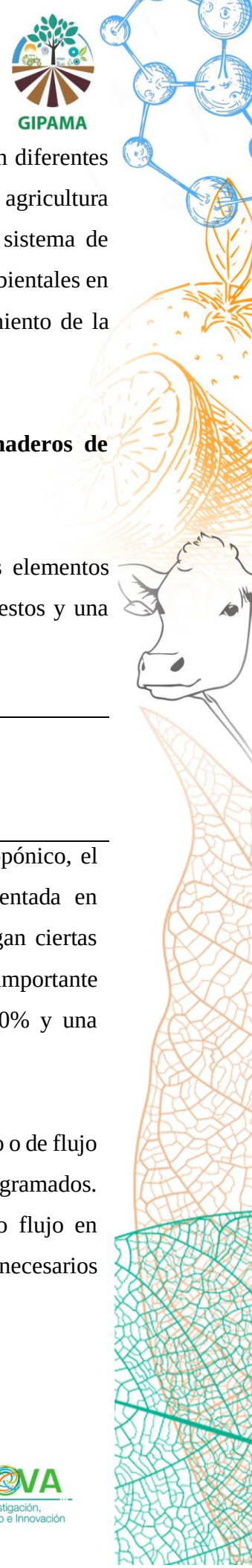


Figura 2.1 Resultado de la correlación de palabras claves usadas en la búsqueda en Scopus e IEEE Explorer.

Fuente: Vosviewer.



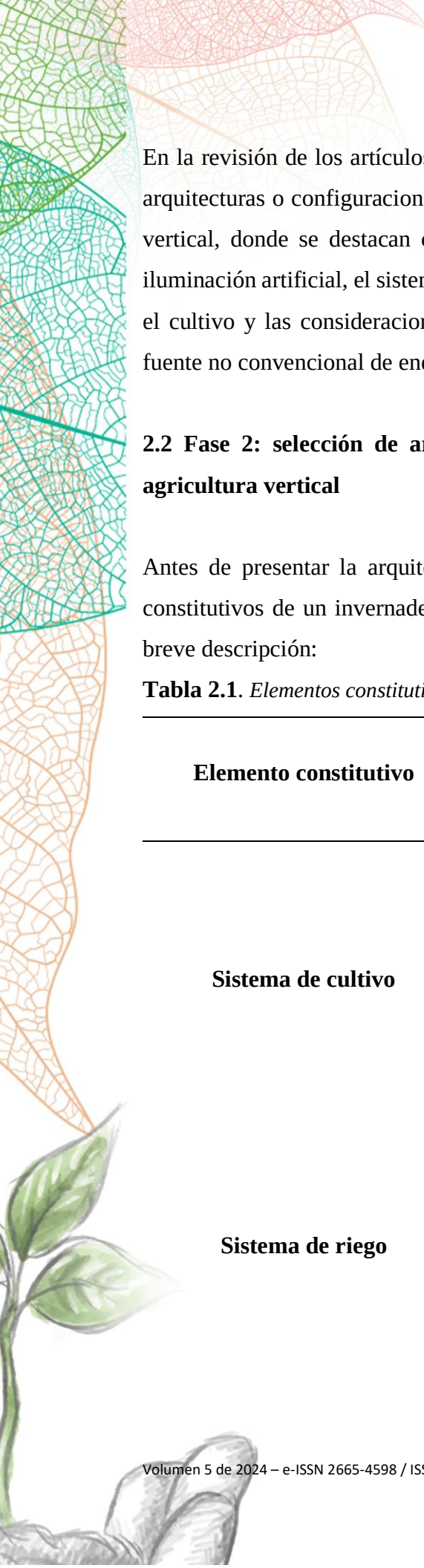
En la revisión de los artículos relacionados por la ecuación de búsqueda se presentan diferentes arquitecturas o configuraciones para la implementación de granjas o invernaderos de agricultura vertical, donde se destacan cuatro aspectos importantes en el diseño, como es el sistema de iluminación artificial, el sistema de riego con nutrientes, el control de las variables ambientales en el cultivo y las consideraciones energéticas en relación al consumo y dimensionamiento de la fuente no convencional de energía a implementar (Jain & Kaur, 2023).

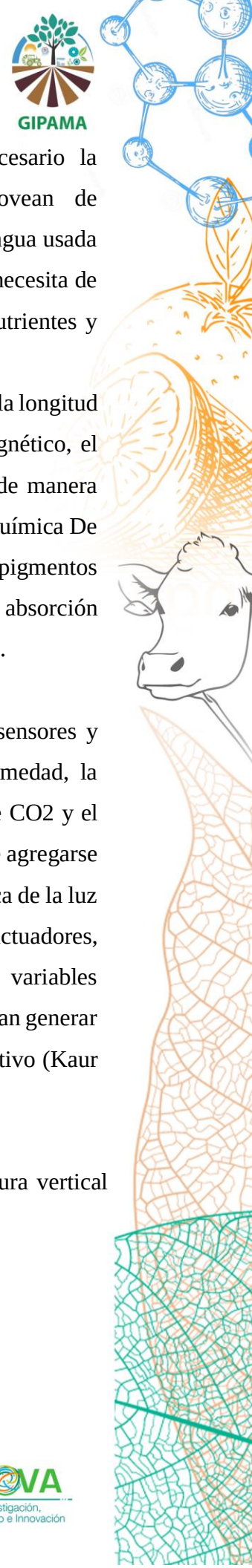
2.2 Fase 2: selección de arquitecturas o configuraciones de granjas o invernaderos de agricultura vertical

Antes de presentar la arquitectura seleccionada se deben presentar los principales elementos constitutivos de un invernadero de agricultura vertical, en la tabla 2.1 se presentan estos y una breve descripción:

Tabla 2.1. Elementos constitutivos de un invernadero de agricultura vertical.

Elemento constitutivo	Características
Sistema de cultivo	Los sistemas para implementar son del tipo hidropónico, el cual no hace uso de suelo, puede ser implementada en cualquier clima y altura, siempre y cuando se sigan ciertas condiciones ambientales controladas, y lo más importante puede lograrse un ahorro de agua de hasta el 90% y una disminución de hasta el 70% de emisiones de CO ₂
Sistema de riego	El sistema de riego generalmente usado es por goteo o de flujo constante en intervalos de tiempo previamente programados. Durante el periodo de riego, ya sea por goteo o flujo en intervalos, se provee a las plantas de los nutrientes necesarios para su crecimiento y desarrollo.





Soluciones nutritivas

Al no usar suelo para el cultivo se hace necesario la preparación de soluciones nutritivas que provean de nutrientes a las plantas, estas se administran en el agua usada para el riego del cultivo. Por lo general una planta necesita de 17 nutrientes, los cuales se clasifican en Macronutrientes y micronutrientes

Sistema de iluminación

El sistema de iluminación artificial se concentra en la longitud de onda específica de luz del espectro electromagnético, el cual permite que la planta absorba y transforme de manera eficiente la energía del espectro de luz en energía química. De acuerdo con cada tipo de planta existen diferentes pigmentos de clorofila, los cuales tendrán mayor afinidad en la absorción de diferentes rangos del espectro Electromagnético.

Sistema de sensado y control de variables ambientales

El sistema de sensado y control se conforma de sensores y actuadores del tipo IoT, los cuales miden la humedad, la temperatura, el nivel de conductividad, el nivel de CO₂ y el nivel de PH en la solución nutritiva, también puede agregarse sensores medidores de la radiación electromagnética de la luz del sistema de iluminación. En relación con los actuadores, estos se activan cuando los niveles de ciertas variables ambientales superen los límites establecidos y puedan generar el desarrollo de plagas o muerte prematura del cultivo (Kaur et al., 2023).

En la figura 2.2 se presenta las diferentes configuraciones de prototipos de agricultura vertical encontradas y usados para iniciar en la tecnología (Krishnan et al., 2022).

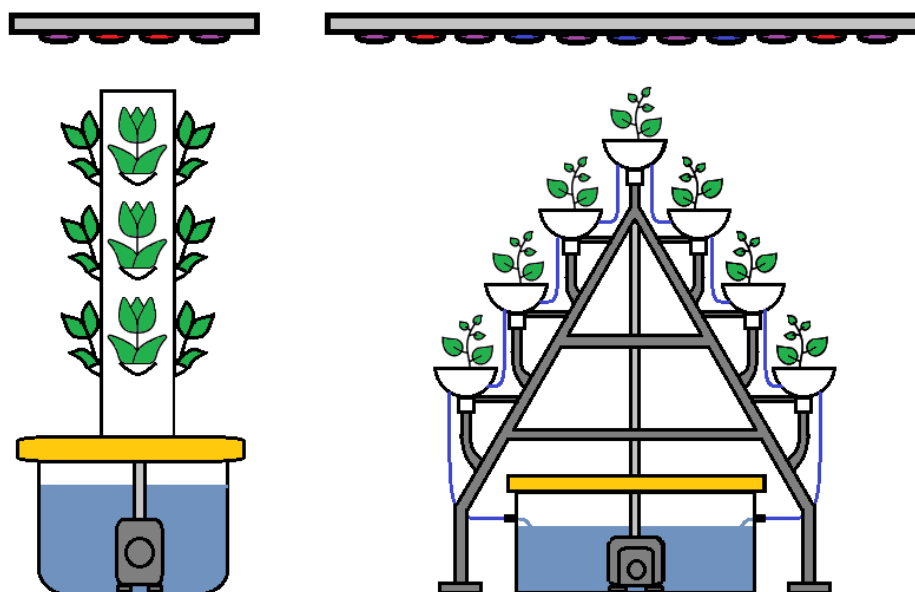
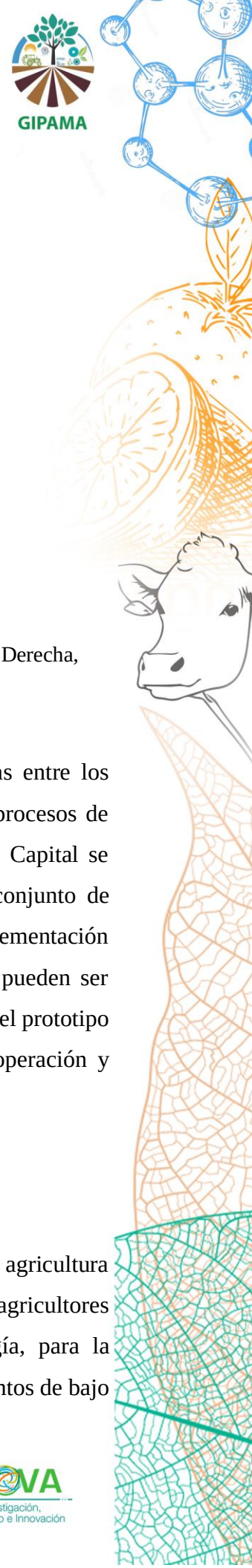


Figura 2.2 Arquitecturas de prototipos de agricultura vertical. Izquierda, Torre de cultivo. Derecha, Sistema de terrazas.

Fuente: Autoría propia

Para los objetivos del proyecto, los cuales están encaminados en realizar practicas entre los aprendices de los diferentes programas del centro de formación así como realizar procesos de transferencia de conocimiento a la comunidad de agricultores urbanos del Distrito Capital se seleccionó la configuración de torres de agricultura vertical, la cual permite un conjunto de sistemas modulares de agricultura vertical, ya que los espacios necesarios para su implementación son menores a un metro cuadrado y los sistemas de riego, sensado e iluminación pueden ser integrados a la torre. Y en el caso de realizar procesos de mantenimiento, ampliación del prototipo de invernadero de agricultura vertical, estos pueden ser realizados sin afectar la operación y funcionamiento de este.

2.3 Fase 3: Diseño de un prototipo de agricultura vertical

Con la arquitectura seleccionada se procede a realizar el diseño del invernadero de agricultura vertical, ya que uno de los objetivos del proyecto es ofrecer una alternativa a los agricultores urbanos del Distrito Capital, en que estos puedan apropiar esta nueva tecnología, para la diversificación de sus procesos productivos, se diseño un prototipo que emplee elementos de bajo



costo y de fácil adquisición en relación a la construcción de la torre de agricultura vertical, los sensores IoT y el sistema de riego, a excepción de las luminarias de fotoluminiscencia, las cuales serían los únicos elementos de costo representativo. Sin embargo, este elemento podría ser sustituido por luminarias led convencionales, las cuales se consiguen fácilmente en el mercado local colombiano.

En la figura 2.3 se presenta el diagrama de bloques constitutivos del prototipo de invernaderos de agricultura vertical propuesto, en este se muestra que hay dos componentes importantes para la implementación del prototipo, como son los elementos de hardware y software.

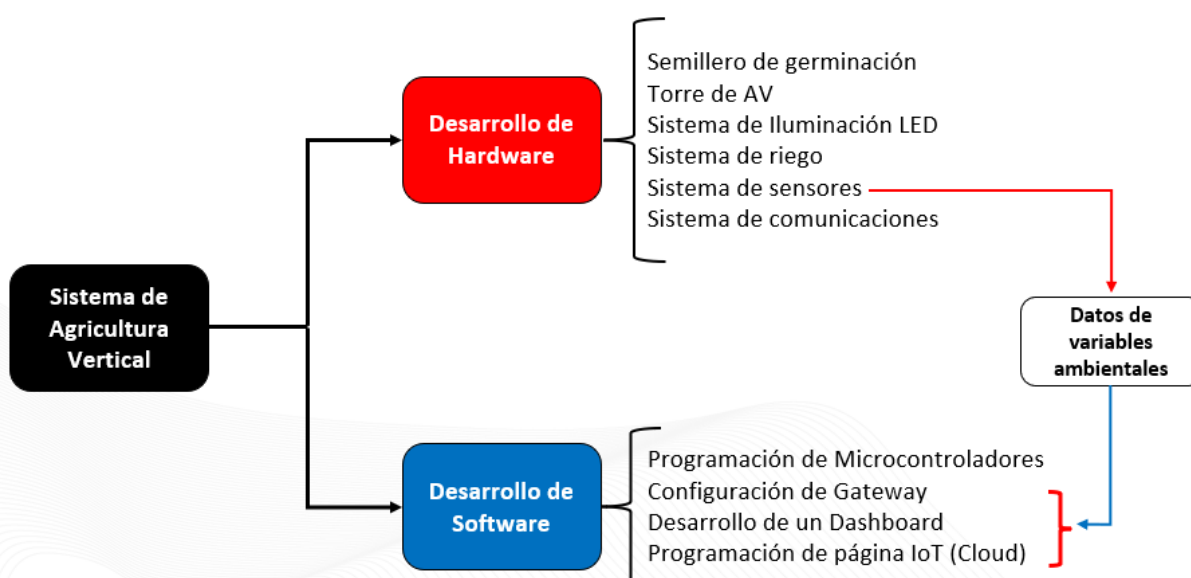


Figura 2.3 Componentes de hardware y software necesarios para la implementación del prototipo de agricultura vertical

Fuente: Autoría propia

Definidos los componentes de hardware y software se propone el diseño de una torre de agricultura vertical instrumentada, la cual permite modularidad en la implementación del prototipo de invernadero de agricultura vertical, en la figura 2.4 se presenta la configuración de sensores y actuadores que tendría cada torre, así de cómo se realizaría el flujo de los datos obtenidos de las variables ambientales de los sensores.

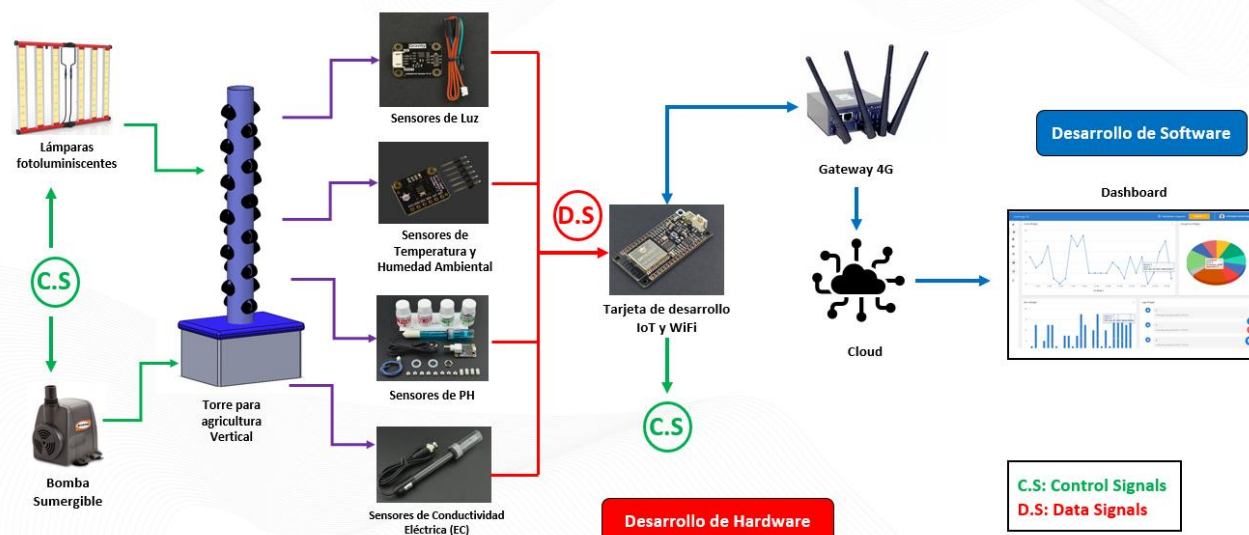
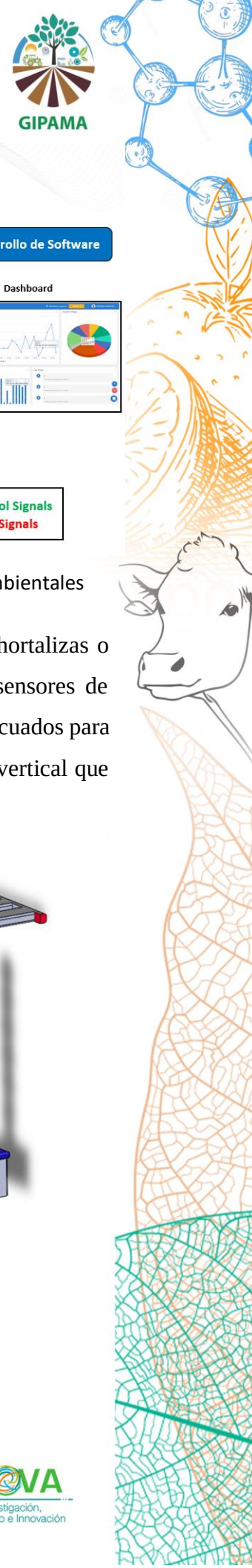


Figura 2.4 Torre de Agricultura Vertical instrumentada y flujo de datos de las variables ambientales

Fuente: Autoría propia

Cada torre de agricultura vertical puede contener 30 plantas, las cuales pueden ser hortalizas o pequeñas frutas, la bomba sumergible permite el flujo de agua y nutrientes, los sensores de conductividad y nivel de PH permitirán monitorear si los niveles de nutrientes son adecuados para las plantas en la torre. En la figura 2.5 se presenta el arreglo de torres de agricultura vertical que conformarían el prototipo de invernadero, así como sus dimensiones.

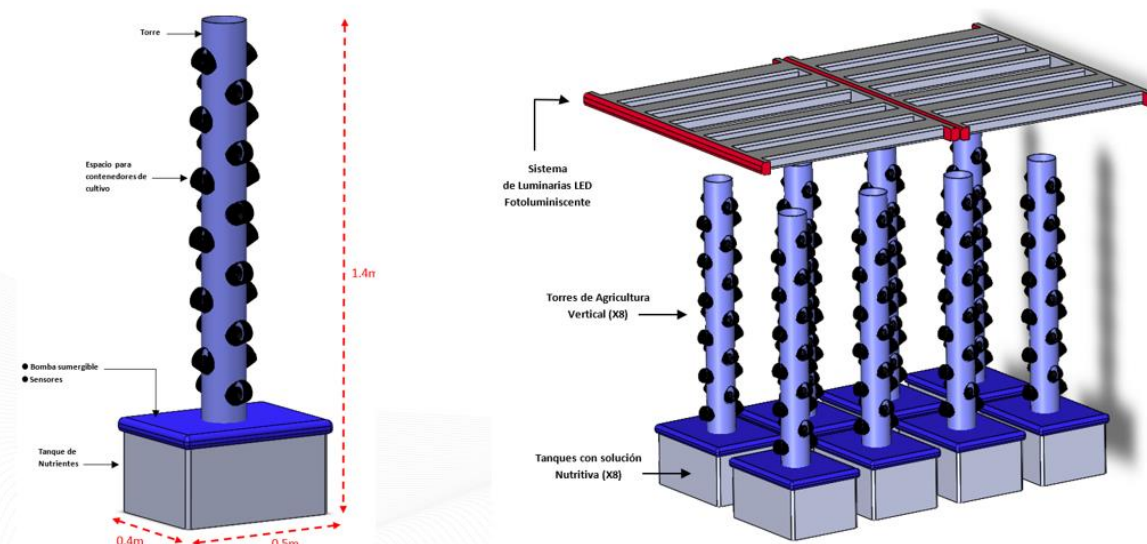
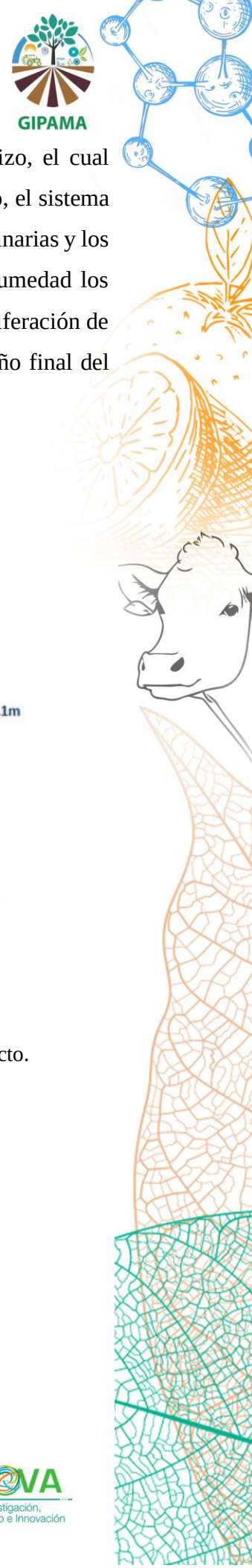


Figura 2.5 Arreglo de torres de agricultura vertical y sus dimensiones.

Fuente: Autoría propia



El conjunto de 8 torres de agricultura vertical estará ubicado dentro de un cobertizo, el cual contendrá el resto de los sistemas, como es el sistema de energía del tipo fotovoltaico, el sistema de comunicaciones y el sistema de ventilación, este último es necesario ya que las luminarias y los procesos de transpiración de las plantas generaran incrementos de temperatura y humedad los cuales deben ser controlados para el optimo crecimiento de las plantas y evitar la proliferación de plagas o enfermedades (Thamrin, 2017). En las figuras 2.6 y 2.7 se presenta el diseño final del prototipo a implementar.

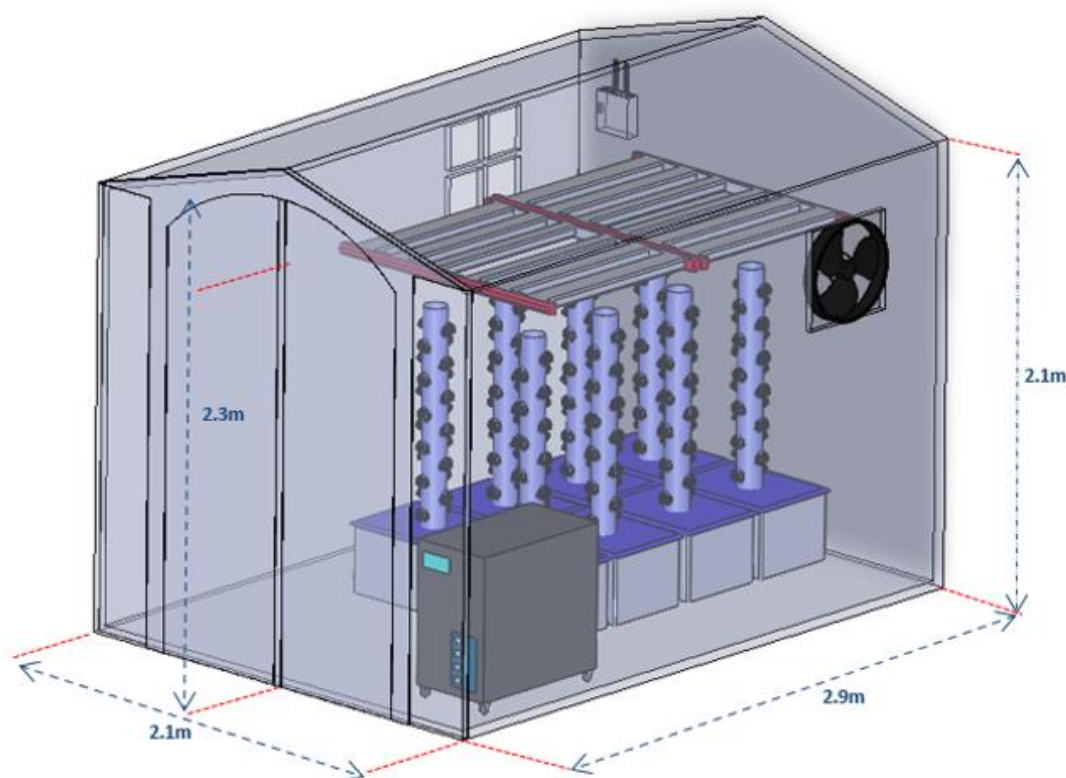


Figura 2.6 Vista interna del prototipo de agricultura vertical propuesto para el proyecto.
Fuente: Autoría propia

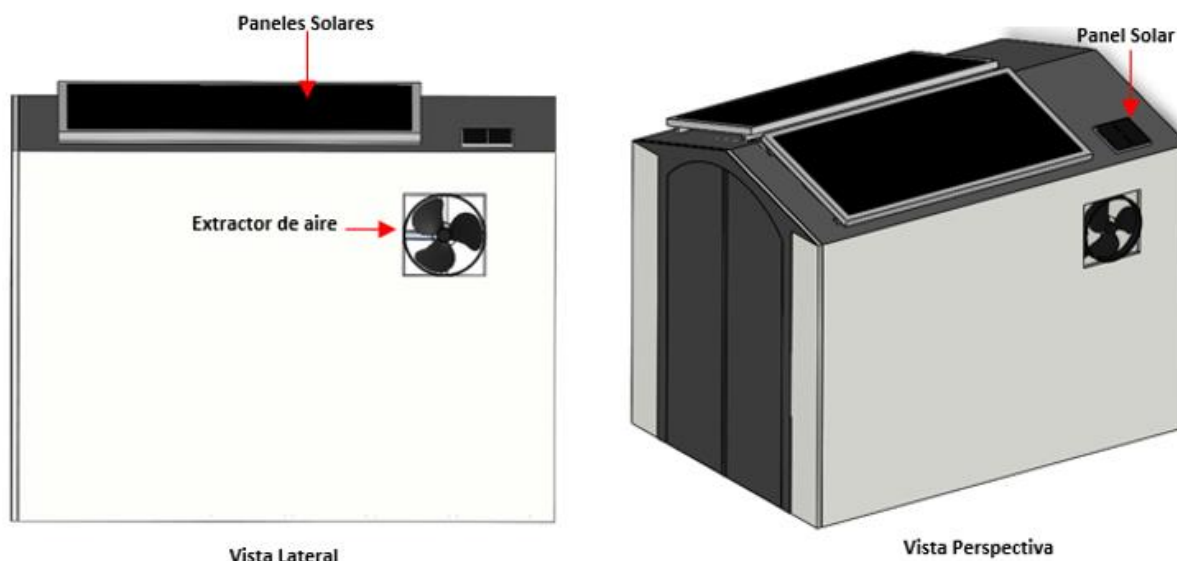
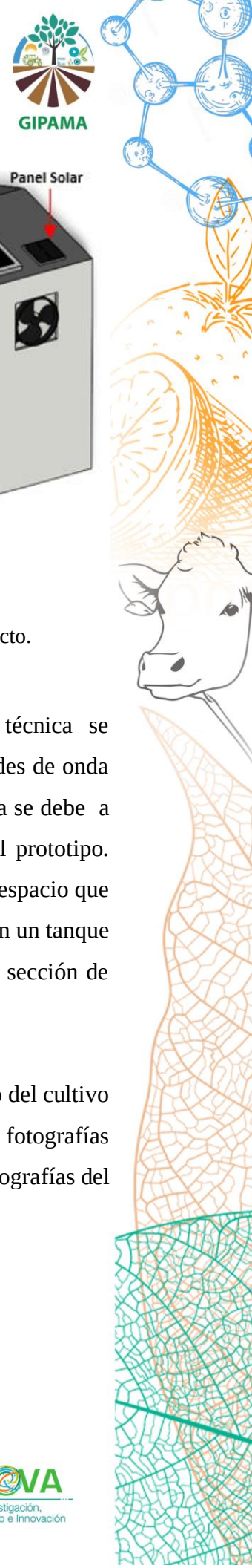


Figura 2.7 Vista externa del prototipo de agricultura vertical propuesto para el proyecto.

Fuente: Autoría propia

El uso de un cobertizo se hace necesario por razones técnicas y logísticas, la razón técnica se relaciona a que la agricultura vertical usa sistemas de luz artificial de ciertas longitudes de onda del espectro para optimizar el proceso de fotosíntesis en las plantas, la razón logística se debe a que el centro de formación no cuenta con los espacios para la implementación del prototipo. Además, al utilizar fuentes no convencionales de energía se hace necesario contar un espacio que no cuente con suministro eléctrico, en relación con el suministro de agua se cuenta con un tanque de almacenamiento para el aprovisionamiento de esta, que como se menciona en la sección de introducción el consumo de agua es reducido alrededor del 90%.

Actualmente se está en la fase de construcción del prototipo de torre vertical, así como del cultivo en semillero prototipo de diferentes hortalizas. En la figura 2.8 se presentan algunas fotografías del desarrollo del prototipo de torre vertical y en la figura 2.9 se presentan algunas fotografías del proceso de cultivo de hortalizas utilizando luz artificial.

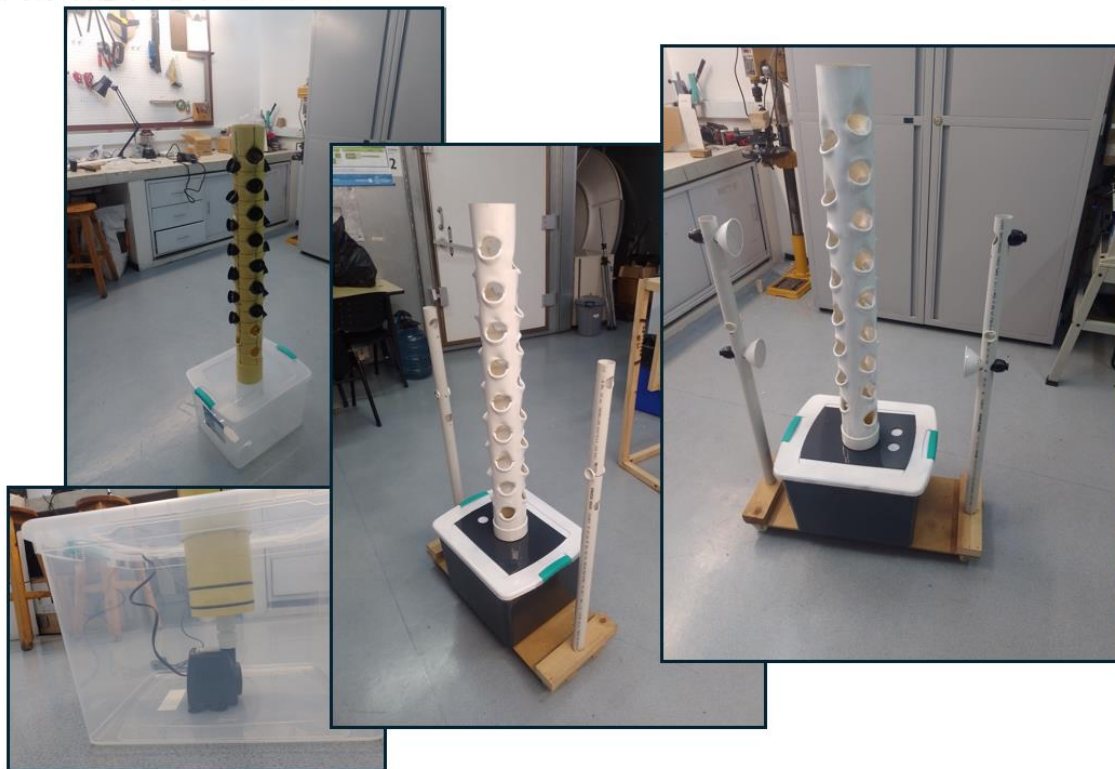
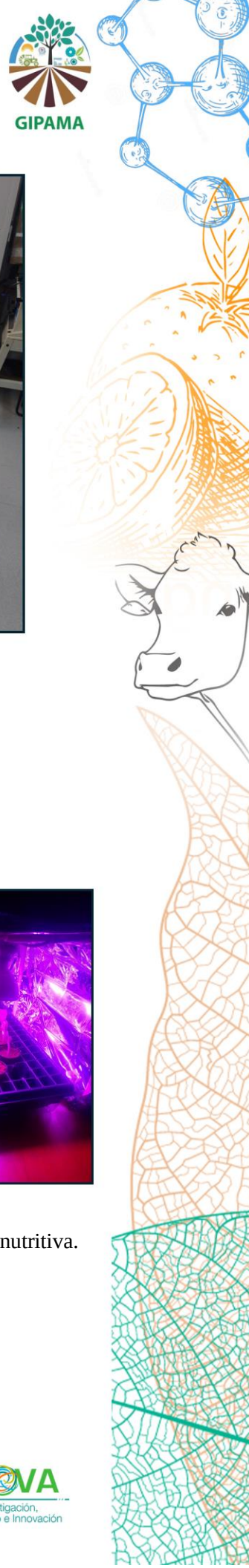
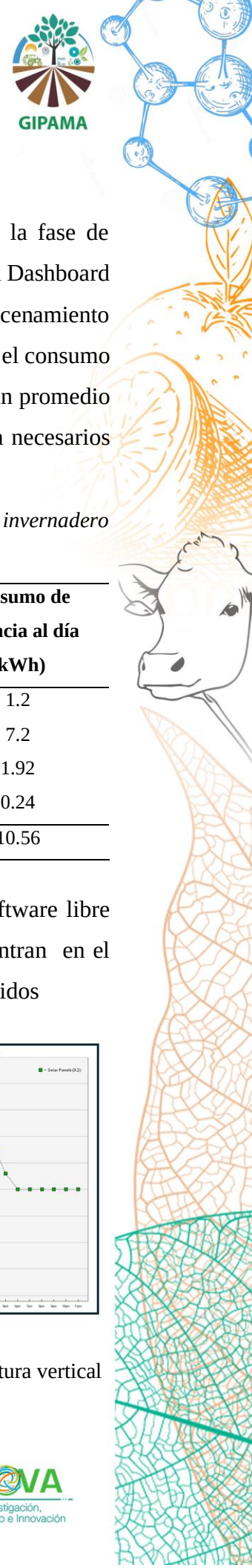


Figura 2.8 Construcción de torre de agricultura vertical.
Fuente: Autoría propia



Figura 2.9 Pruebas en semillero de cultivo de hortalizas utilizando luz artificial y solución nutritiva.
Fuente: Autoría propia



3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Actualmente se finalizó el proceso de compra de componentes y se continua con la fase de programación y configuración del sistema IoT, Se tiene proyectado el desarrollo de un Dashboard con el apoyo del semillero de Fabrica de Software del centro de formación, para el almacenamiento y análisis de la información de las variables ambientales de cada torre. En relación con el consumo de energía del prototipo de invernadero de agricultura vertical, este fue estimado en un promedio de 10.56kWh, en la tabla 3.1 se presenta la relación de consumos de potencia al día necesarios para la operación del prototipo de invernadero vertical.

Tabla 3.1. Estimación de cálculos de potencia necesarios para la operación del prototipo de invernadero de agricultura vertical

Componente	Potencia (W)	Cantidad	Potencia Total Instantánea (W)	Uso en el día (Horas)	Consumo de potencia al día (kWh)
Bombas	25	8	200	6	1.2
Luminarias	300	2	600	12	7.2
Sistema IoT	10	8	80	24	1.92
Router 4G	10	1	10	24	0.24
Total			880	Total	10.56

También se realizó la simulación del sistema de energía solar fotovoltaica en el software libre Energy3D, donde se usaron dos paneles con potencia de 430W, los cuales se encuentran en el techo del prototipo de invernadero, En la figura 2.10 se presentan los resultados obtenidos

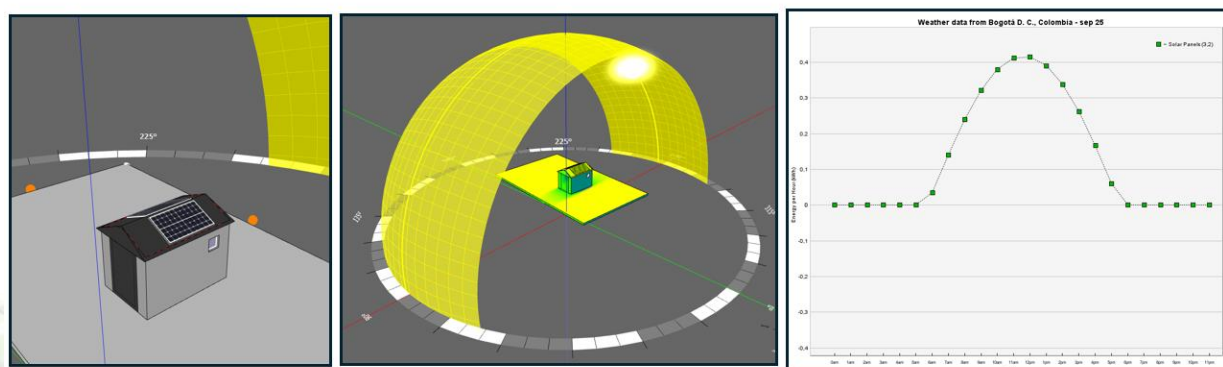
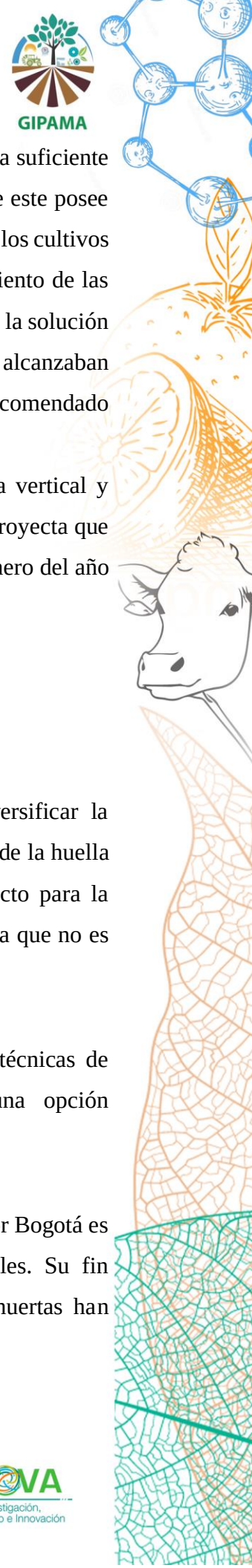


Figura 2.10 Simulación del sistema de paneles solares que alimentara al prototipo de agricultura vertical

Fuente: Energy3D



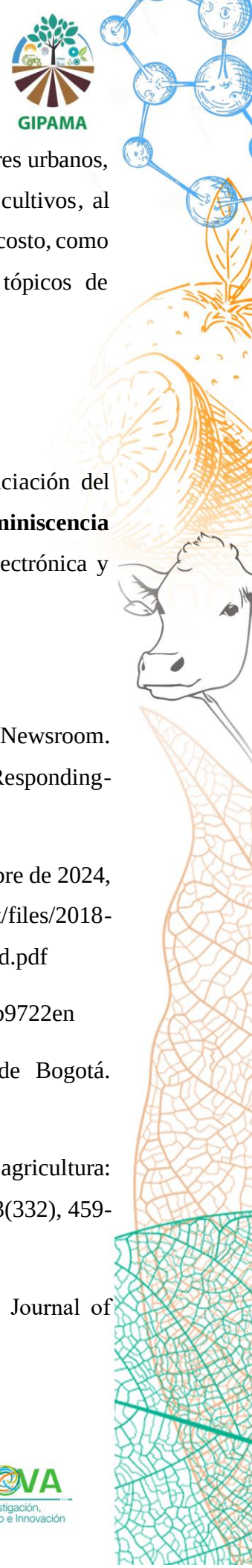
Los resultados muestran que la energía generada por los dos paneles de 430W no sería suficiente para suplir la demanda del prototipo, el sistema de ventilación no se considera ya que este posee su propio sistema de energía fotovoltaico. En relación a los resultados conseguidos con los cultivos en el semillero, la utilización de las luminarias de agricultura produjo que el crecimiento de las plantas de Albahaca germinase en 9 días, se presentaron problemas con los cálculos de la solución nutritiva que debe administrarse, ya que los niveles de conductividad de la solución no alcanzaban el valor recomendado de 100 S/cm y el nivel de PH era de superior a 6.5, el cual es el recomendado para el crecimiento de las plantas.

Se continua con la implementación de la instrumentación de la torre de agricultura vertical y realizar el trasplante de las plantas del semillero a la torre de agricultura vertical. Se proyecta que la implementación del prototipo de invernadero de agricultura vertical se realice en enero del año 2025.

4. CONCLUSIONES

A continuación, se presentan las siguientes conclusiones:

- La agricultura Vertical de precisión es una alternativa atractiva para diversificar la producción de alimentos en ambientes urbanos, lo cual genera una reducción de la huella de carbono al producir alimentos de manera autónoma y de consumo directo para la comunidad, donde los excedentes pueden ser comercializados a bajo costo ya que no es necesario el uso de medios de transporte para el usuario final
- Fortalecimiento de la comunidad de agricultores, al capacitarla en nuevas técnicas de agricultura, como es la agricultura vertical y de precisión, como una opción complementaria a sus prácticas habituales de agricultura
- El Distrito capital cuenta actualmente con 1817 huertas urbanas (registradas por Bogotá es mi huerta) las cuales son impulsadas por asociaciones o personas naturales. Su fin primordial son el autoconsumo, pero en algunas zonas del Distrito estas huertas han empezado a comercializar sus excedentes de producción.



- El propósito del proyecto es dar nuevas herramientas (técnicas) a los agricultores urbanos, en especial los que presentan limitaciones de espacio para implementar sus cultivos, al presentar tecnologías como el Internet de las cosas (IoT) con elementos de bajo costo, como reto se presenta la estrategia para la transferencia de conocimiento en tópicos de programación

5. AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen al sistema SENNOVA del SENA, por el apoyo y la financiación del proyecto de Innovación: **Agricultura urbana vertical de precisión con fotoluminiscencia SGPS-12487-2024**, el cual actualmente se desarrolla en Centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones del SENA Distrito capital.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FAO, Una respuesta creativa a las crisis: la agricultura no convencional. (s/f). Newsroom. Recuperado el 31 de octubre de 2024, de <https://www.fao.org/newsroom/story/Responding-creatively-to-crises-with-non-traditional-farming/es>

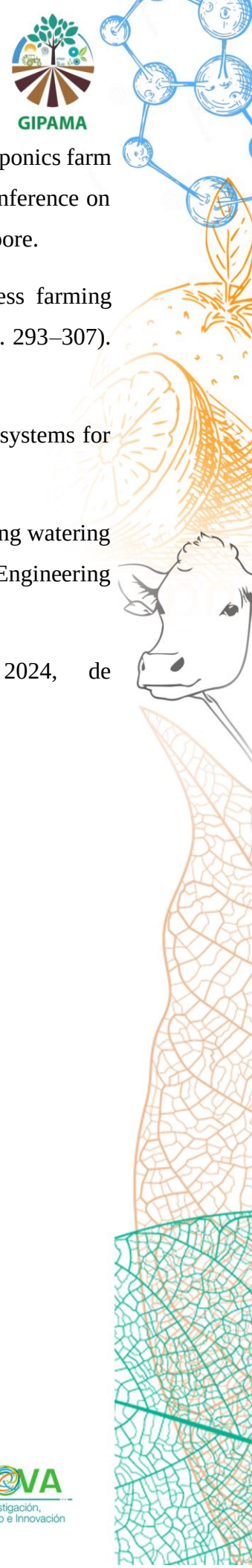
Collado, M. P. A. (s/f). La agricultura del futuro. Cepal.org. Recuperado el 31 de octubre de 2024, de https://comunidades.cepal.org/ilpes/sites/default/files/2018-10/Tema%20Discusi%C3%B3n_%20La%20agricultura%20del%20futuro-compressed.pdf

Urban and peri-urban agriculture sourcebook. (2022). FAO. <https://doi.org/10.4060/cb9722en>

Acero, A. O. C. (2021, noviembre 9). Agricultura Urbana. Jardín Botánico de Bogotá. <https://jbb.gov.co/aplicacion-del-conocimiento/agricultura-urbana/>

López Feldman, Alejandro J., & Hernández Cortés, Danae. (2016). Cambio climático y agricultura: una revisión de la literatura con énfasis en América Latina. El trimestre económico, 83(332), 459-496. <https://doi.org/10.20430/ete.v83i332.231>

Alston, J. M., y P. G. Pardey (2014), "Agriculture in the Global Economy", The Journal of Economic Perspectives, vol. 28, núm. 1, pp. 121-146



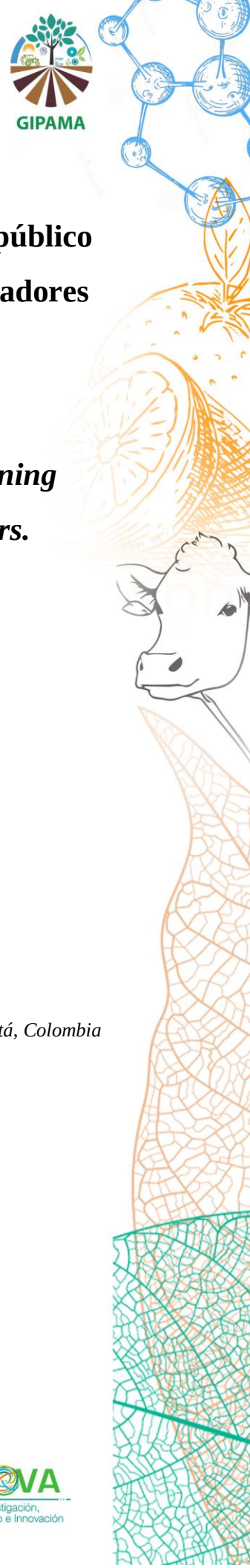
Jain, S., & Kaur, M. (2023). Design and implementation of an IoT-based indoor hydroponics farm with automated climate and light control. En Proceedings of Fourth International Conference on Computing, Communications, and Cyber-Security (pp. 3–15). Springer Nature Singapore.

Kaur, G., Upadhayaya, P., & Chawla, P. (2023). The study of sensors in soil-less farming techniques for modern agriculture. En Lecture Notes in Mechanical Engineering (pp. 293–307). Springer Nature Singapore.

Krishnan, S., Rose, J. B. R., Rajalakshmi, N. R., & Prasanth, N. (2022). Cloud IoT systems for smart agricultural engineering. Chapman and Hall/CRC.

M. I. H. bin Ismail and N. M. Thamrin, "IoT implementation for indoor vertical farming watering system," 2017 International Conference on Electrical, Electronics and System Engineering (ICEESE), Kanazawa, Japan, 2017, pp. 89-94, doi: 10.1109/ICEESE.2017.8298388

Energy3D. (s/f). Concord.org. Recuperado el 31 de octubre de 2024, de <https://energy.concord.org/energy3d/>



Reporte de Caso

Mecanismos de recolección en la prestación del servicio público de aseo en el componente de aprovechamiento con recicladores de oficio.

Collection Mechanisms in the Provision of the Public Cleaning Service in the Use Component with Professional Recyclers.

Ana María Conde Padilla

Centro de Gestión Industria, ingeniería de Sonido, Bogotá, Colombia

Correo electrónico: acondep@sena.edu.co

Deysi Carolina Rico

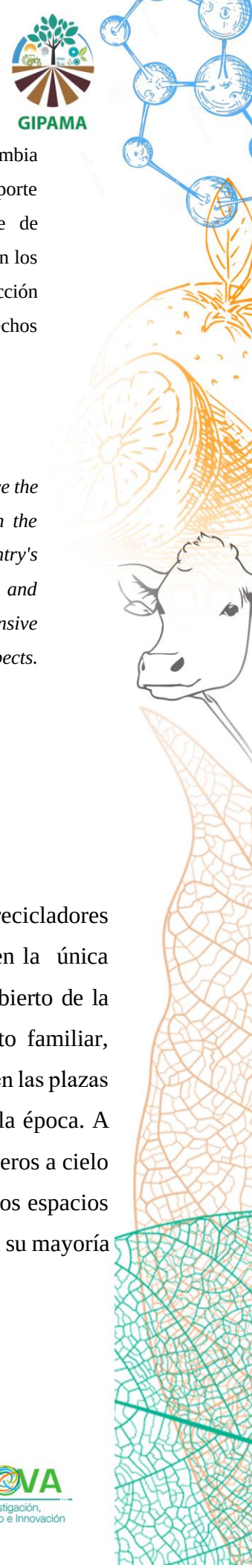
Centro de Gestión Industria, ingeniera de Procesos Industriales, Bogotá, Colombia

Correo electrónico: dricome@sena.edu.co

José Manuel Hower

Asociación Cooperativa de Recicladores de Bogotá, Coordinador de Georreferenciación ARB , Bogotá, Colombia

Correo electrónico: Josemanuelhower@gmail.com



Resumen— Este informe presenta un análisis detallado de la historia del reciclaje en Colombia desde la década de 1980, resaltando la evolución de los mecanismos de recolección y transporte empleados en la prestación del servicio de aseo, específicamente en el componente de aprovechamiento utilizado por los recicladores de oficio del país. Se identifican y documentan los desafíos socioeconómicos enfrentados por este gremio, y se evalúan los mecanismos de recolección y transporte desde una perspectiva integral que abarca la sostenibilidad ambiental, los derechos humanos y los aspectos operativos.

Palabras clave— Reciclador de Oficio; Recoleccion ; Transporte; Residuos ; Operación

Abstract— *This report presents a detailed analysis of the history of recycling in Colombia since the 1980s, highlighting the evolution of the collection and transportation mechanisms used in the provision of waste collection services, specifically in the recycling component used by the country's professional recyclers. The socioeconomic challenges faced by this group are identified and documented, and the collection and transportation mechanisms are evaluated from a comprehensive perspective that encompasses environmental sustainability, human rights, and operational aspects.*

Keywords— *Recycler by trade; Collection ; Transport; Waste; Operation*

1. INTRODUCCIÓN

La historia del reciclaje en Colombia se remonta a los años 80, cuando los primeros recicladores fueron campesinos desplazados por la violencia, a quienes este oficio se convirtió en la única alternativa para sobrevivir en la ciudad, asentándose cerca a los botaderos a cielo abierto de la época con el fin de conseguir el alimento para la cría de animales y el sustento familiar, reconociendo a las históricas “Botelleras” mujeres que recolectaban botellas de vidrio en las plazas de mercado y sus alrededores para volverlas a introducir a la cadena productiva de la época. A medida que la ciudad se iba expandiendo también fue aumentando el número de botaderos a cielo abierto, acrecentando el número de recicladores que empezaban a ocupar estos nuevos espacios buscando mecanismos alternos de la época para recolectar y transportar los residuos en su mayoría orgánicos.

2. METODOLOGÍA

La metodología para caracterizar los mecanismos alternativos de transporte utilizados en la recolección y transporte de residuos en épocas pasadas incluye un análisis exhaustivo de los diversos métodos empleados por los recicladores. A continuación, se describe la evolución de estos sistemas y su impacto en la industria del reciclaje:

Las **"Zorras"** eran carretas construidas en madera y adaptadas para ser tiradas por animales de carga, como caballos o mulas. Estas carretas se utilizaban para recolectar materiales comercializados por la industria, tales como residuos orgánicos, metales, vidrios y cartones. El surgimiento de este mecanismo está estrechamente relacionado con la situación de desempleo en las zonas urbanas, que obligaba a las personas de bajos ingresos a encontrar opciones de supervivencia. En este contexto, su mejor opción fue la recolección de materiales aprovechables.



Figura 1. Sistemas de transporte de Recicladores con "Zorra"

Fuente: <https://globalrec.org/es/2014/08/14/cronicas-de-una-lucha-por-la-inclusion-sustitucion-de-vehiculos-de-traccion-animal-bogota-2014/>



Figura 2. Reciclador en “Zorra” ,Transporte de tracción Animal

Fuente: <https://globalrec.org/es/2014/08/14/cronicas-de-una-lucha-por-la-inclusion-sustitucion-de-vehiculos-de-traccion-animal-bogota-2014/>

Recolección Manual Debido a la situación socioeconómica y las condiciones de vulnerabilidad en las que se encuentra la población recicladora, estos comenzaron a elaborar sus propios medios de recolección utilizando recursos provenientes del reciclaje. Implementaron bolsas, costales o cajas para manejar pequeñas cantidades de material. La recolección y el transporte se realizan manualmente, utilizando las manos y la parte superior del cuerpo, lo cual resulta en una práctica peligrosa para el reciclador de oficio.

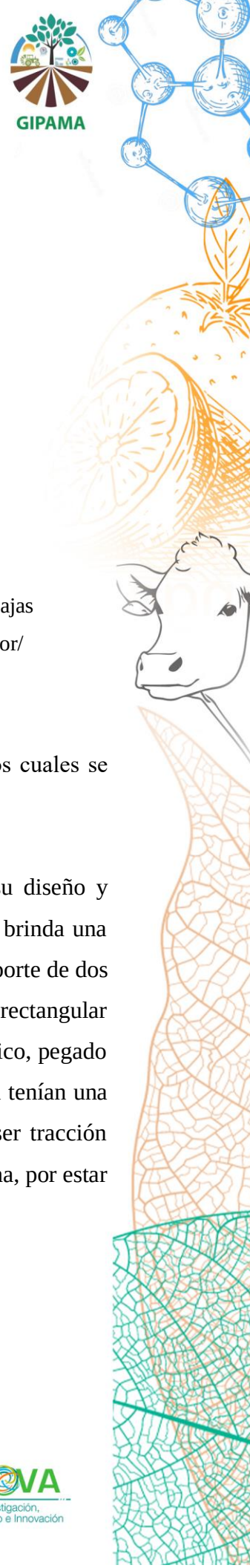


Figura 3. Mecanismos de Transporte y Recolección de Recicladores con Costales y Cajas

Fuente: <https://www.laprensaoriente.info/ambiente/dignificar-el-trabajo-del-reciclador/>

Zorrillos, Carretas y Carros de Balineras

Posteriormente, surgieron los llamados “Zorrillos, Carretas, Carros de Balineras” los cuales se construían de manera artesanal para facilitar el recorrido y obtener mayor recolección

Los carros de Balineras fueron implementados en la década de los años 70-80, su diseño y construcción está basando en un sistema soportado en dos ejes, el eje delantero que brinda una dirección manual halada en los extremos del eje manipulada por una sogá, con un soporte de dos ruedas balineras que dé hay proviene su nombre y con cuerpo en forma contenerizada rectangular con un soporte alto en la parte trasera, un sistema de frenado con un trozo de neumático, pegado al alero trasero desde donde se impulsaba o se frenaba. Dependiendo su construcción tenían una capacidad de carga entre 50 y 100 Kg. Tiene ventajas ambientales las cuales por ser tracción humana no emite gases, pero presentan limitaciones y desventajas para la salud humana, por estar a la intemperie y porque realiza un mayor esfuerzo físico.



Figura 4. Sistema de Transporte de Reciclador en “Zorrillos”, Tracción Humana

Fuente: Archivo de Bogotá, https://x.com/colombia_hist/status/1656400969423532032?mx=2

Los Zorrillos son un sistema de transporte de tracción humana con carrocería elaborada en madera de forma contenerizada rectangular con lanzas direccionales que permiten hacer el enlace entre la carrocería y el cuerpo humano, que es la parte tractora del sistema y un sistema de rodaje compuesto por un eje que comunica dos llantas. Tiene ventajas ambientales las cuales por ser tracción humana no emite gases, pero presentan las mismas limitaciones y desventajas que el sistema anterior, también dependiendo del diseño si se utiliza un material liviano para la construcción puede variar las dimensiones para el almacenaje, Aproximadamente estos sistemas de transporte tienen una capacidad de carga entre 150 a 200 Kg.

Este sistema de recolección y transporte es uno de los más comunes que vemos diariamente en nuestras calles, visibilizando que los recicladores de oficio ejercen su labor y prestan a la sociedad un servicio de aprovechamiento en condiciones inhumanas de máximo esfuerzo.

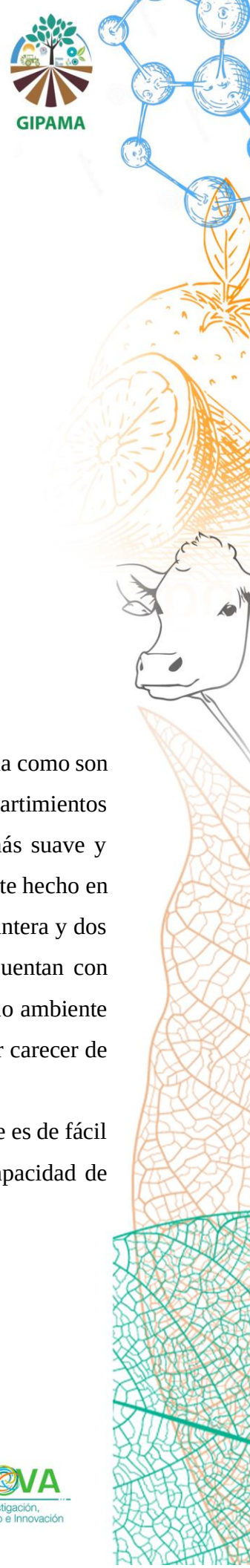


Figura 5. Sistema de Transporte de Reciclador en “Zorrillos”, Tracción Humana

Fuente: <https://berkeleyjournal.org/2016/10/02/pimp-my-carroza-bogota/>

Triciclos y Bicicargueros

En los últimos 10 años se empezó utilizar otro tipo de mecanismos de tracción humana como son el triciclo o bici cargueros que consta de un sistema de carga equipados con cajas o compartimientos, su sistema de movimiento utiliza cadenas y platos permitiendo un movimiento más suave y controlado de la carga, su estructura es robusta y duradera tienen un marco normalmente hecho en aluminio o acero para soportar cargas pesadas cuentan un sistema de ruedas una delantera y dos traseras con suspensión básica para manejar diferentes terrenos, algunos de ellos cuentan con motor eléctrico; estos sistemas de recolección y transporte son amigables con el medio ambiente pues no emiten gases contaminantes, tiene desventajas para la salud del reciclador por carecer de carrocería continua a la intemperie y manteniendo un esfuerzo humano desgastante.

Es otro de los medios de transporte que vemos más común prestando el servicio porque es de fácil adquisición económica comparándolo con un vehículo mecánico, sin embargo la capacidad de carga puede oscilar entre 100 y 200 Kg.

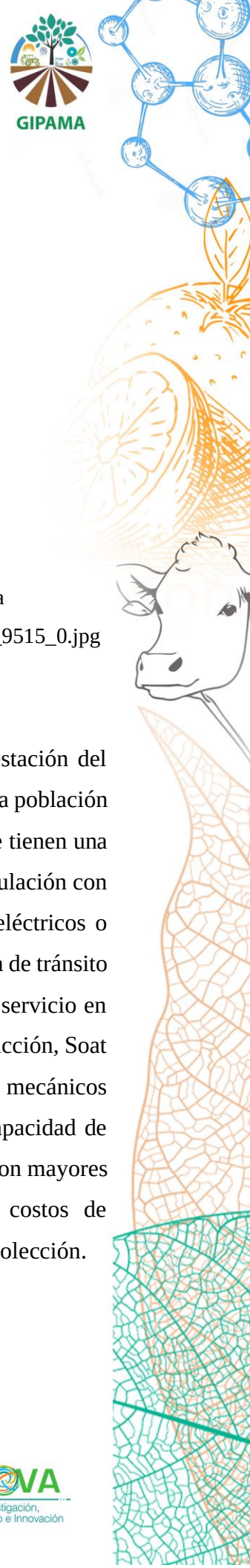


Figura 6. Sistema de Transporte de Reciclador en Bicicargueros, Tracción Humana

Fuente: https://www2.culturarecreacionydeporte.gov.co/sites/default/files/2018_galerias/img_9515_0.jpg

Motocarguero y Camionetas Tipo Estacas

Los motocargueros y las camionetas tipo estacas fueron tomando cabida en la prestación del servicio, para la alcaldía del 2013 en Bogotá (Decreto 595, 2013), se sustituyeron para la población recicladora del distrito más de 2890 Zorras o equinos por camionetas tipo estacas, que tienen una capacidad de carga entre 500 Kg a 1000 Kg y los motocargueros que entraron en circulación con capacidad máxima de 400 Kg, muchos de estos modelos pueden ser de sistemas eléctricos o combustión a diésel, estos sistemas de recolección deben cumplir ya con una normativa de tránsito y reglamentación vehicular, por tanto los recicladores que realizan la prestación del servicio en sus rutas historias deben contar con los requisitos mínimos que son, Licencia de Conducción, Soat y certificado de tecno mecánica del vehículo. Las ventajas que tienen estos sistemas mecánicos son que pueden recorrer mayores distancias para realizar la recolección y que su capacidad de carga es mayor a los sistemas de tracción humana y las desventajas a nivel ambiental son mayores pues emiten gases contaminantes, a nivel social algunos recicladores por los costos de mantenimiento y los requisitos dejaron de usarlos para retornar a otros sistemas de recolección.

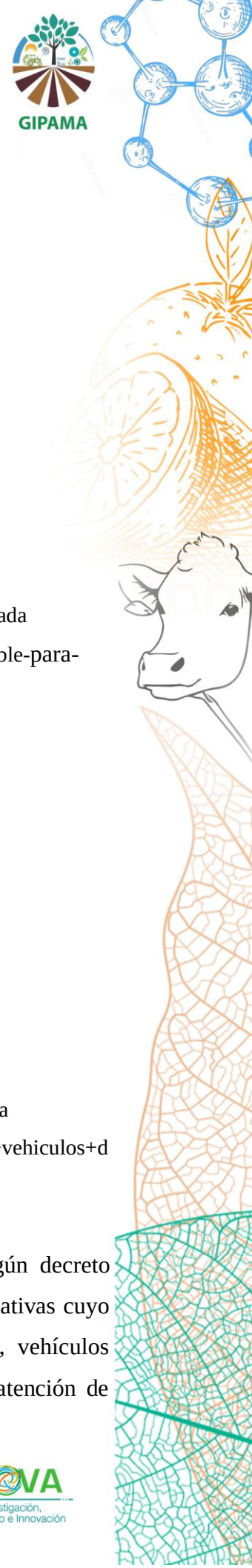


Figura 7. Sistema de Transporte de Reciclador en Motocargueros, Tracción Mecanizada
Fuente <https://gaiarec.org/index.php?view=article&id=48:programa-de-movilidad-sostenible-para-recicladores&catid=2>



Figura 8. Sistema de Transporte de Reciclador en Camioneta, Tracción Mecanizada
Fuente: <https://www.cundinamarca.gov.co/dependencias/sechacienda/noticias/sustitucion+de+vehiculos+de+traccion+animal+para+recicladores+en+soacha>

Finalmente el vehículo mecanizado en el cual se articuló una recolección selectiva según decreto 2981 de 2013 (Ministerio de vivienda, 2023) debe cumplir unas características normativas cuyo vehículo debe estar identificado con logotipos informativos de aprovechamiento, vehículos cubiertos para evitar derrames, dotados de equipos de comunicación, carretera y atención de

incendios, entre otros, estos vehículos garantizan una recolección segura e implican la separación de los residuos en diferentes contenedores según su tipo (papel, plástico, vidrio, etc.). Permitiendo un mejor aprovechamiento de los materiales reciclables y reduce la cantidad de residuos que se envían a vertederos son usados generalmente para la modalidad de recolección de Rutas Selectivas puesto que su capacidad de carga es mayor a 1Tn.

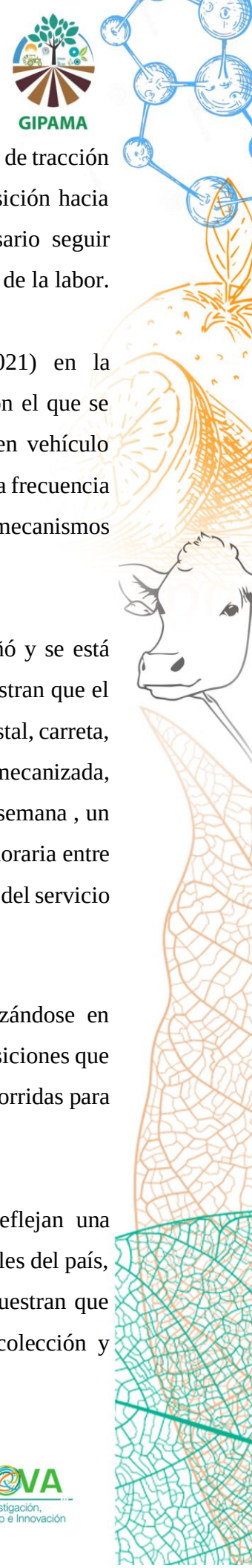


Figura 9. Sistema de Transporte Vehículo Mecanizado, Rutas Selectivas Gratamira ARB
Fuente: Propia

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estos mecanismos de recolección anteriormente caracterizados hacen parte históricamente del modelo de prestación de servicio público en el componente de aprovechamiento con recicladores de oficio, donde la mayoría de los recicladores están vinculados a una asociación prestadora del servicio y se demuestra técnicamente que la recolección a nivel distrital y nacional los prestadores naturales recicladores de oficio utilizan diferentes mecanismos de recolección y transporte para ejecutar la labor.

La dependencia inicial de mecanismos manuales y de tracción animal estaba directamente relacionada con la situación de desempleo en las zonas urbanas. La implementación de vehículos artesanales y, posteriormente, de sistemas mecanizados, ha permitido mejorar las condiciones laborales de los recicladores y aumentar la eficiencia del proceso de recolección sin embargo la



exposición a la intemperie y el esfuerzo físico requerido en los mecanismos manuales y de tracción humana representan riesgos significativos para la salud de los recicladores. La transición hacia vehículos mecanizados ha mejorado las condiciones de trabajo, aunque es necesario seguir avanzando en la implementación de medidas de seguridad, protección y dignificación de la labor.

Un dato de unidad administrativa especial de servicios públicos (UAESP, 2021) en la caracterización población recicladora respecto al medio de transporte y frecuencia con el que se recolecta material el 25% manifiesta hacerlo en Zorrillo, 9% en Triciclo, el 8 % en vehículo motorizado, y un 42% que no muestra información el 27% de los recicladores tienen una frecuencia de 3 días a la semana en la labor, el 19% dedica 6 días y el 5% labora 5 días. con estos mecanismos de recolección el material es transportado a una bodega de reciclaje o ECA.

Otros datos de referencia como lo es el proceso de Georreferenciación que se diseñó y se está implementado por la Asociación cooperativa de Recicladores de Bogotá ARB demuestran que el 75 % de su asociados desarrollan la labor en tracción humana y recolección manual (costal, carreta, triciclo, zorro, carro de mercado, etc.) y un 24 % realizan la prestación en tracción mecanizada, mientras que en la distribución de las frecuencias el 76% realiza la labor 6 días a la semana , un 11% 3 días a la semana y un 13% otras frecuencias a la semana, con una intensidad horaria entre 1 y 8 horas, el 31% y entre 9 y 20 horas el 69%, concluyendo que realizan la prestación del servicio 24 horas al día, 7 días a la semana.

La Prestación de servicio en el componente de aprovechamiento , siguen realizándose en condiciones laborales precarias por los altos esfuerzos humanos, los riesgos y las exposiciones que se tienen dentro del sistema, las largas jornadas de trabajo y las grandes distancias recorridas para la recolección selectiva, el transporte y la comercialización.

La caracterización demuestra que los mecanismos de recolección y transporte reflejan una adaptación constante a las necesidades, estructurales, económicas, sociales y ambientales del país, demostrando que desde las rudimentarias zorras hasta los sofisticados vehículos, muestran que tener un sistema logístico en el modelo de rutas históricas con capacidad de recolección y transporte.



CONCLUSIONES

Si analizamos este artículo desde un enfoque de derechos humanos y laborales podemos ver las condiciones de desigualdades que tienen los recicladores que prestan un servicio tan especial a nivel global y ver las dificultades y el esfuerzo que conlleva recuperar, recolectar, transportar y almacenar residuos aprovechables para poder solventar las necesidades de vulneración que se encuentran dentro del sistema, el impacto que este servicio genera a nivel ambiental contribuyendo a mitigar enormemente la huella de carbón y entrar a reconocer la labor de economía circular y del mercado en el cual contribuyen siendo los recicladores proveedores de materias primas para la industria y por supuesto protectores de la naturaleza ya que esta labor atribuye a que los recursos naturales no sea sobre explotados.

Es esencial que las políticas públicas dirigidas a formalizar a los recicladores como prestadores del servicio público de aseo en el componente de aprovechamiento aseguren la implementación efectiva de las sentencias y normas vigentes. Esto implica garantizar una remuneración justa por su labor, lo cual contribuirá a mejorar sus condiciones laborales y, en consecuencia, su calidad de vida. Para lograrlo, es imprescindible el apoyo del Estado y el cumplimiento de acciones afirmativas que respalden al gremio reciclador. Es fundamental que se les proporcionen recursos básicos, como la seguridad social, ya que su falta limita la capacidad de formalización y la mejora de sus condiciones laborales.

Se hace necesario que los recicladores de oficio continúen organizándose en asociaciones o cooperativas para acorde al esquema de gradualidad se formalicen y cumplir con los requerimientos que otorgan las políticas públicas teniendo en cuenta que deben tecnificar progresivamente sus procesos para cumplir con las exigencias de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, también es cierto que dichas exigencias implican un reto en infraestructura, equipamiento y personal, en pocas palabras una inversión financiera elevada especialmente para las organizaciones más pequeñas y con menos capacidad operativa.

Los recicladores de oficio entienden la libre competencia entre prestadores de organizaciones de recicladores y no con las empresas privadas, que tienen mayores recursos financieros, técnicos y



operativos lo que genera una situación de desigualdad y dificulta aún más su capacidad para competir en condiciones justas, por lo cual, es necesario y se trabaja en una restructuración del marco tarifario teniendo en cuenta todas las actividades que se hacen en el marco de la prestación de servicio de aprovechamiento con recicladores de oficio.

4. AGRADECIMIENTO

Agradecemos al Sena por permitir la ejecución de proyectos de investigación que buscan fortalecer las unidades económicas populares, a la ARB por darnos el espacio de conocer sus procesos con lo cual se fortalece la formación profesional integral de los aprendices quienes tienen la oportunidad de conocer entornos laborales reales y analizar sus problemáticas desde una visión técnica y de oportunidad.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Libros:

- Serrano Poveda, Katerin, Moreno Garcia, Vanessa. (2022). Un Trabajo que dignifica a la ciudad El Reciclador de Oficio en Bogota. 2da Edicion , Bogota, Colombia. Editorial Oficina asesora de comunicaciones UAESP

Informes:

- UAESP 2022 Caracterización de las organizaciones de reciclaje 2022 Recuperado de <https://www.uaesp.gov.co/content/informes-caracterizacion>

Fuentes electrónicas:

- Wiego/ Arb (2014) Sustitución de los vehículos de tracción animal en Bogotá Recuperado de <https://globalrec.org/es/2014/09/25/sustitucion-de-los-vehiculos-de-traccion-animal-en-bogota/>
- Decreto 2981 de 2013 Reglamenta la prestación del servicio público de aseo. Recuperado de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=56035>



- Decreto 595 de 2013 programa de sustitución de vehículos de tracción animal y se prohíbe definitivamente su circulación en el Distrito Capital Recuperado de Decreto 595 de 2013 Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.
- Decreto 596 de 2016 Esquema de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo y el régimen transitorio para la formalización de los recicladores de oficio. Recuperado de Decreto 596 de 2016 - Gestor Normativo - Función Pública





Parásitos predominantes en pequeños rumiantes de La Guajira: impacto en sistemas productivos.

Predominant parasites in small ruminants in La Guajira: impact on production systems.

Robin Buelvas Hernández ¹

¹ Servicio Nacional De Aprendizaje, Tecnólogo en Control de calidad de alimentos, Esp. tecnológico en HSEQ, Km

1 vía Fonseca, La Guajira., Colombia

Correo electrónico: rbuelvas@sena.edu.co

Milton Moreno Gaitán ²

² Servicio Nacional De Aprendizaje, Tecnólogo en producción agropecuaria ecológica, Km 1 vía Fonseca, La

Guajira., Colombia

Correo electrónico: mmorenog@sena.edu.co

Camilo Andres Mendoza Avendano³

³ Servicio Nacional De Aprendizaje, Zootecnista, Mag. en pedagogía, Km 1 vía Fonseca, La Guajira., Colombia

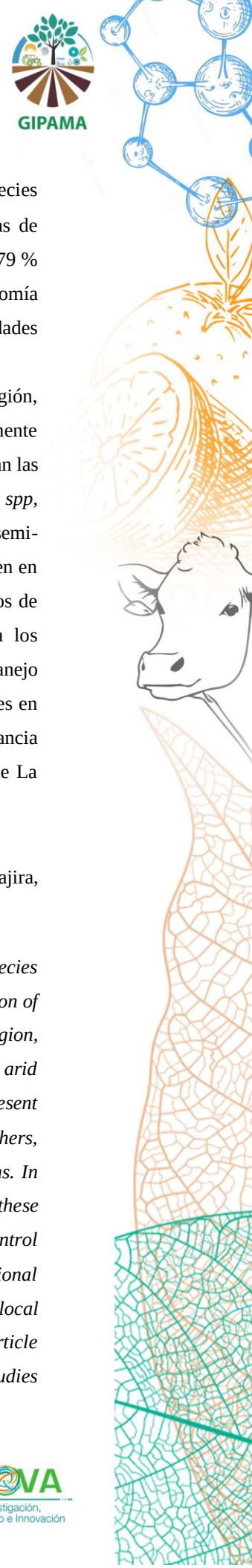
Correo electrónico: cmendoza@sena.edu.co

Angel Maria Maestre Peralta⁴

⁴ Servicio Nacional De Aprendizaje, Médico veterinario Zootecnista, Esp. En producción animal, Km 1 vía Fonseca,

La Guajira., Colombia

Correo electrónico: cmendoza@sena.edu.co

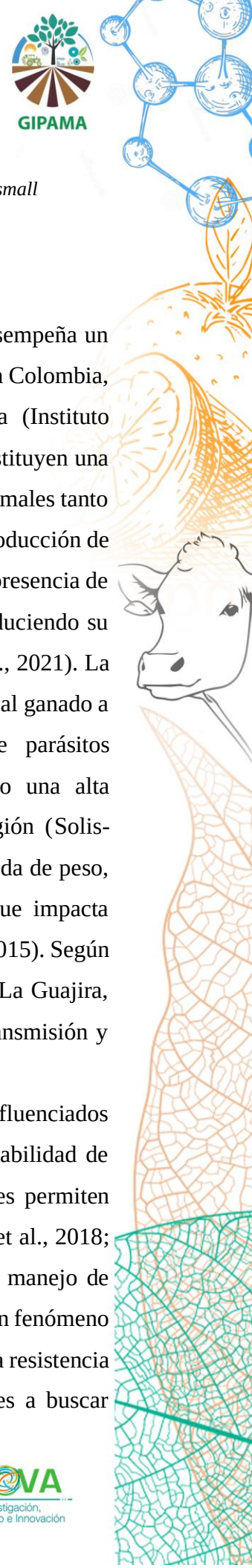


Resumen— Este artículo de revisión explora la prevalencia y características de las especies parasitarias que afectan a pequeños rumiantes, como cabras y ovejas, en distintos sistemas de producción de la región de La Guajira, Colombia. En esta región, los caprinos representan el 79 % y los ovinos el 45 % de la población nacional, constituyendo pilares fundamentales de la economía local y de las prácticas culturales y ganaderas tradicionales, especialmente en las comunidades indígenas.

Los parásitos en pequeños rumiantes representan una problemática significativa en esta región, afectando la salud animal y reduciendo la productividad de los sistemas ganaderos, especialmente en condiciones áridas. A través de la revisión de estudios previos y datos locales, se caracterizan las principales especies de parásitos presentes, incluyendo *Haemonchus spp*, *Trichostrongylus spp*, *Eimeria spp*, entre otros, así como su prevalencia y distribución en sistemas extensivos, semi-intensivos e intensivos. Además, se discuten los factores climáticos y estacionales que influyen en el ciclo de vida y la supervivencia de estos parásitos en La Guajira, y se revisan los métodos de manejo y control más utilizados, señalando los desafíos asociados con la resistencia a los tratamientos convencionales. Los resultados sugieren la necesidad de adaptar estrategias de manejo parasitario a las características locales para optimizar la salud y productividad de los animales en esta región. Este artículo concluye proponiendo enfoques alternativos y enfatizando la importancia de estudios futuros que consideren la diversidad parasitaria y las condiciones particulares de La Guajira.

Palabras clave—Parásitos en pequeños rumiantes, Sistemas de producción ganadera, La Guajira, Salud animal, Manejo parasitario.

Abstract— This review article explores the prevalence and characteristics of parasitic species affecting small ruminants, such as goats and sheep, in different production systems in the region of La Guajira, Colombia. Parasites in small ruminants represent a significant problem in this region, affecting animal health and reducing the productivity of livestock systems, especially in arid conditions. Through the review of previous studies and local data, the main parasite species present are characterized, including *Haemonchus spp*, *Trichostrongylus spp*, *Eimeria spp*, among others, as well as their prevalence and distribution in extensive, semi-intensive and intensive systems. In addition, the climatic and seasonal factors that influence the life cycle and survival of these parasites in La Guajira are discussed, and the most commonly used management and control methods are reviewed, pointing out the challenges associated with resistance to conventional treatments. The results suggest the need to adapt parasite management strategies to local characteristics in order to optimize animal health and productivity in this region. This article concludes by proposing alternative approaches and emphasizing the importance of future studies that consider parasitic diversity and the particular conditions of La Guajira.

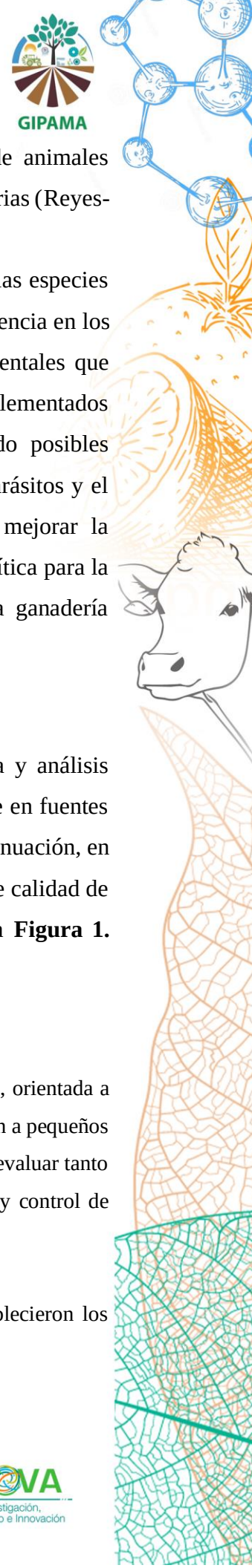


Keywords— Las palabras clave en inglés. Animal health, Animal health, Parasites in small ruminants, Livestock production systems, La Guajira, Parasite management.

1. INTRODUCCIÓN

La ganadería de pequeños rumiantes, que incluye especies como cabras y ovejas, desempeña un papel fundamental en la economía y en la seguridad alimentaria de muchas regiones en Colombia, particularmente en áreas rurales y en condiciones semiáridas como La Guajira (Instituto Colombiano Agropecuario [ICA], 2022). En esta región, los pequeños rumiantes constituyen una fuente de ingresos esencial para los productores locales, quienes dependen de estos animales tanto para consumo doméstico como para venta en mercados regionales. Sin embargo, la producción de estas pequeñas especies enfrenta retos significativos, siendo uno de los principales la presencia de parásitos internos y externos que afectan la salud y el bienestar de los animales, reduciendo su productividad y generando pérdidas económicas sustanciales (Quiroga Calderón et al., 2021). La parasitosis en pequeños rumiantes es una de las principales enfermedades que afectan al ganado a nivel mundial, y La Guajira no es la excepción. En particular, especies de parásitos gastrointestinales como *Haemonchus spp* y *Trichostrongylus spp*. han mostrado una alta prevalencia en condiciones climáticas secas y cálidas, que son típicas de esta región (Solis-Carrasco et al., 2022; Munguía XJ et al., 2018). Estos parásitos causan anemia, pérdida de peso, disminución de la producción de leche y hasta la muerte en casos severos, lo que impacta directamente la rentabilidad de los sistemas de producción ganadera (Mavrot F et al., 2015). Según el UNGRD (2013), las prácticas tradicionales de manejo de pequeños rumiantes en La Guajira, que incluyen el pastoreo en áreas extensivas sin rotación de potreros, facilitan la transmisión y persistencia de estos parásitos en el ambiente.

El ciclo de vida y la supervivencia de los parásitos en esta región están altamente influenciados por factores climáticos. La escasez de lluvias y las altas temperaturas limitan la viabilidad de algunas especies parásitas, mientras que otras han demostrado adaptaciones que les permiten sobrevivir y proliferar en estas condiciones áridas (Papadopoulos, 2017; Maheshika et al., 2018; Munguía-Xóchihua et al., 2018). Adicionalmente, los estudios han señalado que el manejo de parásitos en La Guajira se enfrenta al problema de la resistencia a los antihelmínticos, un fenómeno impulsado por el uso indiscriminado de estos medicamentos (Kotze AC et al., 2016). La resistencia reduce la efectividad de los tratamientos convencionales y obliga a los productores a buscar



alternativas de manejo más sostenibles, como el pastoreo rotativo, la selección de animales genéticamente resistentes, y el uso de productos naturales con propiedades antiparasitarias (Reyes-Guerrero et al., 2022).

Este orden de ideas el presente artículo de revisión tiene como objetivo caracterizar las especies parasitarias que afectan a los pequeños rumiantes en La Guajira, analizando su prevalencia en los sistemas de producción (extensivo, semi-intensivo e intensivo) y los factores ambientales que influyen en su desarrollo. Además, se exploran los métodos de manejo y control implementados en la región, destacando los desafíos que enfrentan los productores y sugiriendo posibles estrategias para mitigar el impacto de estas infecciones. La caracterización de los parásitos y el análisis de sus dinámicas en el contexto de La Guajira no solo contribuye a mejorar la productividad de los sistemas de producción, sino que también aporta información crítica para la implementación de políticas sanitarias y prácticas de manejo que promuevan una ganadería sostenible y saludable.

2. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la presente revisión, se siguió una metodología de búsqueda y análisis exhaustivo de la literatura que permitió sintetizar y evaluar la información disponible en fuentes científicas y técnicas relevantes. Esta metodología incluyó los pasos detallados a continuación, en los que se contemplaron la selección de fuentes, el análisis de datos y la evaluación de calidad de los estudios revisados. La metodología aplicada se sintetiza de manera visual en la **Figura 1. Metodología aplicada.**

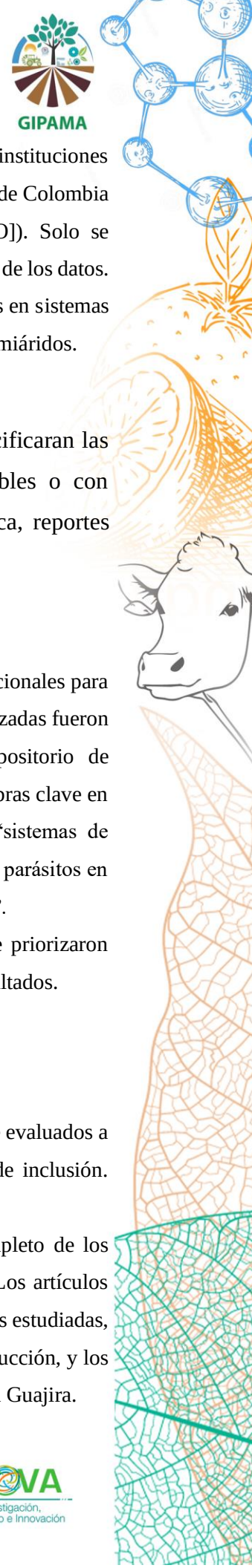
2.1. DISEÑO DEL ESTUDIO

Este trabajo se configura como una revisión de la literatura científica previamente publicada, orientada a recopilar, analizar y sintetizar el conocimiento actual sobre las especies parasitarias que afectan a pequeños rumiantes en condiciones semiáridas como las de La Guajira. La metodología se diseñó para evaluar tanto estudios nacionales como internacionales que incluyeron datos sobre prevalencia, impacto y control de parásitos en ovinos y caprinos en sistemas de producción similares.

2.2. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

Para asegurar que la revisión se enfocara en estudios relevantes y de alta calidad, se establecieron los siguientes criterios:

2.2.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN



Se incluyeron artículos publicados en revistas revisadas por pares y documentos técnicos de instituciones reconocidas (como el Instituto Colombiano Agropecuario [ICA], el Ministerio de Agricultura de Colombia y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]). Solo se consideraron estudios realizados en la última década (2013-2023) para garantizar la actualidad de los datos. Asimismo, se incluyeron estudios que trataran sobre especies parasitarias en ovinos y caprinos en sistemas de producción extensivos, semi-intensivos e intensivos, preferiblemente en climas áridos o semiáridos.

2.2.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Se excluyeron estudios que no estuvieran en español o inglés, aquellos que no especificaran las especies de parásitos estudiadas y artículos que no contaran con datos verificables o con metodologías claras. También se dejaron fuera revisiones sin metodología científica, reportes anecdóticos y artículos enfocados exclusivamente en rumiantes de mayor tamaño.

2.3. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

La búsqueda de literatura se realizó en varias bases de datos académicas y repositorios institucionales para garantizar la inclusión de fuentes relevantes y actualizadas. Las principales bases de datos utilizadas fueron PubMed, SciELO, Google Scholar, ScienceDirect, Scopus, Latindex, Redalyl y el repositorio de documentos técnicos del ICA. Se emplearon los siguientes términos y combinaciones de palabras clave en español e inglés para la búsqueda: “parásitos en pequeños rumiantes”, “La Guajira”, “sistemas de producción en ovinos y caprinos”, “Haemonchus Spp”, “Trichostrongylus spp”, “control de parásitos en cabras y ovejas”, “parasitismo en rumiantes semiáridos”, “producción extensiva y parasitosis”.

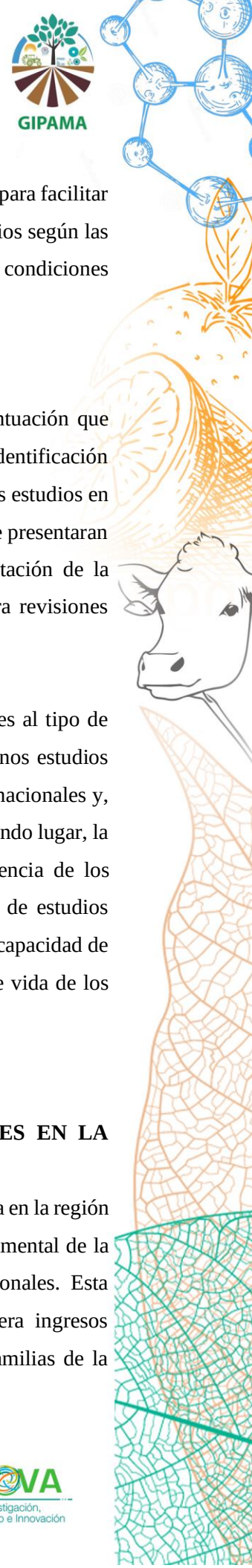
Además, se aplicaron filtros específicos para artículos publicados entre 2013 y 2023, y se priorizaron aquellos con acceso completo al texto para una revisión detallada de la metodología y los resultados.

2.4. PROCESO DE SELECCIÓN Y REVISIÓN DE ESTUDIOS

La selección de estudios se realizó en dos etapas:

Primera etapa – Cribado de títulos y resúmenes: Los artículos recuperados fueron inicialmente evaluados a través de la lectura de títulos y resúmenes para determinar si cumplían con los criterios de inclusión. Aquellos que pasaron este filtro preliminar se seleccionaron para una revisión completa.

Segunda etapa – Revisión completa del texto: En esta fase, se examinó el contenido completo de los artículos seleccionados para confirmar su relevancia y adecuación al objetivo del estudio. Los artículos seleccionados fueron clasificados en función de los siguientes parámetros: especies parasitarias estudiadas, métodos de diagnóstico utilizados, prevalencia de los parásitos en diferentes sistemas de producción, y los enfoques de manejo y control aplicados en regiones con condiciones climáticas similares a La Guajira.



2.5. ANÁLISIS DE DATOS

Los datos extraídos de los estudios seleccionados se organizaron y analizaron cualitativamente para facilitar la comparación entre investigaciones. Se generaron matrices de datos para clasificar los estudios según las especies parasitarias encontradas, los métodos de diagnóstico y control empleados, y las condiciones generales de los sistema de producción.

2.6. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS ESTUDIOS

Para asegurar que solo se incluyeran estudios de alta calidad, se utilizó un sistema de puntuación que evaluaba aspectos clave de cada artículo, como claridad en la metodología, precisión en la identificación de especies parasitarias y validez de los métodos de diagnóstico empleados. Se clasificaron los estudios en tres niveles de calidad (alto, medio y bajo) para dar mayor peso a los hallazgos de aquellos que presentaran un diseño robusto y resultados detallados. Esta evaluación se realizó mediante una adaptación de la herramienta AMSTAR (Assessing the Methodological Quality of Systematic Reviews) para revisiones sistemáticas y narrativas.

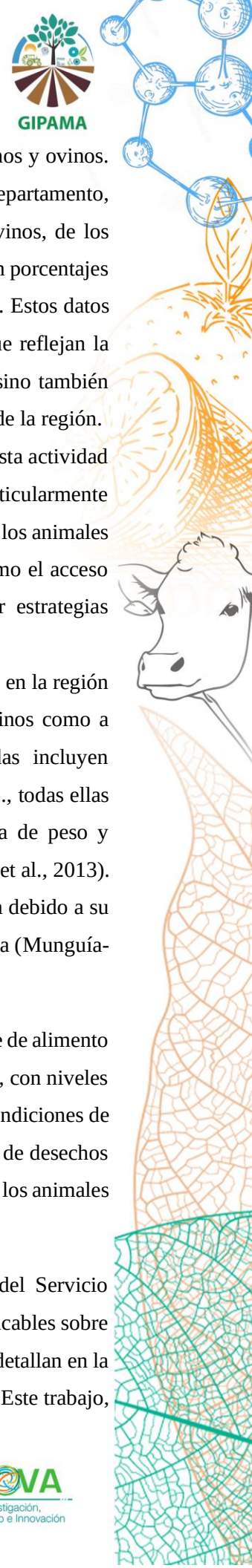
2.7. LIMITACIONES DE LA REVISIÓN

Si bien esta revisión se realizó de manera exhaustiva, existen algunas limitaciones inherentes al tipo de estudio y a la disponibilidad de literatura en la región de La Guajira. En primer lugar, algunos estudios locales sobre parasitismo en pequeños rumiantes no están disponibles en bases de datos internacionales y, en algunos casos, los estudios son reportes técnicos que carecen de revisión por pares. En segundo lugar, la variabilidad de los métodos de diagnóstico entre los estudios puede influir en la consistencia de los resultados, lo cual representa un desafío para la comparación directa. Finalmente, la falta de estudios longitudinales que examinen el impacto de los parásitos en diferentes épocas del año limita la capacidad de evaluar cómo las condiciones estacionales en La Guajira afectan la prevalencia y el ciclo de vida de los parásitos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. ESPECIES PARASITARIAS PREDOMINANTES EN PEQUEÑOS RUMIANTES EN LA GUAJIRA

Durante la revisión de la literatura, se ha destacado la relevancia de la producción ovino-caprina en la región de La Guajira, especialmente en las comunidades indígenas, donde constituye un pilar fundamental de la economía local, la seguridad alimentaria y la preservación de prácticas culturales tradicionales. Esta actividad de doble propósito, que integra la producción de carne y leche, no solo genera ingresos económicos, sino que también asegura la disponibilidad de alimentos nutritivos para las familias de la región.

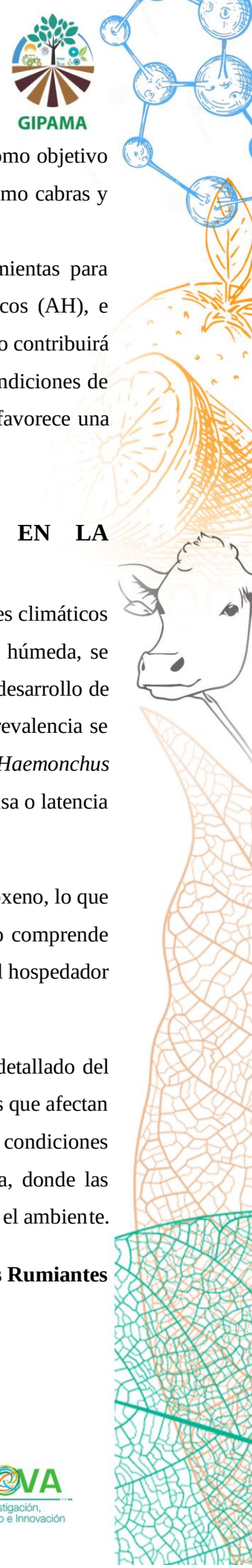


Según el Censo del ICA de 2024, La Guajira lidera a nivel nacional en la población de caprinos y ovinos. Del total de 1.148.240 caprinos registrados en Colombia, el (79%) se encuentra en este departamento, seguido por Cesar (5%), Boyacá (5%), Magdalena (3%) y Santander (2%). En cuanto a ovinos, de los 1.792.245 animales contabilizados en el país, el (45%) también se concentra en La Guajira, con porcentajes menores en departamentos como Boyacá (13%), Cesar (13%) y Magdalena (9%), entre otros. Estos datos se presentan visualmente en la **Figura 2. Distribución Ovino-Caprina de La Guajira**, que reflejan la importancia de la ganadería ovino-caprina en La Guajira, no solo como un eje productivo, sino también como una actividad ganadera tradicional que sustenta la ruralidad y la sostenibilidad cultural de la región. Sin embargo, se identificaron múltiples desafíos que afectan la sostenibilidad y eficiencia de esta actividad productiva. Entre los más relevantes se encuentran los problemas de manejo sanitario, particularmente relacionados con la infestación por parásitos, los cuales impactan negativamente en la salud de los animales y, por ende, en la productividad del sistema. Estos desafíos se agravan debido a factores como el acceso limitado a servicios veterinarios especializados, la escasez de recursos para implementar estrategias preventivas y curativas, y las condiciones ambientales adversas características de la región.

En este mismo orden de ideas los estudios revisados sobre parasitismo en pequeños rumiantes en la región de La Guajira han señalado una diversidad de especies parasitarias que afectan tanto a ovinos como a caprinos en distintos sistemas de producción. Las especies más comúnmente reportadas incluyen *Haemonchus Spp*, *Trichostrongylus spp.*, *Ostertagia spp.* y *Strongyloides spp.*, y *Eimeria spp.*, todas ellas responsables de infecciones gastrointestinales que producen efectos como anemia, pérdida de peso y disminución en la producción de leche (Mondragón-Ancelmo J et al, 2019; López-Ruvalcava et al., 2013). Entre estas especies, *Haemonchus spp*, ha sido señalada como la más prevalente y patogénica debido a su alta capacidad de adaptación a condiciones climáticas áridas y semiáridas, típicas de La Guajira (Munguía-Xóchihua et al., 2018).

En la mayoría de los sistemas de producción extensivos, donde el pastoreo es la principal fuente de alimento para los animales, se ha encontrado una elevada prevalencia de infecciones por estos parásitos, con niveles de infestación superiores al 60% en algunos estudios locales (Zapata Salas et al., 2016)Las condiciones de hacinamiento, la falta de rotación en los potreros y la limitada infraestructura para el manejo de desechos contribuyen a la persistencia de huevos y larvas en el ambiente, facilitando su transmisión entre los animales (Reyes-Guerrero et al., 2022).

En este contexto, desde el Laboratorio Clínico de Diagnóstico Animal (LABCLIMAL) del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), Regional La Guajira, se obtuvieron datos confiables y verificables sobre la caracterización de los parásitos gastrointestinales predominantes en la región, los cuales se detallan en la **Tabla 2. Caracterización de parásitos predominantes en ovinos-caprinos de La Guajira**. Este trabajo,



realizado en el marco de la estrategia SENNOVA durante los periodos 2023 y 2024, tuvo como objetivo identificar las especies de parásitos que afectan principalmente a los pequeños rumiantes, como cabras y ovejas del departamento.

La información generada tiene como fin proporcionar a los pequeños productores herramientas para implementar medidas sanitarias adecuadas, tales como el uso racional de los antihelmínticos (AH), e impulsar la creación de planes sanitarios que permitan reducir la incidencia de parasitosis. Esto contribuirá a la disminución de la mortalidad de los animales, promoviendo no solo la mejora en las condiciones de salud animal, sino también el fortalecimiento del sector productivo local. De esta manera, se favorece una mayor sostenibilidad económica y productiva en la región

3.2.MANEJO ANTIPARASITARIO Y FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PARASITISMO

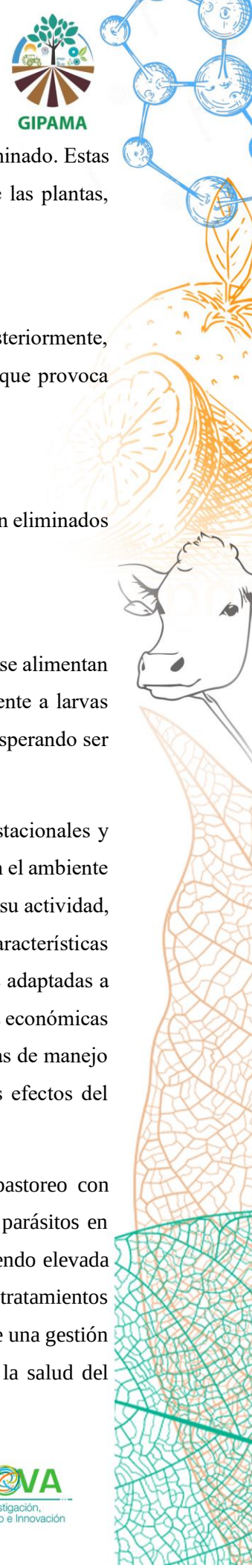
La prevalencia de parásitos en pequeños rumiantes en La Guajira está influenciada por factores climáticos como la temperatura, la humedad y la estacionalidad de las lluvias. Durante la temporada húmeda, se observa un aumento en la infestación debido a que las condiciones de humedad favorecen el desarrollo de las fases larvares de los parásitos en el suelo. En contraste, durante la temporada seca, la prevalencia se reduce temporalmente, aunque no se elimina la presencia de larvas resistentes, como las de *Haemonchus contortus*, que sobreviven en condiciones de estrés ambiental mediante mecanismos de diapausa o latencia (Solis-Carrasco et al., 2022; López-Rodríguez et al., 2023).

El ciclo de vida de los nematodos gastrointestinales, como *Haemonchus* spp., es de tipo monoxeno, lo que significa que no requiere hospederos intermediarios para completar su desarrollo. Este ciclo comprende etapas exógenas, que se desarrollan en el ambiente, y etapas endógenas, que ocurren dentro del hospedador definitivo (López-Rodríguez et al., 2023).

En la Figura 3: Diagrama del Ciclo de Vida de *Haemonchus* spp., se presenta un esquema detallado del proceso y las diferentes fases de parasitismo, ilustrando un modelo representativo de los ciclos que afectan a pequeños rumiantes. Este ciclo directo se ve influenciado significativamente por las condiciones climáticas y estacionales, especialmente en regiones cálidas y semiáridas como La Guajira, donde las temperaturas elevadas y la humedad moderada favorecen el desarrollo de las fases larvares en el ambiente.

Ciclo Biológico de *Haemonchus* spp. : Infección, Desarrollo y Reproducción en Pequeños Rumiantes

Ingestión de larvas infectivas (L3):



Los pequeños rumiantes ingieren las larvas de tercer estadio (L3) presentes en el pasto contaminado. Estas larvas, favorecidas por la humedad y temperatura, migran desde el suelo hacia las hojas de las plantas, convirtiéndose en una fuente de infección para los animales que pastorean.

Desarrollo en el hospedador:

Una vez en el abomaso, las larvas infectivas (L3) mudan a larvas de cuarto estadio (L4) y, posteriormente, a adultos. Los parásitos adultos se fijan a la mucosa gástrica, alimentándose de sangre, lo que provoca anemia, pérdida de peso y debilidad severa en los animales afectados.

Reproducción y puesta de huevos:

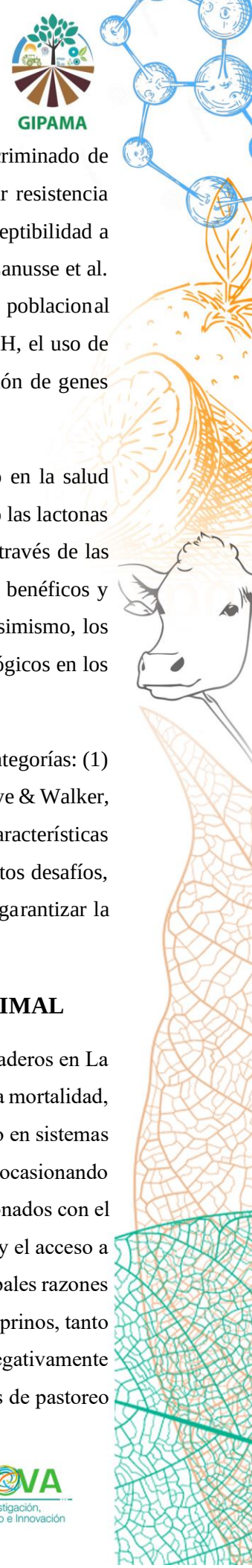
Las hembras adultas son altamente fecundas, produciendo miles de huevos diariamente, que son eliminados al ambiente a través de las heces de los animales infestados.

Desarrollo en el ambiente:

En el entorno, los huevos eclosionan, dando lugar a larvas de primer estadio (L1). Estas larvas se alimentan de materia orgánica en las heces, evolucionando a larvas de segundo estadio (L2) y finalmente a larvas infectivas (L3). Estas últimas pueden sobrevivir durante días o semanas en pastos húmedos, esperando ser ingeridas por un hospedador.

El ciclo de vida de *Haemonchus spp.* está estrechamente vinculado a factores climáticos, estacionales y ambientales. En climas cálidos y húmedos, como el de La Guajira, el desarrollo de las larvas en el ambiente se acelera y su supervivencia se ve favorecida. En contraste, condiciones secas o frías limitan su actividad, aunque las larvas pueden entrar en un estado de latencia para resistir estas adversidades. Estas características contribuyen a la alta prevalencia e impacto de *Haemonchus spp.* y otras especies parasitarias adaptadas a las condiciones ambientales de los sistemas productivos. Su presencia puede provocar pérdidas económicas significativas, afectando la salud y la productividad de los rebaños. Por lo tanto, las estrategias de manejo y control deben considerar estas particularidades climáticas y ambientales para mitigar los efectos del parasitismo y optimizar la sostenibilidad de los sistemas de producción.

En este sentido los sistemas de producción semi-intensivos, que combinan prácticas de pastoreo con alimentación suplementaria en apriscos y hatos, se ha registrado una menor prevalencia de parásitos en comparación con los sistemas extensivos. No obstante, la frecuencia de infecciones sigue siendo elevada debido a la falta de rotación en las áreas de pastoreo y a la limitada implementación de tratamientos preventivos y desparasitación rotativa (Zapata Salas et al., 2016). Estudios previos indican que una gestión adecuada de estos factores puede reducir significativamente la carga parasitaria y mejorar la salud del ganado.



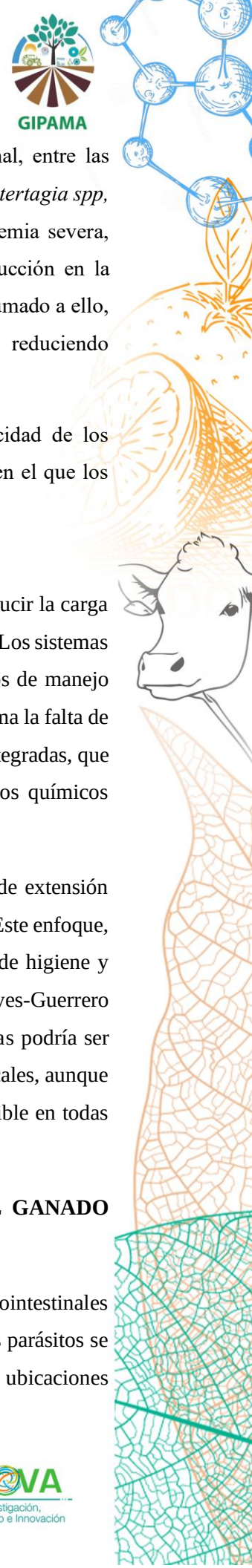
Por otro lado, uno de los problemas frecuentes en el manejo de parasitosis es el uso indiscriminado de antihelmínticos (AH). Aunque estos medicamentos son efectivos, su mal uso puede generar resistencia antihelmíntica (RA). Este fenómeno ocurre cuando los parásitos desarrollan una menor susceptibilidad a dosis que normalmente serían letales, lo que compromete la eficacia del tratamiento. Según Lanusse et al. (2016) y la OMSA (2022), la aparición de RA está asociada a factores como la alta densidad poblacional de nematodos gastrointestinales (NGI), la administración inadecuada y subdosificación de AH, el uso de productos de baja calidad y las condiciones climáticas, entre otros, que favorecen la selección de genes relacionados con la resistencia.

Verdú JR et al., (2018) & Reyes-Guerrero et al., (2022), exponen que además del impacto en la salud animal, los AH presentan efectos negativos en el medio ambiente. Muchos compuestos, como las lactonas macrocíclicas (LM), no se metabolizan completamente en el organismo y son excretados a través de las heces y la orina, lo que representa un riesgo para organismos no objetivo, como artrópodos benéficos y escarabajos estercoleros. Esto afecta su supervivencia y funcionalidad en los ecosistemas. Asimismo, los residuos de estos medicamentos pueden contaminar acuíferos, generando desequilibrios ecológicos en los sistemas hídricos.

En cuanto a su clasificación, los AH se dividen según su modo de acción en tres principales categorías: (1) bencimidazoles (BZ), (2) imidazotiazoles (IMZ) y (3) lactonas macrocíclicas (LM) (Holden-Dye & Walker, 2014; Mphahlele et al., 2019; Reyes-Guerrero et al., 2022). Cada categoría presenta características específicas que determinan su uso, eficacia y posibles implicaciones ambientales. Frente a estos desafíos, la adopción de prácticas sostenibles y responsables en el manejo de parásitos es clave para garantizar la salud del rebaño y la conservación del entorno.

3.3. IMPACTO DEL PARASITISMO EN LA PRODUCTIVIDAD Y SALUD ANIMAL

El parasitismo en pequeños rumiantes afecta gravemente la productividad de los sistemas ganaderos en La Guajira, debido a la pérdida de peso, la disminución de la producción de leche y el aumento de la mortalidad, especialmente en animales jóvenes y débiles (Vineer et al., 2016). El impacto del parasitismo en sistemas extensivos es considerable, generando una disminución significativa en la productividad y ocasionando pérdidas económicas importantes para los pequeños ganaderos de la región. Los costos relacionados con el manejo de infecciones parasitarias, así como las muertes de animales, dificultan el desarrollo y el acceso a mercados más grandes. El endoparasitismo por nematodos se identifica como una de las principales razones de la baja productividad y las dificultades económicas en los sistemas pecuarios de ovinos y caprinos, tanto en el ámbito mundial como en Colombia (Zapata Salas et al., 2016). Estos parásitos afectan negativamente el bienestar de los animales y, en consecuencia, los niveles de producción, siendo los sistemas de pastoreo



los más vulnerables a estas infecciones (Herrera et al., 2013). En términos de salud animal, entre las consecuencias directas de la infección crónica con *Haemonchus spp.*, *Trichostrongylus spp.*, *Ostertagia spp.*, *Eimeria spp.* y otras especies de nematodos se asocia con síntomas clínicos entre ellos anemia severa, disminución del crecimiento corporal y ganancia de peso, deficiencia reproductiva, reducción en la inmunidad y mayor susceptibilidad a infecciones secundarias. (Zapata Salas et al., 2016). Sumado a ello, los costos de los tratamientos veterinarios incrementan las inversiones necesarias, reduciendo significativamente la rentabilidad de los sistemas productivos.

Este impacto no solo afecta el bienestar animal, sino que también compromete la capacidad de los productores para mantener un rebaño saludable y productivo a largo plazo, en un contexto en el que los recursos para salud y alimentación animal son limitados.

3.4. DESAFÍOS Y ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL EFICAZ

La revisión de la literatura indica que, aunque existen diversas estrategias de manejo para reducir la carga parasitaria en pequeños rumiantes, su implementación en La Guajira sigue siendo insuficiente. Los sistemas de producción extensivos predominan en la región, lo que dificulta la aplicación de métodos de manejo intensivos, como la rotación sistemática de apriscos y el control sanitario regular. A ello se suma la falta de acceso a productos antihelmínticos de calidad y a conocimientos sobre prácticas de manejo integradas, que podrían mejorar la efectividad del control parasitario y reducir la dependencia de productos químicos (Reyes-Guerrero et al., 2022).

Una posible solución a los desafíos de manejo en La Guajira es la adopción de programas de extensión agropecuaria enfocados en capacitar a los productores sobre el manejo integrado de parásitos. Este enfoque, que incluye el uso de plantas con propiedades antihelmínticas y la mejora de las prácticas de higiene y alimentación, ha mostrado resultados prometedores en otros países con climas semiáridos (Reyes-Guerrero et al., 2022). Además, la selección genética de animales resistentes a infecciones parasitarias podría ser una estrategia de largo plazo para reducir la carga parasitaria en los sistemas de producción locales, aunque requiere una inversión inicial en infraestructura y formación que actualmente no está disponible en todas las áreas rurales de La Guajira (Martínez et al., 2018).

3.5 MÉTODOS ALTERNATIVOS DE CONTROL DE LAS NEMATODIASIS DEL GANADO OVINO CAPRINO

Según lo señalado por Reyes Guerrero et al. (2022), el control efectivo de los nematodos gastrointestinales (NGI) requiere implementar un enfoque integrado que considere los puntos clave donde estos parásitos se desarrollan. Este método debe basarse en el ciclo biológico de los NGI, identificando tres ubicaciones



principales donde se encuentran en diferentes etapas: (1) dentro del hospedador, en el tracto digestivo, donde se presentan como larvas histiotróficas (L4), estadios pre-adultos (L5), parásitos adultos y huevos producidos por las hembras; (2) en las heces, donde están presentes las fases de huevo, larvas pre-infectantes (L1 y L2) y larvas infectantes (L3); y (3) en el suelo y el pasto, donde se encuentran las larvas infectantes (L3). Basándose en estas ubicaciones, Reyes plantea una estrategia integral que ataque cada uno de estos puntos críticos para maximizar la efectividad del control de los parásitos. **La Figura 4**, se ilustran estos tres "blancos" estratégicos y las herramientas de control que pueden ser utilizadas de manera coordinada para mejorar los resultados del manejo parasitario.

En relación con lo anterior expuesto, el control de los Nematodos Gastrointestinales (NGI) en pequeños rumiantes exige un enfoque integral que combine diversas estrategias para garantizar eficacia y sostenibilidad. A continuación, en la **Tabla 2**, se describen los principales métodos alternativos de control de la nematodiasis en ovinos y caprinos:

3.5. Figuras

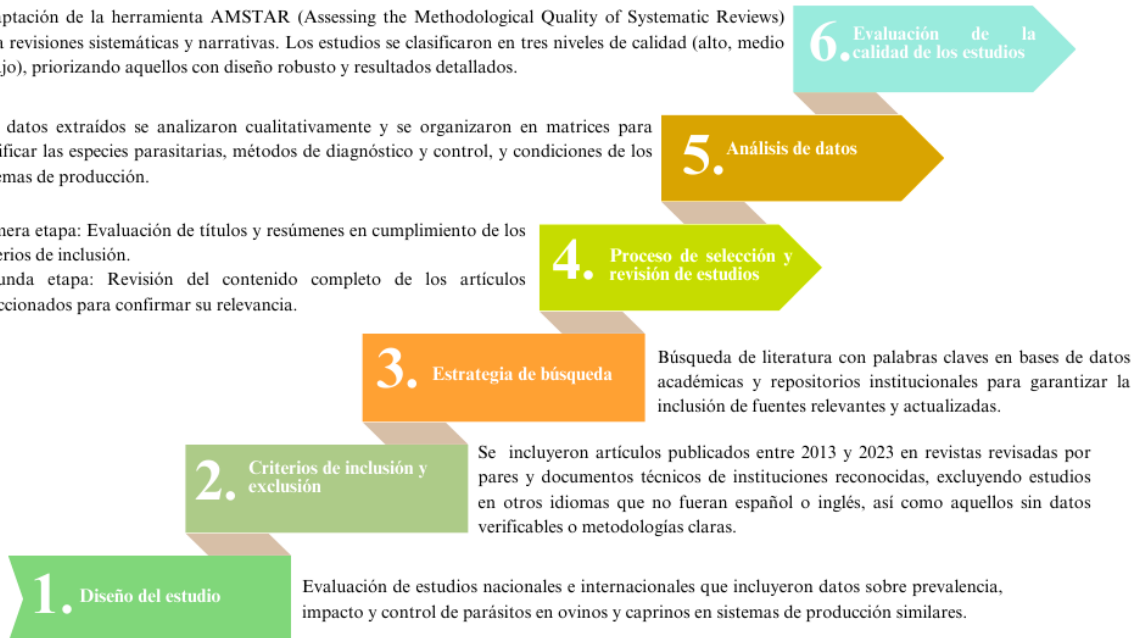
Figura 1. Metodología aplicada

Adaptación de la herramienta AMSTAR (Assessing the Methodological Quality of Systematic Reviews) para revisiones sistemáticas y narrativas. Los estudios se clasificaron en tres niveles de calidad (alto, medio y bajo), priorizando aquellos con diseño robusto y resultados detallados.

Los datos extraídos se analizaron cualitativamente y se organizaron en matrices para clasificar las especies parasitarias, métodos de diagnóstico y control, y condiciones de los sistemas de producción.

Primera etapa: Evaluación de títulos y resúmenes en cumplimiento de los criterios de inclusión.

Segunda etapa: Revisión del contenido completo de los artículos seleccionados para confirmar su relevancia.



Fuente: Elaboración propia

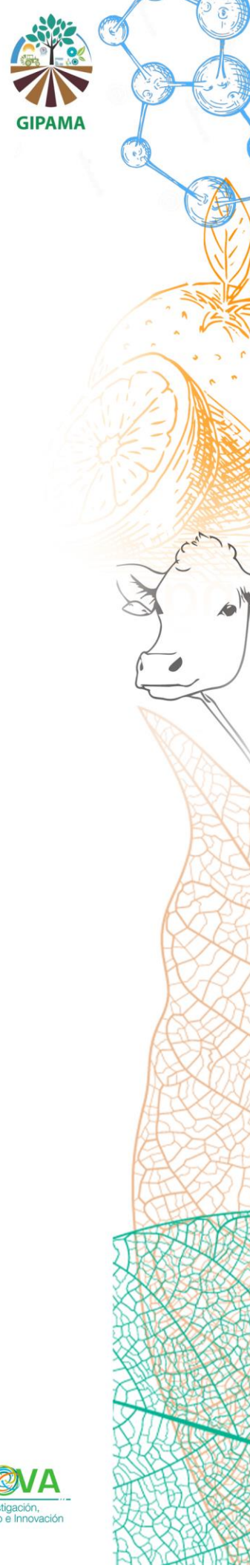
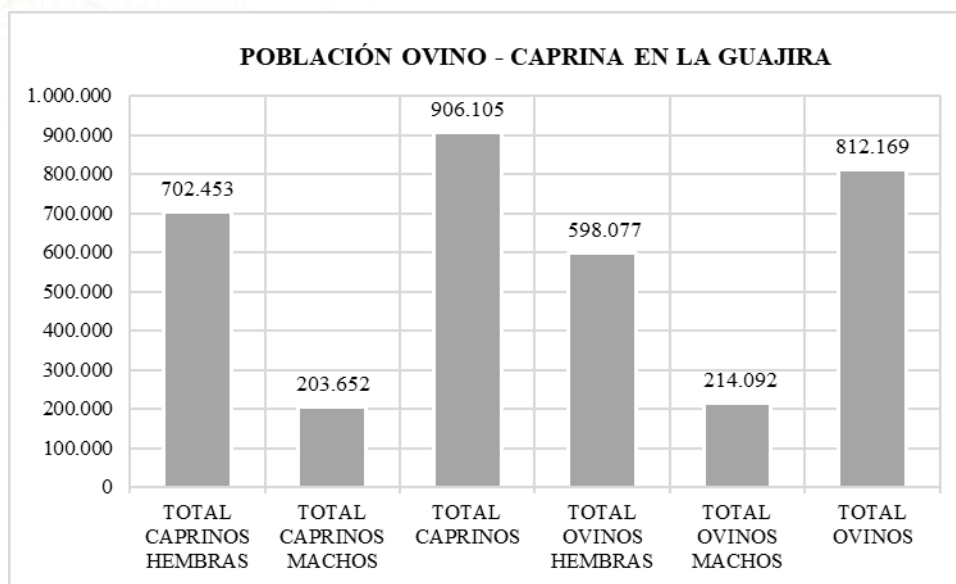
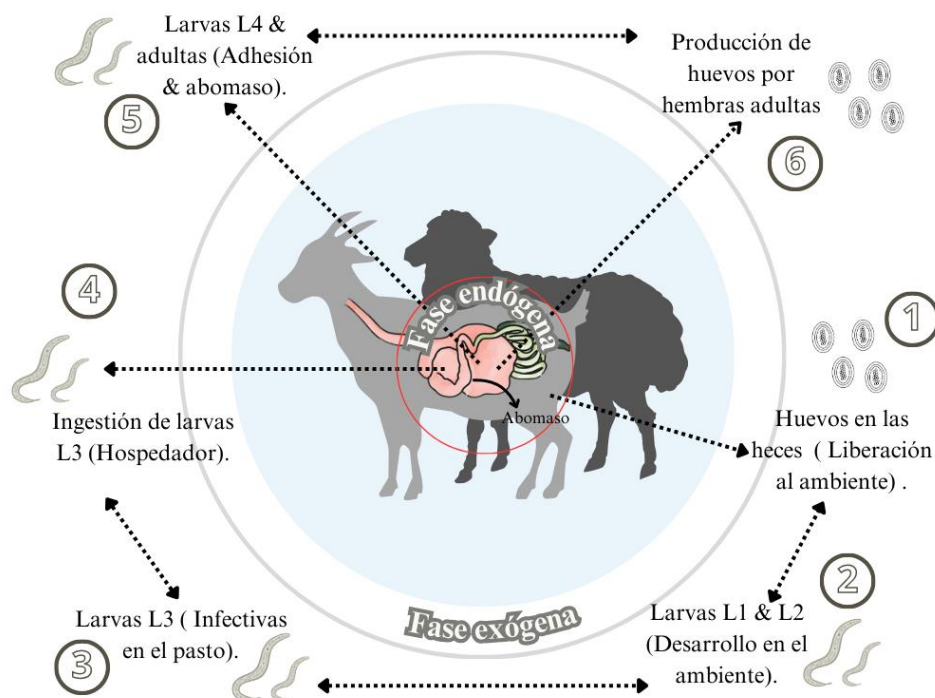


Figura 2. Distribución Ovino-Caprina de La Guajira



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3: Diagrama del Ciclo de Vida de *Haemonchus spp*



Fuente: Elaboración propia.

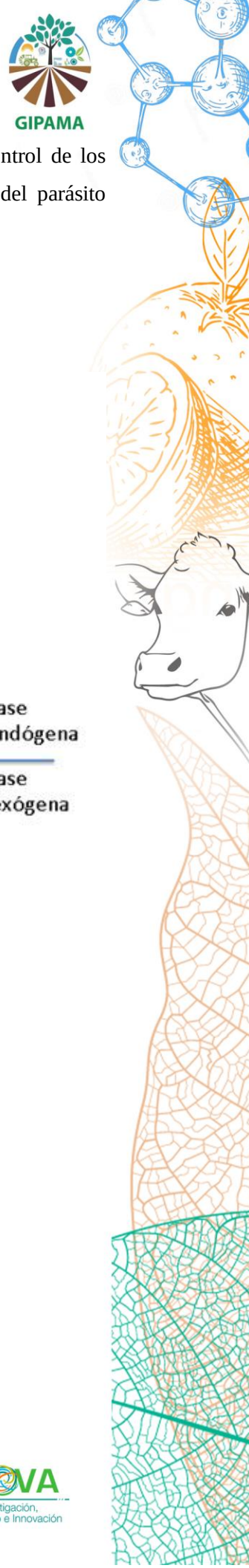
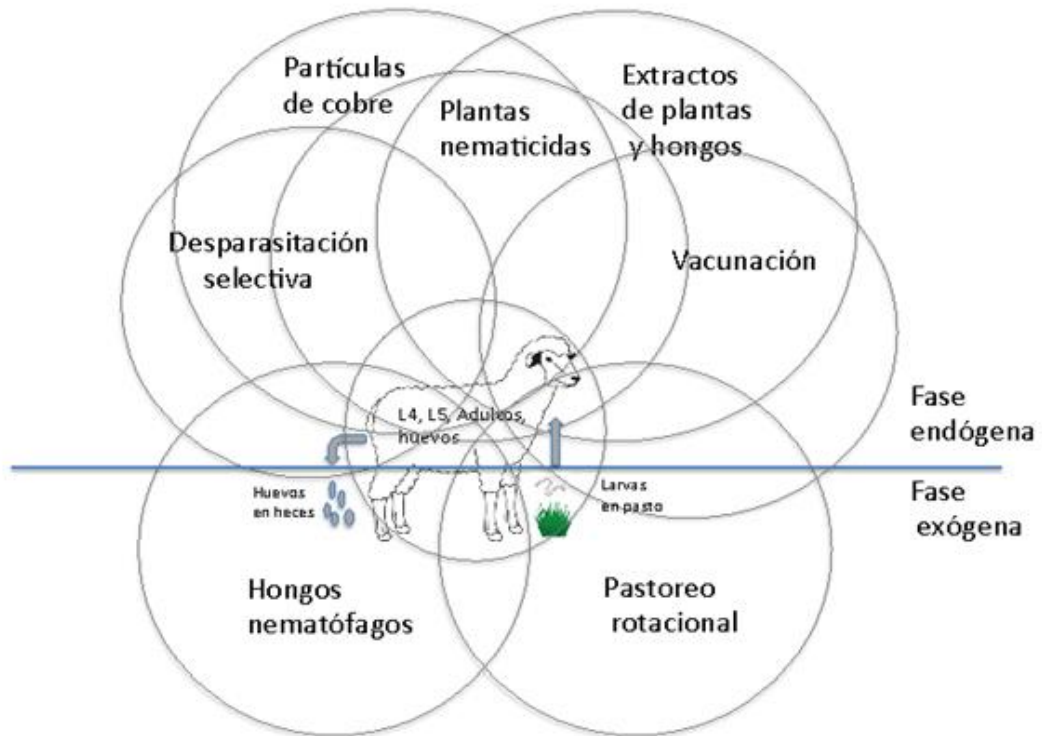


Figura 4. Esquema ilustrativo de la integración de los métodos más relevantes para el control de los nematodos gastrointestinales en ovinos, enfocados en los diferentes objetivos evolutivos del parásito durante sus fases endógena y exógena del ciclo biológico.





3.6. Tablas

Tabla 1. *Especies parasitadas identificadas en el laboratorio clínico de diagnostico animal-LABCLIMAL*

Especie Parasitaria	Impacto Clínico en Ovinos y Caprinos	Métodos de Manejo y Control	Desafíos Asociados	Factores Climáticos y Estacionales
Haemonchus spp	Fase aguda: Anemia hemorrágica, heces oscuras, edema (submandibular, torácico y abdominal). Fase crónica: ausencia de diarrea, anemia (deficiencia férrica), caída de lana, inapetencia y muerte	Desparasitación estratégica, manejo rotacional de pasturas.	Resistencia a antihelmínticos frecuentes como ivermectina.	Alta prevalencia en estaciones húmedas, favorecido por temperaturas cálidas.
Trichostrongylus spp	Diarrea, pérdida de peso, retraso en el crecimiento.	Pastoreo controlado, tratamientos antiparasitarios.	Aparición de cepas resistentes a múltiples antihelmínticos.	Ciclo de vida intensificado en épocas lluviosas, con huevos que sobreviven en climas templados.
Ostertagia spp	Daño en la mucosa gástrica, reducción de la digestibilidad, diarrea.	Desparasitación periódica y mejora de la calidad del forraje.	Resistencia emergente en tratamientos convencionales.	Sobrevivencia aumentada en climas frescos con alta humedad.

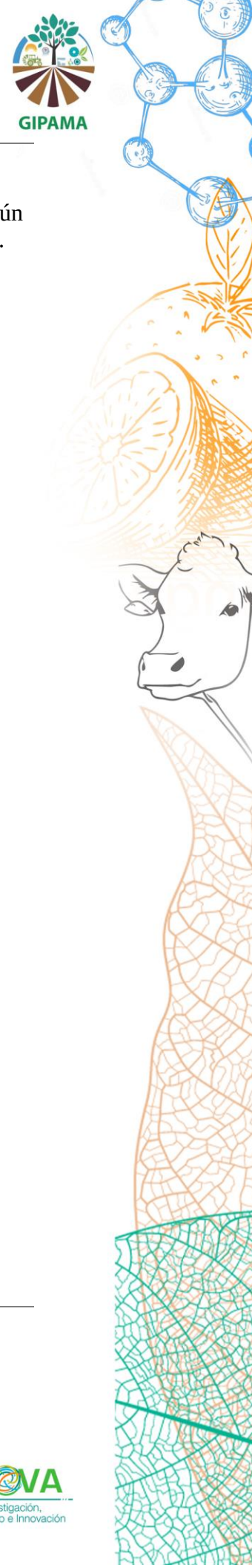
Strongyloides spp	Dermatitis, diarrea, debilidad general.	Saneamiento adecuado, eliminación de estiércol en áreas de pastoreo.	Difícil control en sistemas extensivos por reinfecciones constantes.	Desarrollo favorecido por humedad y temperaturas altas.
Trichuris spp	Colitis, diarrea con moco o sangre, pérdida de peso.	Uso de antihelmínticos específicos y limpieza de áreas contaminadas.	Baja eficacia de ciertos tratamientos en infecciones crónicas.	Persistencia de huevos en ambientes secos y cálidos.
Eimeria spp	Diarrea (a veces sanguinolenta), inapetencia, pérdida de peso, letargo, deshidratación y muerte en los más afectados.	Uso de coccidiostatos, mejora del manejo higiénico.	Incremento de resistencia a coccidiostatos en sistemas intensivos.	Mayor incidencia en épocas húmedas y calurosas

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 2. Principales métodos alternativos de control de la nematodiasis en ovinos y caprinos:

Método	Descripción	Ventajas	Limitaciones/Consideraciones
Desparasitación Selectiva (Sistema FAMACHA)	Basado en la evaluación clínica de la anemia inducida por <i>Haemonchus contortus</i> . Utiliza una tarjeta de colores para valorar la mucosa ocular.	Reduce el uso de medicamentos. Disminuye la selección de resistencia a los antihelmínticos.	Aplicación específica para <i>H. contortus</i> . Requiere capacitación para evitar errores diagnósticos.
Manejo del Pastoreo	Incluye estrategias como pastoreo rotacional, uso de praderas mejoradas, y alternancia con otras especies para romper el ciclo biológico de los nematodos.	Reduce la carga parasitaria en los pastos. Disminuye la exposición a los nematodos.	Requiere planificación de parcelas. Necesita implementarse de manera consistente.



Plantas con Actividad Antihelmíntica	Uso de especies como <i>Leucaena leucocephala</i> , <i>Artemisia spp.</i> , o ajo (<i>Allium sativum</i>) que contienen compuestos antihelmínticos naturales.	Alternativa natural. Puede incorporarse en dietas.	Determinar dosis adecuadas. Los efectos varían según especie y condiciones locales.
Vacunación	Desarrollo de vacunas basadas en antígenos ocultos de nematodos como <i>H. contortus</i> (<i>Barbervax</i>).	Reduce la dependencia de antihelmínticos. Proporciona inmunidad específica.	Disponibilidad limitada. Costos iniciales elevados.
Selección Genética	Cría de animales resistentes mediante selección de individuos con bajo recuento de huevos en heces (EPG) o uso de marcadores genéticos.	Solución sostenible a largo plazo. Reduce gradualmente la prevalencia de nematodiasis.	Proceso lento. Riesgo de reducir dive

Fuente: Elaboración propia



4. CONCLUSIONES

Se plantea la necesidad de fortalecer las prácticas de manejo sanitario mediante la capacitación técnica de los productores y la implementación de programas de control integrado de parásitos, diseñando estrategias adaptadas a las condiciones agroclimáticas de La Guajira. El manejo adecuado de los parásitos gastrointestinales en ovinos y caprinos requiere estrategias integradas basadas en evidencia científica, como la desparasitación selectiva, el manejo del pastoreo, el uso de plantas con propiedades antihelmínticas, la vacunación y la selección genética. Estas medidas, además de mejorar la salud y productividad del rebaño, minimizan el uso excesivo de antihelmínticos, reduciendo el riesgo de resistencia antihelmíntica y promoviendo un control sostenible de los nematodos gastrointestinales. Sin embargo, las estrategias deben ajustarse a las necesidades específicas de cada sistema de producción, ya que ello asegura su efectividad. Estas acciones no solo representan un avance hacia la sostenibilidad, sino que también contribuyen al desarrollo socioeconómico y la seguridad alimentaria de las comunidades indígenas de La Guajira, potenciando el bienestar animal y la rentabilidad de la producción ovino-caprina.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FTHENAKIS GC, Papadopoulos S. 2017. Impact of parasitism in goat production. *Small Ruminant Research*. Article in Press. ISSN: 0921-4488. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.04.001>
- González-Garduño, R., Mendoza-de Gives, P., & López-Arellano, M. E. (2013). Cargas y especies prevalentes de nematodos gastrointestinales en ovinos de Tabasco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 4(2), 153-162. Recuperado de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11242013000200008&script=sci_arttext
- Herrera L, Ríos L, Zapata R. 2013. Frecuencia de infección por nemátodos gastrointestinales en ovinos y caprinos de cinco municipios de Antioquia. *Rev MVZ Córdoba* 18: 3851-3860. Recuperado: <https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=69329149015>
- Herrera, L. O., Ríos, L. O., & Zapata, R. S. (2013). Frecuencia de la infección por nemátodos gastrointestinales en ovinos y caprinos de cinco municipios de Antioquia. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 8(1), 38-51. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4699403.pdf>
- Holden-Dye L, Walker RJ. Anthelmintic drugs and nematicides: studies in *Caenorhabditis elegans*. In: The *C. elegans* Research Community (ed.). WormBook; 2014. <https://doi/10.1895/wormbook.1.143.2>
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA] (2022). Censos Pecuarios Nacional. Recuperado de <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018>



Instituto Colombiano Agropecuario [ICA] (2022). El ICA llegó a La Guajira para evaluar el bienestar animal en ovinos y caprinos . Recuperado de <https://www.ica.gov.co/noticias/ica-bienestar-animal-ovino-caprino-la-guajira>

Kaplan, R. M. (2020). Biology, epidemiology, diagnosis, and management of anthelmintic resistance in gastrointestinal nematodes of livestock. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 36(1), 17-30. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.11.003>

Kotze AC, Prichard RK. Anthelmintic resistance in *Haemonchus contortus*: History, mechanisms and diagnosis. In: Gasser RB, Von Samson-Himmelstjerna G. editors. *Haemonchus contortus* and haemonchosis - Past, present and future trends, London: Elsevier Ltd.; 2016:397-428. <https://doi.org/10.1016/bs.apar.2016.02.012>

López-Ruvalcava OA, González-Garduño R, Osorio-Arce MM, Aranda-Ibañez A, Díaz-Rivera P. Cargas y especies prevalentes de nematodos gastrointestinales en ovinos de pelo destinados al abasto. *Rev Mex Cienc Pecu* 2013;4(2):223-234.

MAHESHIKA SK, Pradeepa S, Dematawewa CMB, Ariyaratne HBS, Rajapakshe RPVJ, Wickramaratne SHG, Jayasooriya LJPAP, Munasinghe DMS, Lokugallappatti LGS, Notter RR. 2018. Responses of Sri Lankan indigenous goats and their Jamnapari crosses to artificial challenge with *Haemonchus contortus*. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports* - 11:41-48. ISSN: 2405-9390. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2017.11.011>

Mavrot F, Hertzberg H, Torgerson P. Effect of gastro-intestinal nematode infection on sheep performance: a systematic review and meta-analysis. *Parasit Vectors* 2015;8:557. <https://doi.org/10.1186/s13071-015-1164-z>.

Merck & Co., Inc. (n.d.). Descripción general de los parásitos gastrointestinales de los rumiantes. En *Manual Veterinario MSD*. Recuperado de <https://www.merckvetmanual.com/es-us/aparato-digestivo/par%C3%A1sitos-gastrointestinales-de-los-rumiantes/descripci%C3%B3n-general-de-los-par%C3%A1sitos-gastrointestinales-de-los-rumiantes>

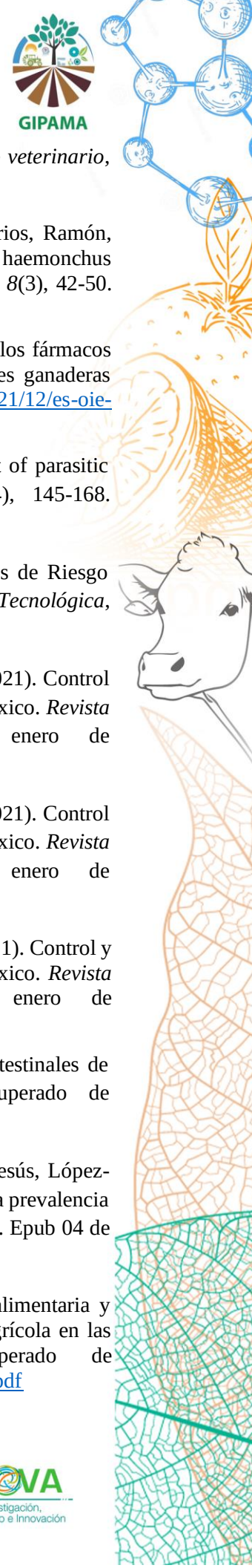
Merck & Co., Inc. (n.d.). Parásitos gastrointestinales de las ovejas y cabras. En *Manual Veterinario MSD*. Recuperado de <https://www.msdvetmanual.com/es/aparato-digestivo/par%C3%A1sitos-gastrointestinales-de-los-rumiantes/par%C3%A1sitos-gastrointestinales-de-las-ovejas-y-cabras>

Merck & Co., Inc. (n.d.). Resistencia a los antihelmínticos. En *Manual Veterinario MSD*. Recuperado de <https://www.merckvetmanual.com/es-us/farmacolog%C3%ADa/antihelm%C3%ADnticos/resistencia-a-los-antihelm%C3%ADnticos>

Mphahlele M, Molefe N, Tsotetsi-Khambule A, Oriel T. Anthelmintic resistance in livestock. In: *Helminthiasis*, IntechOpen 2019. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.87124>.

Munguía XJ, Navarro GR, Hernández CJ, Molina BR, Cedillo CJ, Granados RJ. 2018. Parásitos gastroentéricos, población *Haemonchus contortus* en caprinos en clima semiárido de Bacum, Sonora, México. *Abanico Veterinario*. 8(3): 42-50. ISSN 2448-6132. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2018.83.2>

Munguía-Xóchihua, Javier, Navarro-Grave, Ramón, Hernández-Chávez, Juan, Molina-Barrios, Ramón, Cedillo-Cobián, Jesús, & Granados-Reyna, Javier. (2018). Parásitos gastroentéricos, población



haemonchus contortus en caprinos en clima semiárido de Bacum, Sonora, México. *Abanico veterinario*, 8(3), 42-50. <https://doi.org/10.21929/abavet2018.83.2>

Munguía-Xóchihua, Javier, Navarro-Grave, Ramón, Hernández-Chávez, Juan, Molina-Barrios, Ramón, Cedillo-Cobián, Jesús, & Granados-Reyna, Javier. (2018). Parásitos gastroentéricos, población haemonchus contortus en caprinos en clima semiárido de Bacum, Sonora, México. *Abanico veterinario*, 8(3), 42-50. <https://doi.org/10.21929/abavet2018.83.2>

Organización Mundial de Sanidad Animal [OMSA] (2022). Uso responsable y prudente de los fármacos antihelmínticos para contribuir al control de la resistencia a antihelmínticos en las especies ganaderas herbívoras. ISBN: 978-92-95121-17-1. Recuperado de <https://www.woah.org/app/uploads/2021/12/es-oie-anthelmintics-prudent-and-responsible-use-v4-web.pdf>

Perry, B. D., & Randolph, T. F. (1999). Improving the assessment of the economic impact of parasitic diseases and their control in production animals. *Veterinary Parasitology*, 84(3-4), 145-168. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(99\)00040-0](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(99)00040-0)

Quiroga Calderón, E. G. ., Gatica Colima, A. B., & Carlo Rojas, Z. (2021). Los Factores de Riesgo Asociados a Parásitos Gastrointestinales en Animales de Producción . *Cultura Científica Y Tecnológica*, 18(3), 1–11. <https://doi.org/10.20983/culcyt.2021.3.21.1>

Reyes-Guerrero, David Emanuel, Olmedo-Juárez, Agustín, & Mendoza-de Gives, Pedro. (2021). Control y prevención de nematodosis en pequeños rumiantes: antecedentes, retos y perspectivas en México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 12(Supl. 3), 186-204. Epub 24 de enero de 2022. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12s3.5840>

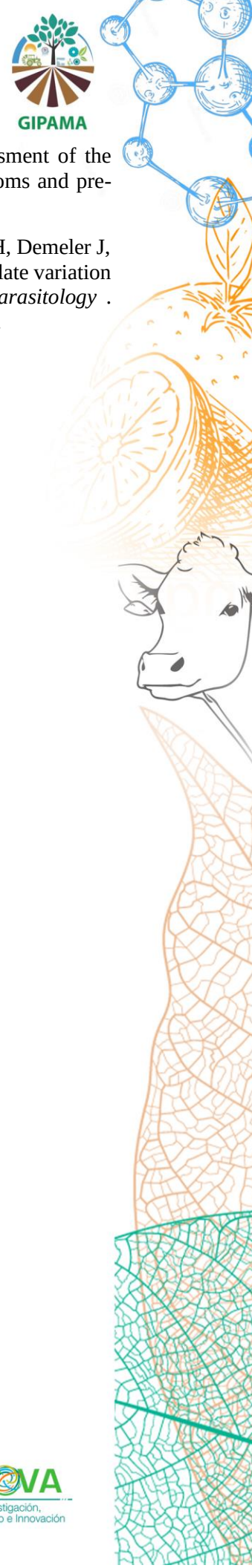
Reyes-Guerrero, David Emanuel, Olmedo-Juárez, Agustín, & Mendoza-de Gives, Pedro. (2021). Control y prevención de nematodosis en pequeños rumiantes: antecedentes, retos y perspectivas en México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 12(Supl. 3), 186-204. Epub 24 de enero de 2022. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12s3.5840>

Reyes-Guerrero, David Emanuel, Olmedo-Juárez, Agustín, & Mendoza-de Gives, Pedro. (2021). Control y prevención de nematodosis en pequeños rumiantes: antecedentes, retos y perspectivas en México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 12(Supl. 3), 186-204. Epub 24 de enero de 2022. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12s3.5840>

Salgado, J. A., & Santos, M. H. (2014). Resistencia antihelmíntica en nematodos gastrointestinales de pequeños rumiantes. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 46(2), 183 190. Recuperado de https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301-732X2014000200010&script=sci_arttext

Solis-Carrasco, Jesús, Gaxiola-Camacho, Soila, Enríquez-Verdugo, Idalia, Portillo-Loera, Jesús, López-Valencia, Gilberto, & Castro-del-Campo, Nohemi. (2021). Factores ambientales asociados a la prevalencia de *Haemonchus spp* en corderos de la zona centro de Sinaloa. *Abanico veterinario*, 11, e128. Epub 04 de abril de 2022. <https://doi.org/10.21929/abavet2021.41>

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres [UNGRD] (2013). Seguridad alimentaria y Nutricional Fortalecimiento de la actividad productiva ovino-caprina y de la producción agrícola en las comunidades indígenas Wayúu afectadas por la ola invernal. Recuperado de https://cedir.gestiondelriesgo.gov.co/archivospdf/Publicacion_matizaci%C3%B3n_UNGRD.pdf



Verdú JR, Cortez V, Martinez-Pinna J, Ortiz AJ, Lumaret JP, Lobo JM, *et al.* First assessment of the comparative toxicity of ivermectin and moxidectin in adult dung beetles: Sub-lethal symptoms and pre-lethal consequences. *Sci Rep* 2018;8(14885). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-33241-0>.

VINEER HR, Steiner J, Knapp-Lawitzke F, Bull K, Son-de Fernex EV, Bosco A, Hertzberg H, Demeler J, Rinaldi L, Morrison AA, Skuce P, Bartley DJ, Morgan ER. 2016. Implications of between-isolate variation for climate change impact modelling of *Haemonchus contortus* populations. *Veterinary Parasitology* . 166:119-123. 229:144-149. ISSN: 0304-4017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2016.10.015>.



SENNOVA

Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación

REVISTA **GIPAMA 5**

VOLUMEN



**Grupo de Investigación
para la Producción Primaria,
Agroindustria y Medio Ambiente**

Centro para el Desarrollo
Agroecológico y Agroindustrial

Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)
Centro Para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial
Calle 9 N°19 -120, Sabanalarga, Atlántico, Colombia
Teléfono: (5) 3851285 Ext: 52151
Correo: taltamarp@sena.edu.co