

# VI CICAA 2024

## Congreso Internacional de Ciencias Agrarias y Ambientales

Modelos de producción sostenible y  
economía circular para comunidades  
resilientes



## **UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA (UNAD)**

Jaime Alberto Leal Afanador

**Rector**

Constanza Abadía García

**Vicerrectora académica y de Investigación**

Leonardo Yunda Perlaza

**Vicerrector de Medios y Mediaciones Pedagógicas**

Édgar Guillermo Rodríguez Díaz

**Vicerrector de Servicios a Aspirantes, Estudiantes y Egresados**

Leonardo Evemeleth Sánchez Torres

**Vicerrector de Relaciones Intersistémicas e Internacionales**

Julialba Ángel Osorio

**Vicerrectora de Inclusión Social para el Desarrollo Regional y la Proyección Comunitaria**

Jordano Salamanca Bastidas

**Decano Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente**

Juan Sebastián Chiriví Salomón

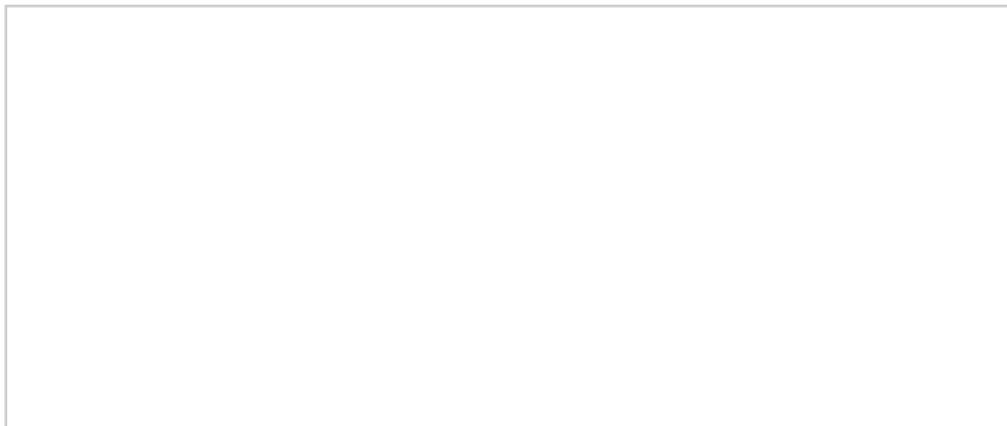
**Líder Nacional del Sistema de Gestión de la Investigación (SIGI)**

Martín Gómez Orduz

**Líder Sello Editorial UNAD**

## VI Congreso Internacional de Ciencias Agrarias y Ambientales (CICAA) 2024

**Compiladores:** Carolina Gutiérrez Cortés y David Leonardo Sanabria



**Comité organizador:** Carolina Aristizábal Ciro, Carolina Gutiérrez Cortés, Cristian Camilo Arias Hernández, David Leonardo Sanabria, Erika Ivon Méndez Parra, Erica Catalina Ruiz Correa, Gloria Concepción Herrera Sánchez, Gehgenez García Buelvas, Guillermo Castaño Muñoz, Nataly Zamora Vaca, Jordano Salamanca Bastidas, Juan Carlos Padilla Osorio, Juan Pablo López Sacristán, Kelly Andrea Aguirre Osorio, Laura Patricia Posada Barrera, Luis Eduardo Londoño, María Angélica Olivella Pineda, Mónica Uribe Peñuela, Oscar Quenguan, Pedro Antonio Rivas Gómez, Rosember Molina Cock, Yuliana Blandon Henao y Valentina Cardeño Quiroz.

**e-ISSN:** 2745-1801

**Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente - ECAPMA**

©Editorial  
Sello Editorial UNAD  
Universidad Nacional Abierta y a Distancia  
Calle 14 sur No. 14-23  
Bogotá D.C.

Noviembre de 2024

**Corrección de textos:** Milena Espinosa Manrique

**Diagramación:** Paola Andrea D'Luyz Monsalve

**Edición integral:** Hipertexto - Netizen

**Cómo citar:** Gutiérrez Cortés, C. y Leonardo Sanabria, D. (Comp.) (2025). *VI Congreso Internacional de Ciencias Agrarias y Ambientales (CICAA) 2024. Modelos de producción sostenible y economía circular para comunidades resilientes*. Sello Editorial UNAD. **DOI PENDIENTE.**

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons - Atribución – No comercial – Sin Derivar 4.0 internacional. [https://co.creativecommons.org/?page\\_id=13](https://co.creativecommons.org/?page_id=13).





## Tabla de contenido

<b>MODELOS DE PRODUCCIÓN SOSTENIBLE</b>	<b>9</b>
<b>Análisis de microorganismos edáficos en dos modelos productivos: agroforestería y monocultivo de caña de azúcar en el centro del Valle del Cauca</b>	<b>11</b>
<b>Buscando el agente causal de la pudrición vascular de la papayuela (<i>Vasconcellea pubescens</i> A. DC.) en las zonas productoras de Boyacá</b>	<b>15</b>
<b>Capacidades tecnológicas de las familias rurales para identificar problemas fitosanitarios en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>): una mirada social a la vereda Centro Arriba del municipio de Toca, Boyacá</b>	<b>20</b>
<b>Control del proceso de fermentación de cacao en los municipios de Tierralta y Valencia en el departamento de Córdoba</b>	<b>25</b>
<b>Desarrollo de plántulas de café (variedad Castillo) con aplicaciones de microorganismos funcionales del suelo</b>	<b>30</b>
<b>Efecto de las abejas sin aguijón (<i>Apidae: Meliponini</i>) en la polinización del café del Corredor de Transición Andino-Amazónico del Huila, Colombia</b>	<b>34</b>
<b>Evaluación de la presencia de Punta Morada de la Papa (PMP) en cultivos de tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>) en el municipio de Ipiales</b>	<b>39</b>
<b>Evaluación de parámetros sanguíneos en ganado de carne en dos sistemas de pastoreo en el trópico seco</b>	<b>44</b>
<b>Evaluación de tres cepas de hongos entomopatógenos para el control biológico de <i>Dasiops inedulis</i> en cultivos de maracuyá</b>	<b>50</b>
<b>Extracción y aprovechamiento sostenible de damagua (<i>Poulsenia armata</i>) en el municipio de Alto Baudó, Chocó</b>	<b>55</b>
<b>Homeopatía veterinaria en sistemas productivos</b>	<b>59</b>
<b>Innovación tecnológica para la seguridad alimentaria y la trazabilidad e inocuidad del cacao</b>	<b>63</b>
<b>Las mujeres amazónicas, sus chagras y sus distintas formas de producir alimento en el departamento del Amazonas, Colombia</b>	<b>69</b>

<b>Monitoreo de variables críticas en la fermentación del cacao mediante dispositivos IoT</b>	<b>74</b>
<b>Prevalencia y factores de riesgo de <i>Eimeria</i> spp. en conejos (<i>Oryctolagus cuniculus</i>) de sistemas de producción en Boyacá</b>	<b>79</b>
<b>Reconocimiento de saberes populares en prácticas agroecológicas de mujeres campesinas en la vereda El Turco, Santander de Quilichao, Cauca</b>	<b>84</b>
<b>Reflexión sobre la usabilidad de las TIC en la zootecnia del futuro</b>	<b>89</b>
<b>ECONOMÍA CIRCULAR</b>	<b>93</b>
<b>Aislamiento de bacterias nativas del suelo con potencial para la degradación de glifosato en el municipio de La Hormiga, Putumayo</b>	<b>95</b>
<b>Alternativas de aprovechamiento de subproductos de cacao con potencial en la agroindustria de alimentos</b>	<b>100</b>
<b>Calidad física y sensorial de genotipos de cacao cultivado en el Alto Sinú, Córdoba</b>	<b>105</b>
<b>Efectos del glifosato en la germinación y emergencia de semillas de <i>Zygia longifolia</i> en condiciones tropicales</b>	<b>110</b>
<b>Estrategias de economía circular para la gestión de residuos del cultivo de plátano en el Tolima</b>	<b>114</b>
<b>Experiencias innovadoras de reutilización y reducción de residuos de la caficultura colombiana</b>	<b>121</b>
<b>Farm app: digitalización e innovación en modelos de producción sostenibles</b>	<b>126</b>
<b>Influencia de los fragmentos gruesos de roca en la retención de agua en un suelo agrícola</b>	<b>132</b>
<b>COMUNIDADES RESILIENTES</b>	<b>137</b>
<b>Análisis de la asociatividad en el Capítulo Regional de Zootecnistas de Boyacá: desafíos actuales y oportunidades de desarrollo</b>	<b>139</b>
<b>Análisis documental de la evolución de los corredores biológicos urbanos en Latinoamérica en los últimos 20 años</b>	<b>144</b>

<b>Aumento de la conectividad estructural de las quebradas La Víbora y Cañaveral en el área de influencia del CIP Dosquebradas de la UNAD</b>	<b>149</b>
<b>Construcción de una paz ambiental desde la gobernanza y la ética ambiental para el cuidado del páramo de La Cortadera, Boyacá, Colombia</b>	<b>154</b>
<b>Consumo sostenible de agua potable: estrategias desde la intervención social e institucional</b>	<b>159</b>
<b>Estrategia de desarrollo rural mediante la implementación de una plataforma digital: el caso del sector pecuario del Caribe norte colombiano</b>	<b>163</b>
<b>Evaluación del nivel de importancia de las ANSA en comunidades asociadas a paisajes cafeteros del CTAA del departamento del Huila</b>	<b>168</b>
<b>Fortalecimiento de la identidad cultural campesina en niños y jóvenes a través de estrategias agroecológicas en El Turco, Cauca</b>	<b>173</b>
<b>Importancia ecosistémica y cultural del chocho (<i>Lupinus sp.</i>) en zonas de páramo. Un análisis desde la percepción de las familias campesinas en Socotá, Boyacá</b>	<b>178</b>
<b>Inventario de estudios sobre nutrición y alimentación del Pirarucú (<i>Arapaima gigas</i>) como aporte para su producción sostenible</b>	<b>183</b>
<b>La agrobiodiversidad como indicador de resiliencia en agroecosistemas familiares campesinos de Boyacá, Colombia</b>	<b>188</b>
<b>Los custodios de semillas del territorio andino: una muestra de nuestra riqueza agrícola y ancestral</b>	<b>193</b>
<b>Procesos productivos agroecológicos que se están desarrollando en comunidades rurales del Valle del Cauca</b>	<b>196</b>
<b>Semillas ancestrales y su relación con la seguridad alimentaria y nutricional</b>	<b>200</b>





# **MODELOS DE PRODUCCIÓN SOSTENIBLE**



# Análisis de microorganismos edáficos en dos modelos productivos: agroforestería y monocultivo de caña de azúcar en el centro del Valle del Cauca

## Analysis of edaphic microorganisms in two production models: agroforestry and sugar cane monoculture in the centre of Valle del Cauca

Luz Elena Santacoloma Varón

<https://orcid.org/0000-0003-2731-6825>

[luz.santacoloma@unad.edu.co](mailto:luz.santacoloma@unad.edu.co)

Diego Alberto Deaza Castillo

<https://orcid.org/0000-0003-4419-2385>

[diego.deaza@unad.edu.co](mailto:diego.deaza@unad.edu.co)

## Resumen

Las comunidades microbiológicas son bioindicadores del estado integral del suelo, ya que la actividad microbiana está estrechamente asociada con el ciclaje de elementos, procesos metabólicos y la biodisponibilidad de nutrientes en el medio. Este estudio establece la abundancia de hongos, bacterias heterótrofas y bacterias fijadoras de nitrógeno de vida libre en un sistema agroforestal en comparación con un monocultivo de caña de azúcar, en la zona rural del municipio de Tuluá, ubicado en el Valle del Cauca. Para analizar las diferencias estadísticas entre estos dos sistemas agrícolas, se utilizó la prueba t de Student. Se llevaron a cabo muestreos del suelo rizosférico con tres repeticiones ( $n = 3$ ) tomadas en tres transectos representativos de las fincas.

Los análisis microbiológicos, en unidades formadoras de colonias por gramo (ufc/g-1), se realizaron en el laboratorio de microbiología de suelos del Instituto Geográfico

Agustín Codazzi, siguiendo los protocolos de cadena de refrigeración. No se observaron diferencias significativas en la población de hongos ( $p < 0,05$ ) entre las fincas analizadas; sin embargo, se encontraron diferencias altamente significativas en las poblaciones de bacterias heterótrofas y bacterias fijadoras de nitrógeno de vida libre ( $p < 0,05$ ), con una mayor población en la finca agroforestal en comparación con el monocultivo de caña de azúcar. La biodiversidad vegetal en el sistema agroforestal promueve la presencia de microbiota del suelo y facilita las interacciones bioquímicas entre los microorganismos y las raíces dentro de la matriz edáfica. Se concluye que el tipo de sistema agroproductivo tiene un impacto significativo en la actividad microbiana del suelo y que el estudio de la diversidad de la microbiota del suelo en el ambiente rizosférico es crucial para establecer agroecosistemas estables y sostenibles.

**Palabras clave:** microbiota, rizosfera, ciclo biogeoquímico, composición florística

### **Abstract**

Microbiological communities are bioindicators of the integral state of the soil, since microbial activity is closely associated with the cycling of elements, metabolic processes and the bioavailability of nutrients in the environment. This study establishes the abundance of fungi, heterotrophic bacteria and free-living nitrogen-fixing bacteria in an agroforestry system in comparison with a sugar cane monoculture, in the rural area of the municipality of Tuluá, located in Valle del Cauca. To analyse the statistical differences between these two agricultural systems, Student's T-test was used. Rhizospheric soil sampling was carried out with three replicates ( $n = 3$ ) taken in three representative transects of the farms.

Microbiological analyses, in colony forming units per gram (cfu/g-1), were carried out in the soil microbiology laboratory of the Agustín Codazzi Geographic Institute, following cold chain protocols. No significant differences were observed in the population of fungi ( $p < 0,05$ ) between the farms analyzed; however, highly significant differences were found in the populations of heterotrophic bacteria and free-living nitrogen-fixing bacteria ( $p < 0,05$ ), with a higher population in the agroforestry farm compared to the sugar cane monoculture. Plant biodiversity in the agroforestry system promotes the presence of soil microbiota and facilitates biochemical interactions between microorganisms and roots within the edaphic matrix. It is concluded that the type of agro-productive system has a significant impact on soil microbial activity and that study of the soil microbiota diversity in the rhizospheric environment is crucial to establish stable sustainable agroecosystems.

**Keywords:** microbiota, rhizosphere, biogeochemical cycle, floristic composition

El suelo es un sistema complejo y dinámico donde ocurre intercambio de materia y energía entre los componentes bióticos y abióticos. Las comunidades microbianas desempeñan funciones vitales en procesos bioquímicos como transformación de materia orgánica, respiración, mineralización de compuestos orgánicos y fijación de nitrógeno (De los Santos Villalobos et al., 2018). Los hongos juegan un papel relevante en la mineralización del carbono orgánico mediante actividades enzimáticas y metabólicas (Morocho y Leiva-Mora, 2019). Las bacterias heterótrofas desempeñan un papel activo en el ciclo del carbono al utilizar sustancias orgánicas como carbohidratos y proteínas para obtener dióxido de carbono. Los microorganismos fijadores de nitrógeno de vida libre, de carácter asimbiótico, desempeñan un papel fundamental en el suelo debido a su influencia en la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas (Hu et al., 2021). Estos microorganismos también poseen una elevada capacidad para utilizar compuestos orgánicos presentes en la rizosfera (Ariza Rodríguez et al., 2020).

El objetivo de este trabajo fue establecer la abundancia de hongos, bacterias heterótrofas y bacterias fijadoras de nitrógeno de vida libre en el suelo en dos modelos de producción de diferentes prácticas agrícolas: agroforestería ganadera y monocultivo de caña de azúcar, en la zona rural del municipio de Tuluá, en el centro del Valle del Cauca, para identificar el impacto del modelo de producción en la microbiota edáfica. Estos modelos de producción de la zona plana del centro del Valle del Cauca se seleccionaron a fin de establecer la abundancia de grupos funcionales benéficos para el suelo.

Para determinar el contenido de unidades formadoras de colonias por gramo (ufc/g-1 suelo) de hongos, bacterias heterótrofas y bacterias fijadoras de nitrógeno de vida libre, se seleccionaron tres transectos representativos de cada finca para la toma de muestras de suelo rizosférico ( $n = 3$ ), correspondiente a los primeros 15 centímetros de profundidad. Se realizaron tres repeticiones de cada muestra, con cinco submuestras de 20 gramos. En un ambiente desinfectado y condiciones de refrigeración  $\leq 4$  °C, las muestras fueron enviadas al laboratorio del Instituto Geográfico Agustín Codazzi para el recuento de los grupos funcionales. Para establecer las diferencias entre las poblaciones de microorganismos en el suelo de las dos fincas, se aplicó la prueba t de Student en el programa R, versión 4.3.1.

Al comparar las medias de las muestras de suelo de la finca de agroforestería y el monocultivo de caña de azúcar, la prueba determinó que no hay diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en las poblaciones de hongos (ufc/g-1 suelo). No obstante, se hallaron diferencias altamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre las comunidades de bacterias heterótrofas (ufc/g-1 suelo) y bacterias fijadoras de nitrógeno de vida libre (ufc/g suelo) en la finca agroforestal ganadera y el monocultivo de caña de azúcar. El modelo de producción agroforestal presenta mayor contenido de grupos funcionales respecto al monocultivo

de caña de azúcar, aunque se encuentren en condiciones climáticas similares. Factores como excretas animales estimulan la microbiota del suelo, lo cual se refleja en el alto contenido de bacterias heterótrofas en la finca agroforestal. Los microorganismos fijadores de nitrógeno de vida libre, que facilitan la absorción de agua y nutrientes por las plantas, están presentes en ambientes con mayor diversidad florística (Hu et al., 2021). Los hongos son organismos con alta resiliencia a cambios ambientales y condiciones extremas, y su presencia mejora las condiciones del suelo al contribuir a la descomposición de la materia orgánica.

En conclusión, se encontraron diferencias altamente significativas en la abundancia de bacterias heterótrofas y bacterias fijadoras de nitrógeno de vida libre entre las fincas analizadas, mientras que no se encontraron diferencias significativas en la abundancia de hongos. La agroforestería evidencia importantes aportes a la biodiversidad del suelo y proporciona resiliencia en ambientes de alto grado de intervención e impacto en el paisaje, como la zona plana del valle del río Cauca.

## Referencias

- Ariza Rodríguez, S., González Murillo, O. y López Sánchez, J. (2020). Evaluación de fijadores biológicos de nitrógeno libres sobre el crecimiento de gramíneas en suelo degradado. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 22(1), 87-97. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v22n1.78019>
- De los Santos Villalobos, S., Parra Cota, F. I., Herrera Sepúlveda, A., Valenzuela Aragón, B. y Estrada Mora, J. C. (2018). Colección de microorganismos edáficos y endófitos nativos para contribuir a la seguridad alimentaria nacional. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(1), 191-202. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i1.858Hu>,
- A., Chen, X., Luo, S., Zou, Q., Xie, J., He, D., Li, X., & Cheng, G. (2021). *Rhizobium leguminosarum* glutathione peroxidase is essential for oxidative stress resistance and efficient nodulation. *Frontiers in Microbiology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.627562>
- Morocho, M. T. y Leiva-Mora, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola*, 46(2), 93-103. <https://biblat.unam.mx/hevila/Centroagricola/2019/vol46/no2/11.pdf>

# Buscando el agente causal de la pudrición vascular de la papayuela (*Vasconcellea pubescens* A. DC.) en las zonas productoras de Boyacá

## Looking for the causal agent of vascular rot of mountain papaya (*Vasconcellea pubescens* A. DC.) in the production areas of Boyaca

Jorge Armando Fonseca Carreño

<https://orcid.org/0000-0003-2755-8111>

[jorge.fonseca@unad.edu.co](mailto:jorge.fonseca@unad.edu.co)

Semillero de Investigación en Agricultura Sustentable (SIAS)

Grupo de investigación GIGASS

Andrea Enríquez Rodríguez

<https://orcid.org/0000-0001-5381-6749>

<mailto:aenriquezr@unadvirtual.edu.co>

Semillero de Investigación en Agricultura Sustentable (SIAS)

Grupo de investigación GIGASS

Mónica Jovanna Patiño Pacheco

[monica.patiño@unad.edu.co](mailto:monica.patiño@unad.edu.co)

Semillero de Investigación en Agricultura Sustentable (SIAS)

Grupo de investigación GIGASS

## Resumen

En cultivos comerciales de papayuela (*Vasconcellea pubescens* A. DC.) en el departamento de Boyacá, se registra una nueva enfermedad con marchitamiento de las hojas,

podrición del tallo y finalmente la muerte de la planta, lo cual genera reducción de la producción y baja rentabilidad. Para encontrar estrategias de manejo, se planteó esta investigación con el objetivo de caracterizar el agente causal de la enfermedad de este cultivo en cuatro municipios de Boyacá.

El proyecto empezó con la colecta de muestras de tallos y exudados de plantas afectadas en Ramiriquí, Sotaquirá, Maripí y Cómbita. Luego, en el laboratorio se realizó el aislamiento de los microorganismos en medios selectivos y nutritivos. Posteriormente, se efectuaron pruebas enzimáticas *in vitro*, donde se determinó la capacidad enzimática de los aislamientos en degradar lignina (AL) y celulosa (CMC) en agares con estos componentes. En AL se midió el crecimiento en milímetros y, en CMC, el halo de degradación de celulosa. Finalmente, las bacterias se identificaron con pruebas bioquímicas y fisiológicas, y los hongos, mediante claves taxonómicas.

Como resultado, se aislaron 4 hongos y 17 bacterias. A partir de las pruebas enzimáticas, se seleccionaron 4 hongos y 5 bacilos Gram negativos por tener marcada actividad enzimática ligninolítica. En conclusión, a partir de las pruebas enzimáticas, se clasificaron los microorganismos aislados según la capacidad de degradar compuestos como la lignina como marcador de patogenicidad, también se identificaron hongos del género *Fusarium* y en bacterias se descartaron patógenos de los géneros *Xanthomonas*, *Erwinia* y *Pseudomonas*.

**Palabras clave:** papayuela, marchitez vascular, aislamiento de fitopatógenos, *Fusarium*

## Abstract

In commercial crops of mountain papaya (*Vasconcellea pubescens* A. DC.) in the department of Boyaca, a new disease with wilting of the leaves, rotting of the stem and finally death of the plant has been recorded, which leads to a reduction in production and low profitability. In order to find management strategies, this research was carried out with the aim of characterizing the causal agent of the disease in this crop in four municipalities of Boyaca.

The project began with the collection of samples of stems and exudates from affected plants in Ramiriqui, Sotaquirá, Maripi and Combita. Then, in the laboratory, the microorganisms were isolated on selective and nutritional media. Subsequently, *in vitro* enzymatic tests were carried out to determine the enzymatic capacity of the isolates to degrade lignin (AL) and cellulose (CMC) in agars containing these components. Growth in millimeters was measured in AL and, in CMC, the cellulose degradation halo. Finally, bacteria were identified by biochemical and physiological tests, and fungi by taxonomic keys.

As a result, 4 fungi and 17 bacteria were isolated. From the enzymatic tests, 4 fungi and 5 Gram-negative bacilli were selected as having marked ligninolytic enzymatic activity. In conclusion, based on the enzymatic tests, the isolated microorganisms were classified according to their ability to degrade compounds such as lignin as a marker of pathogenicity, fungi of the genus *Fusarium* were also identified and in bacteria, pathogens of the genera *Xanthomonas*, *Erwinia* and *Pseudomonas* were discarded.

**Keywords:** mountain papaya, vascular wilt, isolation of phytopathogens, *Fusarium*

El árbol de la papayuela (*Vasconcellea pubescens* A. DC.) pertenece a la familia *Caricaceae*. Su cultivo se encuentra en América Latina y tiene uso potencial para la industria alimentaria, farmacéutica y fitoquímica (Scheldeman et al., 2007). En Colombia, su producción crece anualmente. En los departamentos de Boyacá, Cauca y Nariño hace parte de las especies autóctonas que aportan a la seguridad alimentaria. Boyacá es el principal productor y los municipios de Sotaquirá, Ramiriquí, Maripí, Cómbita y Nuevo Colón son los más destacados (Tovar, 2019). En estas regiones, los agricultores reportan en sus cultivos marchitez vascular (MV) y muerte. El agente causal aún es desconocido y genera pérdidas económicas (Fonseca, 2020). El objetivo de esta investigación fue caracterizar los microorganismos asociados a la (MV); para esto, se planteó aislar microorganismos patógenos a partir de tallos afectados, clasificar los aislamientos según su actividad enzimática ligninolítica y celulolítica, e identificar morfológica y bioquímicamente los microorganismos seleccionados.

Se tomaron muestras de exudados y cortes de tallos afectados en cultivos de Ramiriquí, Sotaquirá, Maripí y Cómbita. Respecto a los hongos, se sembraron 5 porciones de cortes de tallos desinfectados en agar PDA y tallos en cámaras húmedas. En cuanto a las bacterias, se sembraron directamente en agar nutritivo y MacConkey exudados y cortes de tallos desinfectados y macerados. Para la actividad enzimática, se midió el diámetro de crecimiento en milímetros y el halo de degradación de celulosa de los aislamientos inoculados en discos de papel filtro en agar lignina y agar carboxicelulosa, respectivamente. Como controles positivos se utilizaron el hongo *Pleurotus ostreatus* y la bacteria *Ralstonia* sp. Para la identificación morfológica de los hongos, con la técnica de microcultivo y claves taxonómicas se determinó hasta el género. Para la identificación morfológica de las bacterias, con la coloración de Gram, la prueba de solubilidad con KOH al 3 % y el esquema descrito por Shaad, Jones y Chun en medios de cultivo artificiales se identificaron géneros de fitopatógenos. Los datos se sometieron al test de normalidad de Shapiro-Wilk y al análisis de varianza (ANOVA). Se aplicó la prueba de Duncan para determinar las diferencias significativas con un 95 % de confianza ( $p$ -valor  $\leq 0,05$ ) con el paquete estadístico del *software* Rstudio.

De cada municipio se aisló un hongo. De Ramiriquí y Sotaquirá se aislaron 5 bacterias; de Maripí, 4, y de Cóbbita, 3. Las bacterias mostraron una coloración Gram negativa y una respuesta positiva ante el KOH al 3%. Acerca de la actividad ligninolítica bacteriana, el ANOVA y la prueba de Duncan mostraron a las 72 horas que los crecimientos de dos aislamientos de Maripí y el control positivo difirieron significativamente y son superiores; por tanto, se seleccionaron estas 2 colonias y 2 colonias de Cóbbita por tener una alta actividad enzimática. En cuanto a la actividad ligninolítica fúngica, el ANOVA y la prueba de Duncan mostraron a los 7 días que el crecimiento del aislamiento de Cóbbita no fue significativamente superior al hongo de Ramiriquí, pero sí a los de Sotaquirá, Maripí y al control positivo; además, estos tres últimos presentaron un comportamiento similar; por tanto, se seleccionaron todos los aislamientos. Respecto a la actividad celulolítica bacteriana y fúngica, ninguno de los aislamientos fúngicos y bacterianos evidenciaron halos de hidrólisis en contraste con su control positivo. En la identificación morfológica y bioquímica, en las bacterias no se identificaron fitopatógenos de los géneros *Xanthomonas*, *Erwinia* o *Pseudomonas*; mientras que, en los hongos, todos los aislamientos se identificaron como hongos del género *Fusarium*. Sus rasgos macroscópicos y microscópicos fueron variables.

Por otra parte, Ochoa et al. (2000) y Robles-Carrión et al. (2016) indicaron que, en Ecuador, este cultivo presenta enfermedades ocasionadas por diferentes especies de *Fusarium* con rasgos morfológicos variados. En esta investigación, los hongos aislados se identificaron como *Fusarium* con características macroscópicas y microscópicas diferentes. Con respecto a la actividad enzimática, Patiño Pacheco (2020) señala que la patogenicidad de *Fusarium* está vinculada con la producción de enzimas ligninolíticas; de esta manera, los hongos aislados pueden tener atributos de patogenicidad. En el caso de las bacterias con actividad ligninolítica, estas se podrían considerar para ser evaluadas dentro del grupo de bacterias que originan bacteriosis o asociar a un complejo causante de la enfermedad.

En conclusión, los aislamientos bacterianos y fúngicos seleccionados evidenciaron una producción de enzimas ligninolíticas y pueden estar relacionados con el origen y el desarrollo de la pudrición vascular. Los hongos aislados pertenecen al género *Fusarium*. Ningún aislamiento fue celulolítico y no se identificaron microorganismos fitopatógenos bacterianos clásicos.

## Referencias

- Fonseca, J. (2020, del 5 al 7 de noviembre). *Evaluación de la eficiencia de la endoterapia para control de enfermedades vasculares en el cultivo de papayuela (Vasconcellea cundinamarcensis) en Boyacá*. Ponencia, II Congreso Internacional de Ciencias Agrarias y Ambientales, Bogotá, Colombia.
- Ochoa, J., Fonseca, G., & Ellis, M. A. (2000). First Report of Fusarium Wilt of Babaco (*Carica × heilbornii* var. *pentagona*) in Ecuador. *Plant Disease*, 84(2), 199.  
<https://doi.org/10.1094/PDIS.2000.84.2.199A>
- Patiño Pacheco, M. J. (2020). *Evaluación de la resistencia de introducciones de Passifloras spp. a la “secadera” causada por Fusarium spp. de zonas productoras* [tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/78567>
- Robles-Carrión, A. R., Herrera-Isla, L. y Torres-Gutiérrez, R. (2016). El babaco (*Vasconcellea heilbornii* var. *pentagona* Badillo). Principales agentes fitopatógenos y estrategias de control. *Centro Agrícola*, 43(2), 83-92.  
<https://biblat.unam.mx/hevila/Centroagricola/2016/vol43/no2/1.pdf>
- Scheldeman, X., Willems, L., Coppens D’eeckenbrugge, G., Romeijn-Peeters, E., Restrepo, M. T., Romero Motoche, J., Jimenez, D., Lobo, M., Medina, C. I., Reyes, C., Rodriguez, D., Ocampo, J. A., Van Damme, P., & Goetghebeur, P. (2007). Distribution, diversity and environmental adaptation of highland papaya (*Vasconcellea* spp.) in tropical and subtropical America. *Biodiversity and Conservation*, 16(6), 1867-1884. <https://doi.org/10.1007/s10531-006-9086-x>
- Tovar, J. (2019). Evaluación exploratoria de la germinación in vitro de semillas de dos especies de importancia ecosistémica mediante diferentes métodos de escarificación en Tunja (Boyacá) [Trabajo de grado, Programa de Ingeniería Agroforestal, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/25570/jrtovarn.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

# Capacidades tecnológicas de las familias rurales para identificar problemas fitosanitarios en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*): una mirada social a la vereda Centro Arriba del municipio de Toca, Boyacá

**Technological capacities of rural families to identify phytosanitary problems in potato (*Solanum tuberosum*) cultivation: a social view of the village Centro Arriba in the municipality of Toca, Boyaca**

**Daniela Yeraldin Alarcón Acuña**

<https://orcid.org/0009-0007-4896-0341>

[dyalarcona@unadvirtual.edu.co](mailto:dyalarcona@unadvirtual.edu.co)

Semillero de Investigación en Agricultura Sustentable (SIAS)

**Jorge Armando Fonseca Carreño**

<https://orcid.org/0000-0003-2755-8111>

[jorge.fonseca@unad.edu.co](mailto:jorge.fonseca@unad.edu.co)

Semillero de Investigación en Agricultura Sustentable (SIAS)

Grupo de investigación GIGASS

## Resumen

La agricultura familiar campesina en Boyacá es de gran importancia para la seguridad alimentaria, el empleo rural y el patrimonio cultural del país; sin embargo, las condiciones

económicas y sociales de los agricultores son inestables y propician la migración de los jóvenes. En el caso del cultivo de papa, este es afectado por una gran cantidad de agentes patógenos que no siempre se tratan de forma adecuada. El objetivo de esta investigación fue reconocer las capacidades de las familias para identificar los agentes causales y establecer su manejo adecuado. Para esto, se tomó una muestra de 20 familias en la vereda Centro Arriba del municipio de Toca, Boyacá, en las que se evaluaron componentes familiares, sociales, económicos y tecnológicos.

Los resultados muestran bajos ingresos económicos, una limitada articulación social y poca capacidad para identificar síntomas y signos de enfermedades e insectos plaga, así como para manejarlos. En algunos casos, el 95 % de los agricultores no identifica los síntomas de ataque de nemátodos y establece estrategias equivocadas para su manejo. Una situación similar ocurre con patógenos como *Rhizoctonia* y *Alternaria*, donde solo entre el 30 % y el 35 % de los agricultores las identifica y establece estrategias adecuadas de manejo, respectivamente; el 40 % identifica la fitotoxicidad, y el 25 % identifica las deficiencias nutricionales. Por el contrario, los síntomas de gota de papa son identificados plenamente por la totalidad de los agricultores, quienes conocen las estrategias de manejo. En conclusión, las capacidades de los agricultores en aspectos técnicos y de manejo son insuficientes, lo cual genera un manejo inadecuado, contaminación y altos costos de producción.

**Palabras clave:** agricultura campesina, competitividad, manejo fitosanitario, extensión rural, desarrollo rural

## Abstract

Peasant family farming in Boyaca is of great importance for food security, rural employment and the country's cultural heritage; however, the economic and social conditions of farmers are unstable and lead to the migration of young people. In the case of potato cultivation, it is affected by a large number of pathogens that are not always adequately treated. The objective of this research was to recognize the capacities of families to identify the causal agents and to establish their appropriate management. For this purpose, a sample of 20 families was taken from the village Centro Arriba in the municipality of Toca, Boyaca, in which family, social, economic and technological components were evaluated.

The results show low economic income, limited social articulation and low capacity to identify symptoms and signs of diseases and insect pests, as well as to manage them. In some cases, 95% of the farmers do not identify the symptoms of nematode attacks

and establish wrong strategies for their management. A similar situation occurs with pathogens such as *Rhizoctonia* and *Alternaria*, where only 30% and 35% of farmers identify them and establish appropriate management strategies, respectively; 40% identify phytotoxicity, and 25% identify nutritional deficiencies. In contrast, potato drop symptoms are fully identified by all farmers, who know the management strategies. In conclusion, farmers' technical and management skills are insufficient, which leads to inadequate management, contamination and high production costs.

**Keywords:** peasant agriculture, competitiveness, phytosanitary management, rural extension, rural development

A nivel mundial, la mayoría de los cultivos son afectados por plagas y enfermedades causando daños económicos, ya que la afectación en la capacidad de absorción de nutrientes y agua y la destrucción de los tejidos de la planta disminuyen drásticamente su rendimiento (Guedes Bica et al., 2024). En los sistemas familiares campesinos de Boyacá, el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) es de gran importancia económica y cultural, y de este depende en gran medida su soberanía alimentaria. No obstante, este cultivo tiene varias limitantes como la presencia de nemátodos que debilitan las raíces, reducen la absorción de nutrientes y disminuyen significativamente su rendimiento hasta ocasionar la muerte temprana de la planta (Corredor Camargo et al., 2019).

En los sistemas de agricultura familiar campesina persisten limitaciones para la identificación de los síntomas y signos de enfermedades y daños ocasionados por insectos plaga, lo cual dificulta su manejo al no tener certeza del agente causal, induciendo a la aplicación de productos fitosanitarios que no contribuyen a disminuir tales afectaciones y generando altos costos de producción, que resultan en una baja rentabilidad de la actividad agropecuaria (Fonseca-Carreño et al., 2016). Esta situación plantea ciertos retos para reconocer las capacidades de las familias rurales para identificar las afectaciones en sus cultivos y asociarlas con el agente biológico, químico o ambiental que las causa, lo cual es de gran importancia para diseñar estrategias integradas de manejo. El propósito de esta investigación fue determinar los niveles de percepción (conocimiento) de las familias campesinas de la vereda Centro Arriba del municipio de Toca, Boyacá, en cuanto a la identificación de síntomas y signos de daños causados por enfermedades y plagas, y sus estrategias de manejo, así como la reducción de la productividad y los costos asociados.

- Para esto, se realizaron encuestas y entrevistas a 20 familias campesinas de la vereda Centro Arriba, que abordaron los siguientes componentes: familiares, sociales, económicos y tecnológicos. El instrumento tiene preguntas tanto abiertas como cerradas y marca un puntaje, es decir que se valora según

la cantidad de opciones de respuesta que han sido seleccionadas. Para el componente tecnológico, se midió el conocimiento y la capacidad de identificar positivamente el daño causado por nemátodos y otros síntomas y signos de plagas y enfermedades en el cultivo de papa. Para ello, los agricultores visualizaron imágenes con estos síntomas y las asociaron a un agente causal y determinado manejo de cultivo, con lo cual se determina dicha capacidad tecnológica, niveles de daño, disminución del rendimiento y costos de manejo de plagas y enfermedades; además, se evaluaron los niveles de satisfacción de las familias con el cultivo de papa y la actividad agropecuaria en general. Se realizaron pruebas piloto para validar el instrumento, el cual tiene una escala de valoración entre 0 y 5, donde 0 es una condición desfavorable o no disponible, y 5 es una condición muy favorable para las familias campesinas en el contexto regional (Pita Moreno et al., 2018). Los resultados fueron tabulados mediante gráficas de radar, analizando el nivel de desempeño en cada una de las preguntas realizadas.

- En el componente familiar se evaluaron 6 criterios: participación en la actividad agrícola, tiempo que llevan viviendo en la finca, nivel del Sisbén, afiliación a salud, migración del núcleo familiar y nivel de bienestar familiar en la actividad agropecuaria. Se evidenció que los núcleos familiares son relativamente reducidos, con una cantidad de integrantes entre 2 y 4, de los cuales solamente 1 o 2 participan en la actividad agrícola. También se observó que la mayoría tiene entre 20 y 40 años de experiencia. Todos están afiliados a una EPS y se encuentran en un nivel del Sisbén entre A y B. La cantidad de migrantes es baja y consideran que el bienestar que proporciona la actividad agrícola es insuficiente.
- En el componente social se evaluaron 8 criterios, en los cuales se evidencia la escasa vinculación con entidades del sector agropecuario, así como un distanciamiento frente a temas de capacitación tecnológica y otros aspectos familiares. Es importante mencionar que el estado de ánimo se asocia al estado fitosanitario del cultivo de papa, causando tristeza cuando este tiene afectaciones. La mayoría de quienes trabajan en la actividad agrícola son adultos mayores. En general, el material de construcción de la vivienda y su dotación son buenos. Los ingresos de la familia dependen en alto grado de jornales o venta de productos agrícolas.
- En el componente tecnológico se evaluaron 10 criterios que dan cuenta de los bajos niveles de apropiación y el uso de tecnología manual y de tracción animal, siendo comunes los bajos rendimientos y los altos costos de producción, con escasas posibilidades de mejorar su competitividad. En cuanto a su capacidad

de identificar síntomas y signos de gota (*Phytophthora infestans*) en el cultivo de papa, el 100 % de los agricultores los identifica plenamente y tiene conceptos claros frente a su manejo. Respecto al tostón (*Liriomyza* spp.), el 75 % de los agricultores identifica el tipo de daño, pero el manejo no es lo suficientemente claro para todos, algunos no saben cómo proceder y lo hacen de forma distinta. Acerca de *Rhizoctonia* (*Rhizoctonia solani*) y *Alternaria* (*Alternaria solani*), el 30 % y el 35 % de los agricultores identifica sus síntomas, respectivamente, y las estrategias de manejo son adecuadas en este mismo porcentaje. Los síntomas de intoxicación son identificados por el 40 % y las deficiencias nutricionales, por el 25 %. En el caso de los síntomas causados por nemátodos, el 5 % los identifica adecuadamente, mientras que el 95 % los asocia a otros agentes plaga y agentes causales, con formas variadas de manejo que van en detrimento de la rentabilidad y la sostenibilidad del cultivo.

## Referencias

- Corredor Camargo, E. S., Páez Barón, E. M. y Fonseca Carreño, J. A. (2019). *Desarrollo y extensión rural. Estrategias para el fortalecimiento de la agricultura familiar campesina*. Sello Editorial UNAD. <https://doi.org/10.22490/9789586517317>
- Fonseca-Carreño, J. A., Cleves-Leguízamo, J. A. y León-Sicard, T. (2016). Evaluación de la sustentabilidad de agroecosistemas familiares campesinos en la microcuenca del río Cormechoque (Boyacá). *Ciencia y Agricultura*, 13(1), 29-47. <https://www.redalyc.org/journal/5600/560062814002/560062814002.pdf>
- Guedes Bica, E., Tonolli, A. J., García Ferreira, R. y Viani, M. (2024). La agroecología y la extensión crítica como propuesta política para la resistencia del campesinado. *Masquedós - Revista de Extensión Universitaria*, 9(11), 1-18. <https://doi.org/10.58313/masquedods.2024.v9.n11.311>
- Pita Moreno, Y. X., Botía Rodríguez, B. Y. y Fonseca Carreño, J. A. (2018). Caracterización y tipificación de los atributos ecosistémicos de la agricultura familiar campesina en la microcuenca del río Cormechoque (Boyacá). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 9(2), 49-62. <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/2134/2832>

# Control del proceso de fermentación de cacao en los municipios de Tierralta y Valencia en el departamento de Córdoba

## Control of the cocoa fermentation process in the municipalities of Tierralta and Valencia in the department of Cordoba

**Alberto García Jerez**

<https://orcid.org/0000-0001-6620-9067>

[alberto.garcia@unad.edu.co](mailto:alberto.garcia@unad.edu.co)

Grupo de investigación GIAUNAD

**Ana Carolina Rodríguez Negrette**

<https://orcid.org/0000-0002-0932-2191>

[anarodriguezn@correo.unicordoba.edu.co](mailto:anarodriguezn@correo.unicordoba.edu.co)

Grupo de investigación GIPAVE

**Lucas Fernando Quintana Fuentes**

<https://orcid.org/0000-0003-4408-0906>

[lucas.quintana@unad.edu.co](mailto:lucas.quintana@unad.edu.co)

Grupo de investigación GIAUNA

**Nurys Tatiana Hoyos Merlano**

<https://orcid.org/0009-0004-1475-197X>

[nthoyosmerlano@correo.unicordoba.edu.co](mailto:nthoyosmerlano@correo.unicordoba.edu.co)

Grupo de investigación GIPAVE

**Armando Alvis Bermúdez**

<https://orcid.org/0000-0002-5638-271X>

[aalvisbermudez@correo.unicordoba.edu.co](mailto:aalvisbermudez@correo.unicordoba.edu.co)

Grupo de investigación GIPAVE

## Resumen

El árbol de cacao (*Theobroma cacao L*) es originario de América del Sur. En Colombia, tanto el cultivo del cacao como el proceso de poscosecha (fermentación y secado) son realizados por familias campesinas antes de su comercialización. La fermentación es un proceso espontáneo que requiere control en dos escenarios principales: el método de fermentación en cajones de madera y el control de variables de temperatura, pH y humedad relativa. El objetivo general de esta investigación fue controlar el proceso de fermentación de genotipos regionales (FEAR5 y FSV41) y genotipos universales (ICS1, CCN51 y ICS39) cultivados en los municipios de Tierralta y Valencia en el departamento de Córdoba. Los objetivos específicos fueron: 1) establecer un protocolo de fermentación de cacao de acuerdo con una revisión bibliográfica sobre las condiciones de fermentación de cacao que se vienen realizando a nivel nacional e internacional; 2) monitorear las variables de fermentación pH y °Brix, la temperatura de la masa de cacao, la humedad relativa y la temperatura ambiente en los fermentadores de madera en un periodo de 5 a 6 días, y 3) realizar un seguimiento del tiempo de volteos de la masa de cacao a partir de las 24 horas y hasta las 120 o 144 horas.

Los resultados del control del proceso de fermentación mediante el monitoreo de las variables pH, °Brix, temperatura de la masa de cacao, humedad relativa y temperatura ambiente mostraron que, con el protocolo y el diseño establecidos para 5 días, se obtuvieron las mejores características fisicoquímicas de los genotipos estudiados. Con esta metodología se alcanzó un índice de fermentación superior al 80 %.

**Palabras clave:** fermentación, genotipos, poscosecha, fermentadores, cacao

### Abstract

The cocoa tree (*Theobroma cacao L*) is native to South America. In Colombia, both the cultivation of cocoa and the post-harvest process (fermentation and drying) are carried out by peasant families before marketing. Fermentation is a spontaneous process that requires control in two main scenarios: the fermentation method in wooden crates and the control of temperature, pH and relative humidity variables. The general objective of this research was to control the fermentation process of regional genotypes (FEAR5 and FSV41) and universal genotypes (ICS1, CCN51 and ICS39) grown in the municipalities of Tierralta and Valencia in the department of Cordoba. The specific objectives were: 1) to establish a cocoa fermentation protocol in accordance with a bibliographic review of the cocoa fermentation conditions that have been carried out nationally and internationally; 2) to monitor the fermentation variables pH and °Brix, the temperature of the cocoa mass, the relative humidity and the ambient temperature in the wooden

fermenters over a period of 5 to 6 days, and 3) to monitor the turning time of the cocoa mass from 24 hours to 120 or 144 hours.

The results of the control of the fermentation process by monitoring the variables pH, °Brix, temperature of the cocoa mass, relative humidity and ambient temperature showed that, with the protocol and design established for 5 days, the best physicochemical characteristics of the genotypes studied were obtained. With this methodology, a fermentation rate higher than 80% was achieved.

**Keywords:** fermentation, genotypes, post-harvest, fermenters, cocoa

En Colombia, el cacao se destaca por ser fino y tener aroma, y cada vez tiene más acogida a nivel mundial por sus características organolépticas especiales y su gran calidad. Según la Organización Internacional de Cacao (ICCO), el 80 % del cacao cultivado en el país tiene estos atributos especiales que permiten que se comercialice con precios diferenciales en mercados nacionales e internacionales. Además de la genética, la calidad integral del cacao incluye buenas prácticas agrícolas en su cultivo y comercialización. De modo que se provee un cacao con atributos especiales, físicos y sensoriales, así como productos alimenticios de chocolate inocuos.

Este proyecto se desarrolló en los municipios de Tierralta y Valencia en el departamento de Córdoba. La metodología empleada estableció la recepción del cacao fresco o en baba en el centro de acopio para, luego, llevarlo a los fermentadores de madera de 300 kilos. La fermentación del cacao se realizó con la monitorización de variables fisicoquímicas y acciones mecánicas con toma de muestras y congelación para determinar en el laboratorio: °Brix, el pH del mucílago de cacao y del interior del cotiledón, la temperatura de la masa de cacao, la humedad relativa y la temperatura ambiente. Además de estas variables fisicoquímicas, se hizo seguimiento a las acciones mecánicas de tiempo de volteos de la masa de cacao a partir de las 24 horas y hasta las 120 o 144 horas. Esta actividad es primordial para que se dé la oxidación o fase aeróbica a partir de la entrada de aire a través de los intersticios formados en la masa de cacao, esto permite el crecimiento de bacterias ácidas lácticas y bacterias ácidas acéticas (Geissler et al., 2016). Para esta investigación, se trabajaron cinco genotipos de cacao de los municipios mencionados.

El proceso de fermentación espontáneo se realiza por microorganismos del ambiente que producen transformaciones bioquímicas en el sustrato que aporta el mucílago y se difunden al interior de la semilla del grano del cacao, transformando la estructura de los cotiledones en nuevas moléculas que producen sabor y aroma (Almeida y De Martinis, 2021). De acuerdo con esto, se realizó una búsqueda bibliográfica de artículos científicos relacionados con la poscosecha del cacao, a fin de determinar las condicio-

nes de fermentación de este que se vienen realizando a nivel nacional e internacional, y que permiten la transformación de distintas moléculas que producen atributos de sabor y aroma.

Para las fermentaciones, no se presentaron mezclas. En cambio, se realizaron montajes en fermentadores con genotipos cultivados en el departamento de Córdoba: dos regionales (FEAR5 y FSV41) y tres universales (ICS1, CCN51 y ICS39). Esta trazabilidad se siguió hasta realizar los respectivos licores de cacao que fueron evaluados por el panel de evaluadores sensoriales.

Los principales resultados de esta investigación estuvieron orientados a acciones del proceso de control de fermentación espontánea de cacao, actividad central en el proceso de fermentación. También se lograron los volúmenes suficientes para procesar cacao en fresco o en baba (mucílago y grano) por genotipo, de manera que se garantizara la caracterización de los atributos particulares de cada material genético por el panel de evaluadores sensoriales formados en licor de cacao (Díaz-Muñoz et al., 2021).

Durante los primeros tres días de fermentación, la temperatura presentó un aumento progresivo en la masa de cacao, alcanzando un pico entre 45 y 50 °C. Posteriormente, la temperatura comenzó a disminuir lentamente hacia el final del periodo de fermentación (entre el día 5 y 7). El pH de 3.6 indica que la fermentación inicia por parte de las levaduras, las cuales durante las primeras 24 horas producen el etanol y otros metabolitos necesarios para que también se dé el desarrollo de ácido láctico y ácido acético, que entran al interior de la semilla del cacao para su transformación. Algunos autores consideran que el ácido acético entra a la semilla convertido en acetato, el cual es el metabolito con más transformaciones bioquímicas que inciden en las formaciones de moléculas precursoras de aroma y sabor (Quintana-Fuentes y García-Jerez, 2021).

La fermentación de cacao en los sitios de acopio se controló durante todo el proceso, garantizando que la manipulación mecánica de la masa de cacao en la aeración después de las primeras 24 horas se llevara a cabo según el protocolo y el diseño establecidos para 5 días para cada genotipo, de acuerdo con los valores de °Brix, tamaño del grano y pH inicial del cacao en baba. Con esta metodología se obtuvo un índice de fermentación superior al 80 % de acuerdo con la NTC 1252 (Balcázar-Zumaeta et al., 2023).

En conclusión, la fermentación del cacao es un proceso complejo que involucra una serie de interacciones microbiológicas y químicas. En Colombia, cada productor de cacao realiza el proceso de fermentación de los volúmenes que se produzcan en la finca. Con la recolección y el acopio del cacao en baba o fresco se cuenta con una cantidad de más de 200 kilos por material genético, que garantiza los atributos físicos, químicos

y sensoriales de cada genotipo al comercializarlo después de cada cosecha. El control adecuado de las variables del proceso, como la temperatura, el pH y la oxigenación, es crucial para el desarrollo de un perfil de sabor óptimo y la calidad física de los granos. Los resultados de este estudio destacan la importancia de una fermentación bien manejada para producir cacao de alta calidad, con implicaciones significativas para los productores de los municipios de Tierralta y Valencia en el departamento de Córdoba.

Esta investigación fue posible gracias al compromiso de la comunidad cacaotera de Tierralta y Valencia, la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), y la Universidad de Córdoba, en el marco del proyecto de investigación de Minciencias “Desarrollo de la cadena productiva de cacao a través del mejoramiento de la calidad e inocuidad y agregación de valor en el departamento de Córdoba”.

## Referencias

- Almeida, O. G. G., & De Martinis, E. C. P. (2021). Metagenome-Assembled Genomes Contribute to Unraveling of the Microbiome of Cocoa Fermentation. *Applied and Environmental Microbiology*, 87(16). <https://doi.org/10.1128/AEM.00584-21>
- Balcázar-Zumaeta, C. R., Pajuelo-Muñoz, A. J., Trigos-Rojas, D. F., Iliquin-Chavez, A. F., Fernández-Romero, E., Yoplac, I., Muñoz-Astecker, L. D., Rodríguez-Hamamura, N., Maza Mejía, I. M., Cayo-Colca, I. S., Chagas-Junior, G. C. A., Maicelo-Quintana, J. L., & Castro-Alayo, E. M. (2023). Reduction in the Cocoa Spontaneous and Starter Culture Fermentation Time Based on the Antioxidant Profile Characterization. *Foods*, 12(17). <https://doi.org/10.3390/foods12173291>
- Díaz-Muñoz, C., Van de Voorde, D., Comasio, A., Verce, M., Hernandez, C. E., Weckx, S., & De Vuyst, L. (2021). Curing of Cocoa Beans: Fine-Scale Monitoring of the Starter Cultures Applied and Metabolomics of the Fermentation and Drying Steps. *Frontiers in Microbiology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.616875>
- Geissler, A. J., Behr, J., Von Kamp, K., & Vogel, R. F. (2016). Metabolic strategies of beer spoilage lactic acid bacteria in beer. *International Journal of Food Microbiology*, 216, 60-68. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2015.08.016>
- Quintana Fuentes, L. F. y García Jerez, A. (2021). *Evaluación integral de la calidad sensorial del cacao*. Sello Editorial UNAD. <https://doi.org/10.22490/9789586517782>

# Desarrollo de plántulas de café (variedad Castillo) con aplicaciones de microorganismos funcionales del suelo

## Development of coffee seedlings (Castillo variety) with applications of functional soil microorganisms

Milton César Ararat Orozco

<https://orcid.org/0000-0003-2482-1834>

[milton.ararat@unad.edu.co](mailto:milton.ararat@unad.edu.co)

Semillero de investigación en Producción Agropecuaria Sostenible (SIPAS)

Diana Cristina Medina Valencia

<https://orcid.org/0000-0002-7767-4949>

[crisrina.medina@unad.edu.co](mailto:crisrina.medina@unad.edu.co)

Semillero de investigación Desarrollo Rural Sostenible (DERUSO)

## Resumen

Para obtener plántulas de café de óptima calidad, es primordial la evaluación agronómica en condiciones de almácigo o vivero, a fin de conseguir información que complemente las diversas alternativas para el manejo integrado desde un enfoque orgánico. En este caso, se aplicaron microorganismos funcionales del suelo como biofertilizantes, con cepas aisladas de montañas (ecosistema de bosque), cepas de agrosistemas de café y cepas comerciales con la misma dosificación. Las variables de altura, longitud de las hojas y materia seca tuvieron los mayores valores por encima del tratamiento comercial y el testigo.

**Palabras clave:** biofertilizantes, *Bacillus* spp., *Trichoderma* spp., vivero

## Abstract

In order to obtain coffee seedlings of optimum quality, agronomic evaluation in nursery conditions is essential to obtain information that complements the various alternatives for integrated management from an organic approach. In this case, functional soil microorganisms were applied as biofertilizers, with strains isolated from mountains (forest ecosystem), strains from coffee agrosystem and commercial strains with the same dosage. The variables of height, leaf length and dry matter had the highest values above the commercial treatment and control.

**Keywords:** biofertilizers, *Bacillus* spp., *Trichoderma* spp., nursery

En la agricultura actual se recurre a la inoculación edáfica con microorganismos como *Pseudomonas fluorescens*, *Azospirillum* y *Bacillus subtilis*, obtenidos de ecosistemas naturales y denominados microorganismos de montaña (MM). Estos han reportado ciertos efectos sobre cultivos de ciclo corto como en el sistema de rotación soya-tomate bajo condiciones de invernadero, donde las variables biológicas y químicas fueron sensibles a los tratamientos, con valores significativamente más altos en presencia de MM (Castro Barquero et al., 2015).

Esto concuerda con lo propuesto por Sanclemente Reyes et al. (2021), quienes plantean analizar y evaluar alternativas de manejo de microorganismos que reduzcan impactos en sistemas de cultivos, basadas en la simulación de procesos que ocurren naturalmente en los ecosistemas. En Colombia se han desarrollado avances como el que reportan Campo Martínez et al. (2014) en la producción de acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla*) al evaluar MM provenientes de tres sistemas agroecológicos: café, potrero y bosque natural, los cuales presentaron alta efectividad en su desarrollo y rendimiento por encima de microorganismos eficientes (ME) comerciales; además, se incrementó la materia orgánica, el pH y el contenido de nitrógeno y potasio.

En términos de adaptabilidad microbiana a los ecosistemas de bosque, allí se encuentran los comúnmente llamados microorganismos de montaña. Algunos de estos cumplen roles benéficos en los procesos biológicos de los suelos y agroecosistemas. Se encuentran en la capa superficial y orgánica del suelo donde no ha habido mucha intervención humana (Tencio, 2014).

En cultivos como el de café (sistema perenne) se requieren prácticas y tecnologías desde el inicio en el germinador y el almácigo (condiciones de vivero), que se recomiendan implementar en la finca para garantizar las buenas prácticas agrícolas (BPA) (Farfán-Valencia et al., 2015). El objetivo de esta investigación fue evaluar el desarrollo de

plántulas de café (variedad Castillo) con aplicaciones de microorganismos funcionales del suelo en condiciones ambientales en el municipio de La Plata en el departamento del Huila, Colombia.

La investigación se realizó en la finca Sinaí del municipio de La Argentina en el departamento del Huila. Se seleccionaron dos sistemas agroecológicos de la zona para la obtención de MM: un sistema de bosque (T1) constituido por vegetación de tipo arbusto y especies de árboles como copé (*Ficus pallida*), laurel (*Laurus nobilis*), caspe (*Toxicodendron striatum*), lacre (*Vismia macrophylla*) y guamos (*Inga reticulata*), y un sistema de cultivo de café orgánico de las variedades Colombia y Caturra (T2) en asocio con guamos (*Inga reticulata*) y cítricos (*Citrus sinensis*), con baja utilización de agroquímicos.

Se obtuvieron microorganismos de montaña (MM) de ambos sistemas identificados como levaduras: *Bacillus* spp. y *Trichoderma* spp., los cuales tuvieron una reactivación en fase líquida. Después de 20 días, se realizó la recolección de las trampas asociadas a cada tipo de sistema (T1 y T2). Se mezcló 1 kg de arroz cocinado sin sal, 1 kg de melaza y 6 litros de agua hervida hasta obtener una mezcla homogénea por cada tratamiento, la cual se dejó fermentar durante 15 días. Posteriormente, se colocó la mezcla compacta en un recipiente de 20 litros que fue cerrado y sellado para evitar la presencia de oxígeno, y reservado hasta su uso. Con una fumigadora de espalda, se distribuyó la mezcla sobre las hojas del cultivo y en el sustrato del suelo de acuerdo con la metodología señalada por Campo Martínez et al. (2014). Se aplicaron microorganismos Eficientes Comerciales como (T3) y un testigo sin aplicación como T4.

Para las variables altura de la planta, longitud de las hojas y longitud de las raíces en función del tiempo, el sistema T2 presentó los registros de crecimiento más altos a excepción del momento 2 de medición en el sistema T1. En términos de acumulación de materia seca medida en porcentaje, el sistema T2 presentó los mayores valores en todas las mediciones por encima del tratamiento comercial y el testigo. El crecimiento de las plántulas de café tuvo mejores resultados con la presencia de MM, lo que podría indicar la existencia de moléculas en la rizosfera promotoras de crecimiento en condiciones del trópico como señala Ararat Orozco et al. (2014), quienes encuentran parámetros fisiológicos óptimos estimados en plántulas directamente relacionados con el efecto rizosférico.

En conclusión, al implementar la tecnología de microorganismos funcionales del suelo, se espera que estos puedan tener un efecto positivo en los cultivos desde las primeras etapas de crecimiento y desarrollo para obtener plántulas sanas. Para el cultivo de café, se pretenden establecer condiciones óptimas en la rizosfera desde el almácigo o

vivero, lo cual lleva a comparar ciertas cepas obtenidas de algunos ecosistemas y de forma comercial.

## Referencias

- Ararat Orozco, M. C., Sinisterra Garcés, C. L. y Hernández Rivera, C. (2014). Valoraciones agronómicas y de rendimiento en la cosecha de “papa china” (*Colocasia esculenta* L.) en el trópico húmedo colombiano. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 5(2), 169-180. <https://doi.org/10.22490/21456453.1335>
- Campo Martínez, A. P., Acosta Sánchez, R. L., Morales Velasco, S. y Prado, F. A. (2014). Evaluación de microorganismos de montaña (mm) en la producción de acelga en la meseta de Popayán. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 12(1), 79-87. <https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/322>
- Castro Barquero, L., Murillo Roos, M., Uribe Lorío, L. y Mata Chinchilla, R. (2015). Inoculación al suelo con *Pseudomonas fluorescens*, *Azospirillum oryzae*, *Bacillus subtilis* y microorganismos de montaña (MM) y su efecto sobre un sistema de rotación soya-tomate bajo condiciones de invernadero. *Agronomía Costarricense*, 39(3), 21-36. <https://www.redalyc.org/pdf/436/43642604002.pdf>
- Farfán-Valencia, F., Serna-Giraldo, C. A. y Sánchez, P. M. (2015). Almacigos para caficultura orgánica: alternativas y costos. *Avances Técnicos Cenicafé*, (452), 1-8. [https://publicaciones.cenicafe.org/index.php/avances\\_tecnicos/article/view/328/391](https://publicaciones.cenicafe.org/index.php/avances_tecnicos/article/view/328/391)
- Sanclemente Reyes, Ó. E., Ararat Orozco, M. C., Gallo Valdés, P. I. y García Arboleda M. (2021). Composición de microorganismos funcionales del suelo, en algunos sistemas de cultivo de zona plana del Valle del Cauca. En Ó. E. Sanclemente Reyes, M. C. Ararat Orozco, J. E. Mejía Ballesteros, L. Álvarez Ríos, J. C. Montoya Rendón, Á. M. Arango Arias, L. F. Arteaga Aguilera, M. García Arboleda y P. I. Gallo Valdés (Eds.), *Relaciones agroambientales en sistemas productivos rurales* (pp. 22-45). Sello Editorial UNAD. <https://doi.org/10.22490/9789586518048>
- Tencio, R. (2014). Uso de microorganismos benéficos en la agricultura orgánica en Costa Rica. *Ambientico*, (243), 41-46. [https://www.ambientico.una.ac.cr/wp-content/uploads/tainacan-items/5/25571/243\\_41-46.pdf](https://www.ambientico.una.ac.cr/wp-content/uploads/tainacan-items/5/25571/243_41-46.pdf)

# **Efecto de las abejas sin aguijón (*Apidae: Meliponini*) en la polinización del café del Corredor de Transición Andino- Amazónico del Huila, Colombia**

## **Effect of stingless bees (*Apidae: Meliponini*) on coffee pollination in the Andean-Amazon Transition Corridor of Huila, Colombia**

**Antonella Sardi-Saavedra**

<https://orcid.org/0000-0002-9491-6356>

antonellasardi06@gmail.com

Fundación Reserva Natural La Palmita - Centro de investigación  
Grupo de investigaciones territoriales para el uso y conservación de la  
biodiversidad

**Marissela Rodríguez M.**

<https://orcid.org/0000-0003-2523-8616>

ctei.polinizacionhuila@lapalmita.com.co

Fundación Reserva Natural La Palmita - Centro de investigación  
Grupo de investigaciones territoriales para el uso y conservación de la  
biodiversidad

Semillero de ecohidrología Grupo en Estudios Ambientales Aplicados (GEAA)

**Sophia Acuña Figueroa**

<https://orcid.org/0009-0004-7341-1051>

ssophiacuna@gmail.com

Fundación Reserva Natural La Palmita - Centro de investigación  
Grupo de investigaciones territoriales para el uso y conservación de la  
biodiversidad

## Resumen

En Colombia, el departamento del Huila es el primer productor de café del país. El Corredor de Transición Andino-Amazónico es el área donde se desarrolla la caficultura del Huila y, a su vez, es una zona de gran importancia para la conservación de la biodiversidad. Si bien el café (*Coffea arabica*) (Rubiaceae) puede autopolinizarse, la polinización cruzada mediada por abejas puede incrementar el rendimiento y la calidad de los frutos. Las abejas nativas sin aguijón (*Apidae: Meliponini*) pueden desempeñar un papel importante como polinizadoras de este cultivo. En ese sentido, esta investigación busca evaluar el efecto de las abejas nativas sin aguijón (*Apidae: Meliponini*) en la polinización del café del Corredor de Transición Andino-Amazónico (CTAA) del Huila, Colombia.

Entre febrero y agosto del 2024, se realizaron dos tratamientos en ocho fincas cafeteras: exclusión de polinizadores y control (inclusión de polinizadores). Tres meses después del inicio del experimento, se contó el número de frutos formados en cada tratamiento. Además, durante la floración se recolectaron e identificaron las abejas visitantes. Los resultados preliminares mostraron que, en el tratamiento de libre polinización, el cuajamiento de los frutos fue mayor que en el tratamiento de exclusión de polinizadores (prueba *t* de Student = 4,57;  $p = 0,000025$ ), lo cual evidencia la contribución de los polinizadores a este cultivo. Se destaca la participación de las abejas sin aguijón *Tetragonisca angustula*, *Partamona cf. peckolti*, *Paratrigona rinconi*, *Nannotrigona gaboii*, *Geotrigona aff. subgrisea* y *Trigona fulviventris* como visitantes florales del café. Estas abejas tienen un efecto positivo en la polinización del café, lo cual se ve reflejado en el cuajamiento de los frutos y en la productividad del cultivo. Estos hallazgos permiten valorar el efecto ecológico y económico de las abejas sin aguijón en la producción sostenible del cultivo de café y aportar esfuerzos para su conservación en el CTAA del Huila.

**Palabras clave:** abejas nativas, cuajamiento de frutos, producción sostenible

## Abstract

In Colombia, the department of Huila is the country's leading coffee producer. The Andean-Amazon Transition Corridor is the area where coffee growing in Huila takes place and, in turn, is an area of great importance for biodiversity conservation. Although coffee (*Coffea arabica*) (Rubiaceae) can self-pollinate, bee-mediated cross-pollination can increase yield and fruit quality. Native stingless bees (*Apidae: Meliponini*) can play an important role as pollinators of this crop. In this sense, this research aims to evaluate

the effect of native stingless bees (Apidae: Meliponini) on coffee pollination in the Andean-Amazon Transition Corridor (AATC) of Huila, Colombia.

Between February and August 2024, two treatments were carried out on eight coffee farms: pollinator exclusion and control (pollinator inclusion). Three months after the start of the experiment, the number of fruits formed in each treatment was counted. In addition, visiting bees were collected and identified during flowering. Preliminary results showed that fruit set was higher in the free pollination treatment than in the pollinator exclusion treatment (Student's t-test = 4.57;  $p = 0.000025$ ), which is evidence of the contribution of pollinators to this crop. The participation of stingless bees *Tetragonisca angustula*, *Partamona cf. peckolti*, *Paratrigona rinconi*, *Nannotrigona gaboii*, *Geotrigona aff. subgrisea* and *Trigona fulviventris* as floral visitors of coffee is highlighted. These bees have a positive effect on coffee pollination, which is reflected in fruit set and crop productivity. These findings allow us to assess the ecological and economic effect of stingless bees in the sustainable production of coffee crops and to make efforts for their conservation in the AATC of Huila.

**Keywords:** native bees, fruit set, sustainable production

En la actualidad, el Huila es el departamento con mayor producción de café de Colombia, aportando el 18,37 % de la producción total del país (Gobernación del Huila, 2021). De todo el paisaje cafetero del Huila, la mayor área cultivada de café pertenece a uno de los sitios más biodiversos del departamento: el Corredor de Transición Andino-Amazónico (CTAA) del Huila. Este corredor tiene una extensión aproximada de 800 000 hectáreas, repartidas entre trece municipios: Acevedo, Suaza, Guadalupe, Campoalegre, Garzón, Gigante, Hobo, Algeciras, Neiva, Rivera, Baraya, Tello y Colombia.

Si bien el café se autopoliniza, la polinización cruzada mediada por abejas puede incrementar el rendimiento y la calidad de los frutos. Las abejas son el grupo de polinizadores más importante para la polinización de plantas silvestres y cultivadas, ya que, a diferencia de otros insectos, su frecuencia de visita es tan alta que se convierten en polinizadores muy eficientes (Mazzei et al., 2020). De hecho, alrededor del 40 % de los cultivos de frutas y verduras que nos alimentan son polinizados por abejas (Sagot et al., 2021). Entre estas se encuentran las abejas silvestres sin aguijón, pertenecientes a la familia Apidae y a la tribu Meliponini. Estas abejas son muy importantes como polinizadoras nativas de plantas tanto silvestres como cultivadas, y se consideran polinizadoras efectivas de cultivos neotropicales como tomate, pimentón, aguacate, pasiflora y café (Quezada-Euán, 2009).

En ese sentido, las abejas nativas sin aguijón (*Apidae: Meliponini*) pueden desempeñar un papel importante como polinizadoras del café. Esta investigación tiene como objetivo evaluar el efecto de las abejas nativas sin aguijón (*Apidae: Meliponini*) en la polinización del café del Corredor de Transición Andino-Amazónico (CTAA) del Huila, Colombia.

Entre febrero y agosto del 2024, en ocho fincas cafeteras de las zonas Norte, Centro y Sur del CTAA, se realizaron dos tratamientos: exclusión de polinizadores y control (inclusión de polinizadores). Para ello, se seleccionaron quince plantas de café, en cada una se embolsó una rama y la otra se dejó a libre polinización. Se hicieron observaciones de los visitantes florales durante dos días de la floración. Las abejas se recolectaron con aspirador bucal y se preservaron en alcohol para ser identificadas posteriormente en el laboratorio. Tres meses después del inicio del experimento, se contó el número de frutos formados en cada tratamiento. Se realizó una prueba de normalidad para saber si los datos tenían una distribución normal y, luego, una prueba t de Student para comparar el número de frutos en los dos tratamientos.

Los resultados mostraron diferencias estadísticas entre el tratamiento de libre polinización y el tratamiento de exclusión de polinizadores (prueba t de Student = 4,57;  $p = 0,000025$ ), es decir que hay un mayor cuajamiento de los frutos en las ramas que se encontraban a libre polinización que aquellas que estaban embolsadas. Lo anterior evidencia la contribución de los polinizadores a este cultivo. Se destaca la participación de las siguientes abejas sin aguijón: *Tetragonisca angustula*, *Partamona cf. peckolti*, *Paratrigona rinconi*, *Nannotrigona gaboii*, *Geotrigona aff. subgrisea* y *Trigona fulviventris* como visitantes florales del café. Estas abejas tienen un efecto positivo en la polinización del café, lo cual se ve reflejado en el cuajamiento de los frutos y en la productividad del cultivo.

En conclusión, estos hallazgos permiten valorar el efecto ecológico y económico de las abejas sin aguijón en la producción sostenible del cultivo de café. De esta manera, se pueden diseñar esquemas agroambientales que incluyan la conservación y la protección de los polinizadores nativos como las abejas sin aguijón en el CTAA del Huila.

## Referencias

Gobernación del Huila. (2021, 25 de julio). *Caficultura huilense sigue creciendo*. <https://www.huila.gov.co/publicaciones/10606/caficultura-huilense-sigue-creciendo/>

- Mazzei, M. P., Vesprini, J. L. y Galetto, L. (2020). Visitantes florales no polinizadores en plantas del género *Cucúrbita* y su relación con la presencia de abejas polinizadoras. *Acta Agronómica*, 69(4), 256-265. <https://www.redalyc.org/journal/1699/169969274002/html/>
- Quezada-Euán, J. J. G. (2009). Potencial de las abejas nativas en la polinización de cultivos. *Acta Biológica Colombiana*, 14(2), 169-172. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/10577/11040>
- Sagot, P., Borrell, E. V. y Mérida-Rivas, J. A. (2021). Abejas y agricultura: cuando la diversidad es necesidad. *Ecofronteras*, 25(73), 10-13. <https://revistas.ecosur.mx/ecofronteras/index.php/eco/article/view/2007/2073>

# Evaluación de la presencia de Punta Morada de la Papa (PMP) en cultivos de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) en el municipio de Ipiales

## Evaluation of the presence of Potato Purple Top (PPT) in tree tomato (*Solanum betaceum*) crops in the municipality of Ipiales

Sebastián Ortiz Pérez

<https://orcid.org/0009-0007-3271-0786>

sebast.ortizperez@gmail.com

Semillero de investigación NANUKAMPU

Yelis Katherin Díaz López

<https://orcid.org/0009-0007-3464-4743>

yelis.diaz.ljfj@gmail.com

Semillero de investigación NANUKAMPU

Danita Andrade Díaz

<https://orcid.org/0000-0001-7579-4739>

danita.diaz@unad.edu.co

Semillero de investigación NANUKAMPU

## Resumen

El tomate de árbol (*Solanum betaceum*) es un cultivo de importancia económica en Colombia, especialmente en el departamento de Nariño. Sin embargo, su producción se ve amenazada por la enfermedad de Punta Morada de la Papa (PMP), causada por

fitoplasmas y la bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum*. Esta enfermedad ha generado grandes pérdidas en los cultivos de papa de países vecinos como Ecuador y, recientemente, se ha reportado en Nariño en asociación con el psílido vector *Bactericera cockerelli*. Por tanto, esta investigación tiene como finalidad la identificación molecular del patógeno causante de la PMP en muestras de tejidos vegetales tomados de plantas de tomate de árbol con síntomas característicos de la enfermedad, como virescencia, escoba de bruja, follaje amarillento, retraso de crecimiento y filodia.

Estas muestras se tomaron de plantaciones en zonas representativas del municipio de Ipiales. Cada lugar de muestreo fue georreferenciado y muestreado para confirmar la presencia de la enfermedad mediante técnicas moleculares en el Laboratorio de Biotecnología de la UNAD CCAV Pasto. Se utilizaron primers universales específicos para el gen 16S rRNA de los fitoplasmas, los cuales permitieron amplificar un fragmento de ADN de aproximadamente 1,5 kb, que es común a todos los grupos de fitoplasmas; luego, se utilizaron primers específicos para identificar el grupo o subgrupo al que pertenecen los fitoplasmas detectados. La presencia de la enfermedad fue modelada con variables climáticas para comprender su epidemiología y, así, lograr un control más efectivo y contribuir al conocimiento de la diversidad de fitoplasmas que afectan al tomate de árbol en Colombia.

**Palabras clave:** fitoplasma, caracterización molecular, síntomas, vector, secuenciación

## Abstract

Tree tomato (*Solanum betaceum*) is an economically important crop in Colombia, especially in the department of Nariño. However, its production is threatened by the Potato Purple Top (PPT) disease, caused by phytoplasmas and the bacterium *Candidatus Liberibacter solanacearum*. This disease has caused great losses in potato crops in neighboring countries such as Ecuador and has recently been reported in Nariño in association with the psyllid vector *Bactericera cockerelli*. Therefore, this research aims at molecular identification of the pathogen causing PPT in plant tissue samples taken from tree tomato plants with characteristic symptoms of the disease, such as virescence, witches' broom, yellowing foliage, stunting and phyllody.

These samples were taken from plantations in representative areas of the municipality of Ipiales. Each sampling site was georeferenced and sampled to confirm the presence of the disease using molecular techniques in the Biotechnology Laboratory of the UNAD CCAV Pasto. Universal primers specific for the 16S rRNA gene of phytoplasmas were used, which allowed the amplification of a DNA fragment of approximately 1.5 kb, which

is common to all groups of phytoplasmas; then, specific primers were used to identify the group or subgroup to which the detected phytoplasmas belong. The presence of the disease was modelled with climatic variables to understand its epidemiology and, thus, achieve a more effective control and contribute to the knowledge of the diversity of phytoplasmas affecting tree tomato in Colombia.

**Keywords:** phytoplasma, molecular characterization, symptoms, vector, sequencing

El tomate de árbol (*Solanum betaceum*) es un cultivo de importancia económica en el suroccidente de Colombia. El departamento de Nariño tiene un área de siembra de tomate de árbol de 558,5 ha distribuidas entre 24 municipios, con una producción de 4481,64 ton y un rendimiento de 8,08 ton/ha (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria [UPRA], 2022). Uno de los problemas para la producción de tomate de árbol es la alta susceptibilidad a enfermedades provocadas por virus, bacterias, nematodos y hongos que generan pérdidas severas por encima del 50 % de la producción (Fonseca et al., 2019). Adicionalmente, la prevalencia y la gravedad de otros problemas fitopatológicos como la Punta Morada de la Papa (PMP) han aumentado notablemente (ICA, 2021). La PMP es una enfermedad que fue reportada en Ecuador en el 2013 (Vereijssen, 2020) y que, en los últimos años, ha tenido un alto impacto en Nariño. En ese sentido, la confirmación de que el tomate de árbol puede actuar como hospedero alterno de este patógeno proporciona información importante sobre la epidemiología y la propagación de dicha enfermedad (Cuesta Subia et al., 2021).

El objetivo de esta investigación fue evaluar la presencia de PMP (*Candidatus Phytoplasma* spp.) en cultivos de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) en el municipio de Ipiales. Para la metodología, se determinó el tamaño de la muestra tomando como población las hectáreas totales sembradas del cultivo de tomate de árbol en el departamento de Nariño. Se utilizó un muestro de conglomerados partiendo de los límites geográficos de las veredas del municipio de Ipiales. De igual manera, se georreferenció cada lugar de muestreo para que, después de la confirmación de la presencia de la enfermedad en el laboratorio, los sitios con presencia positiva se modelaran para determinar la distribución actual y potencial de la enfermedad y comprender su diseminación en relación con las condiciones climáticas de la zona.

En cada lugar muestreado se tomaron dos plantas: una con síntomas y otra sin síntomas, y de cada planta se extrajeron hojas de tres secciones. La extracción del ADN se realizó mediante el método de cromatografía de columna con el kit Biospin Plan Genomic DNA Extraction (BSC13S1) en el Laboratorio de Biotecnología de la UNAD CCAV Pasto. Con las muestras de ADN extraídas, se procedió a detectar las regiones ribosomales 16S en dos fases con primers universales y primers específicos (PCR anidada). Las amplificaciones

se visualizaron en geles de agarosa al 1,5 % para determinar si efectivamente se trataba de PMP. Se muestrearon 11 veredas del municipio de Ipiales para completar 12,65 ha, muestreando 1,17 ha por vereda.

La confirmación molecular de la enfermedad se realizó mediante PCR con los primers universales P1 y P1A para la identificación de *Phytoplasma* spp., los primers específicos OA2, Ciplo y O12c para *Candidatus phytoplasma solanacearum*, y el primer específico cpn421F-R para *Candidatus phytoplasma solani*. La modelación de la presencia de la enfermedad se correlacionó significativamente con las variables precipitación (pp) del trimestre más cálido, pp anual, pp del trimestre más seco, temperatura diurna media, temperatura mínima del mes más frío, pp del mes más húmedo, pp del mes más seco, temperatura media del trimestre más frío, temperatura media del trimestre más húmedo y estacionalidad de la temperatura.

La confirmación molecular de *Candidatus Phytoplasma* spp. mediante PCR anidada demuestra que el tomate de árbol puede ser hospedero alterno de la Punta Morada de la Papa (PMP). Este hallazgo tiene implicaciones significativas para la gestión fitosanitaria y la producción agrícola en la región. La correlación entre la enfermedad y las variables climáticas, como precipitación y temperatura, sugiere que estas influyen en la propagación y la severidad de la enfermedad. La georreferenciación y el modelado espacial permiten identificar áreas de alto riesgo y desarrollar planes de manejo efectivos basados en las condiciones ambientales específicas. El estudio confirma que el tomate de árbol en Ipiales es susceptible a *Candidatus Phytoplasma* spp. La correlación con factores climáticos señala la necesidad de estrategias de manejo integrado que consideren estas variables. Se recomienda evaluar la relación clima-fitoplasma y variedades resistentes para una gestión fitosanitaria eficaz.

## Referencias

- Cuesta Subia, H. X., Peñaherrera, D., Velásquez, J., Castillo, C. y Racines Jaramillo, M. R. (2021). *Guía de manejo de la punta morada de la papa*. INIAP-EESC. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5345>
- Fonseca, J. Y., Castañeda, A. E., Escarraga, J. O. y Cubillos, D. D. (2019). Caracterización de enfermedades fitopatógenas en el cultivo de tomate de árbol (*Solanum beta-ceum*) en la finca El Reposo en el municipio Facatativá, Cundinamarca. *Ciencias Agropecuarias*, 5(1), 24-31. <https://doi.org/10.36436/24223484.192>

Instituto Colombiano Agropecuario. (2021). Resolución 103325. 13/08/2021. Por la cual se establecen medidas fitosanitarias para la vigilancia y control del insecto *Bactericera cockerelli* Sulc (Hemiptera: Triozidae), vector de microorganismos fitopatógenos asociados a las enfermedades Punta Morada y Zebra Chip, en cultivos de papa del departamento de Nariño. ICA. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Unidad de Planificación Rural Agropecuaria. (2022). *EVAS - Evaluaciones Agropecuarias Municipales, según base EVA agrícola 2019–2022* [Base de datos]. [https://upra.gov.co/es-co/Evas\\_Documentos/BaseEVA\\_Agr%C3%ADcola20192022.xlsx](https://upra.gov.co/es-co/Evas_Documentos/BaseEVA_Agr%C3%ADcola20192022.xlsx).

Vereijssen, J. (2020). Ecology and management of *Bactericera cockerelli* and *Candidatus Liberibacter solanacearum* in New Zealand. *Journal of Integrative Agriculture*, 19(2), 333-337.

# Evaluación de parámetros sanguíneos en ganado de carne en dos sistemas de pastoreo en el trópico seco

## Evaluation of blood parameters in beef cattle in two grazing systems in the dry tropic

Danilo Bonilla Trujillo

<https://orcid.org/0000-0002-6069-8039>

[danilo.bonilla@unad.edu.co](mailto:danilo.bonilla@unad.edu.co)

Semillero de Investigación Orgánico y Nutricional (SION)

Grupo de investigación INYUMACIZO

### Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar parámetros sanguíneos en ganado de carne en dos sistemas de pastoreo diferentes. El estudio se realizó en el municipio de Falan en el departamento del Tolima, Colombia, en el marco de la convocatoria departamental para cofinanciar el desarrollo de actividades I+D+i en las cadenas productivas priorizadas del Tolima. El estudio fue realizado por investigadores del Comité de Ganaderos de Ibagué en colaboración con la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). El estudio se realizó bajo condiciones de trópico seco, donde se evaluó el comportamiento de bovinos pertenecientes a los biotipos Brahman y F1 (cruce Brahman x Angus), que se pastorearon en un sistema silvopastoril con árboles dispersos y en un sistema de pastoreo sin presencia de especies leñosas (sistema convencional) durante un periodo de cinco meses.

Las variables evaluadas fueron: hematocrito, glucosa y glóbulos blancos; además, se evaluaron constantes fisiológicas relacionadas con el estrés calórico (temperatura corporal y frecuencia respiratoria) en el momento más caloroso del día (12:00 m.). El análisis estadístico se realizó con un arreglo irrestrictamente aleatorizado con análisis

de medidas centrales y de dispersión; adicionalmente, se hizo un análisis de varianza y una prueba de Tukey utilizando el *software* estadístico InfoStat. Entre los resultados más relevantes, se encontró que el hematocrito en los bovinos que se pastorearon en el sistema silvopastoril alcanzó valores entre 28,9 y 31 %, y que sus valores de glucosa fueron más altos que los de aquellos que se pastorearon en el sistema convencional con un rango entre 44,2 y 44,7 mg/dl.

**Palabras clave:** glucosa, glóbulos blancos, hematocrito, silvopastoril

## Abstract

The aim of this study was to evaluate blood parameters in beef cattle in two different grazing systems. The study was conducted in the municipality of Falan in the department of Tolima, Colombia, within the framework of the departmental call to co-finance the development of R&D&I activities in the prioritized production chains of Tolima. The study was carried out by researchers from the Ibagué Cattlemen's Beef Committee in collaboration with Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). The study was conducted under dry tropical conditions, where the behavior of cattle belonging to the Brahman and F1 (Brahman x Angus crossbreed) biotypes, grazed in a silvopastoral system with scattered trees and in a grazing system without the presence of woody species (conventional system) for a period of five months, was evaluated.

The variables evaluated were: hematocrit, glucose and white blood cells; in addition, physiological constants related to heat stress (body temperature and respiratory rate) were evaluated at the hottest time of the day (12 hours). Statistical analysis was performed with an unrestricted randomized arrangement with analysis of central measures and dispersion; additionally, an analysis of variance and Tukey's test were performed using InfoStat statistical software. Among the most relevant results, it was found that the haematocrit in cattle grazed in the silvopastoral system reached values between 28.9 and 31 %, and their glucose values were higher than those grazed in the conventional system with a range between 44.2 and 44.7 mg/dl.

**Keywords:** glucose, white blood cells, hematocrit, silvopastoral

Los efectos medioambientales presentes en los sistemas de pastoreo juegan un papel importante en el desempeño productivo de los bovinos. Por otro lado, estos mismos factores afectan en gran medida los parámetros fisiológicos del animal (Arango et al., 1992). Entre los parámetros que se pueden alterar cuando los bovinos no se encuentran en condiciones favorables, se encuentran la temperatura corporal, la frecuencia

respiratoria y diferentes parámetros sanguíneos como hematocrito, conteo de glóbulos blancos y glucosa, entre otros (Padilla Rodríguez, 2010).

Entre los parámetros sanguíneos evaluados para determinar el estatus sanitario de los bovinos, se encuentra el hematocrito, el cual permite evaluar si existe algún grado de anemia; los valores normales de este parámetro que se presentan en un bovino oscilan entre 24 y 46 %. Otro de los indicadores que se evalúa a nivel sanguíneo es el conteo de glóbulos blancos, que se encuentran entre 4 y 12 (109/L) (Páez et al., 2013). Teniendo en cuenta lo anterior, el presente estudio tuvo como objetivos: evaluar los parámetros sanguíneos en ganado de carne que se pastoreó en un sistema silvopastoril con árboles dispersos y en un sistema de pastoreo sin presencia de especies leñosas (sistema convencional) en el trópico seco, y relacionar dichas variables con los cambios en su temperatura corporal y frecuencia respiratoria.

La evaluación se realizó en la parte baja del municipio de Falan en el departamento del Tolima, bajo condiciones de bosque seco tropical con una temperatura promedio de 30 °C, una precipitación anual de 1165 mm y una altitud de 352 msnm. Se evaluó un sistema de pastoreo continuo sin presencia de árboles o arbustos (sistema convencional), y un sistema silvopastoril con árboles dispersos. En los dos sistemas de pastoreo predominó la gramínea *Bothriochloa pertusa*. En cada sistema se pastorearon dos grupos de bovinos (10 bovinos por grupo) pertenecientes a dos biotipos: Brahman y F1 (Brahman x Angus). Antes del estudio, se realizó un examen clínico para determinar que los bovinos no presentaban ninguna enfermedad hematológica. Se evaluaron parámetros sanguíneos y la temperatura corporal de los biotipos seleccionados. Se monitorearon las variables evaluadas en el momento más caluroso del día (12:00 m.), donde la temperatura ambiental para el sistema silvopastoril fue de  $30,4 \pm 1,2$  °C y para el sistema de pastoreo convencional, de  $33,3 \pm 1,2$  °C.

Las variables sanguíneas que se evaluaron fueron glucosa, microhematocrito y número de glóbulos blancos. Para esto, se tomaron muestras de sangre total con anticoagulante EDTA, las cuales fueron extraídas asépticamente de la vena coccígea con tubos de sangre tipo Vacutainer. Con relación a la evaluación del comportamiento de los bovinos, se tomó la temperatura corporal (T°C corporal); para evaluarla, se tuvo en cuenta la metodología descrita por Piñeros-Varón y Mora-Delgado (2015), en la que se implanta un Datalogger de uso veterinario (SubCue). El análisis estadístico contó con un diseño aleatorizado. Para evaluar las diferencias entre los tratamientos, se realizaron un análisis de significado honesto de Tukey y un análisis de varianza utilizando el *software* InfoStat, versión 2017e.

Se encontraron diferencias significativas con un  $p < 0,05$  entre los biotipos que se pastorearon en los dos sistemas de pastoreo. A pesar de esto, se observó que, sin importar el biotipo, los bovinos no presentaron estrés térmico. Adicionalmente, los bovinos de biotipo Brahman presentaron valores menores en cada uno de los sistemas de pastoreo que los bovinos de biotipo F1. Esto evidencia que el sistema silvopastoril ejerce un efecto positivo en la temperatura corporal al presentar una temperatura promedio por debajo de la temperatura de los bovinos que se encontraban en el sistema convencional. En cuanto a la frecuencia respiratoria, se encontraron diferencias significativas con un  $p < 0,05$  entre los biotipos evaluados; los bovinos de biotipo F1 en el sistema convencional presentaron un comportamiento diferente al resto de los bovinos evaluados, alcanzando un valor de hasta 3,2 movimientos respiratorios/minuto por encima.

Al analizar el conteo de glóbulos blancos, los biotipos Brahman y F1 que se encontraban en el sistema de pastoreo convencional no presentaron diferencias con los bovinos de biotipo Brahman que se encontraban en el sistema silvopastoril. Acerca del comportamiento del hematocrito, se encontró que los valores pertenecen al rango normal para los bovinos; también se encontraron diferencias significativas con un  $p < 0,05$  entre los biotipos que se encontraban en el sistema silvopastoril y el sistema de pastoreo convencional: los bovinos que se pastorearon en el sistema convencional presentaron valores superiores en comparación con aquellos que se pastorearon en el sistema silvopastoril.

De acuerdo con Sigua-Ochoa (2019), la elevación de los glóbulos blancos en bovinos se encuentra directamente relacionada con el estrés que presentan, el cual se debe a factores ambientales, nutricionales o intrínsecos del sistema ganadero. Esto explica la respuesta obtenida en los bovinos que se pastorearon en el sistema convencional, los cuales presentaron parámetros fisiológicos (temperatura corporal y frecuencia respiratoria) más elevados que aquellos que se pastorearon en el sistema silvopastoril. Lo anterior confirma que los bovinos del sistema convencional presentaban un estrés calórico.

En cuanto a la glucosa en los bovinos evaluados, se observó que, independientemente del biotipo, aquellos que se pastorearon en el sistema convencional presentaron valores más bajos que los que se pastorearon en el sistema silvopastoril. Según Reyes et al. (2012), la glucosa se encuentra directamente relacionada con la capacidad de ingesta. Respecto al hematocrito en los bovinos que se pastorearon en el sistema convencional, sus valores se relacionan con una mayor temperatura y frecuencia respiratoria, lo cual ocasiona una deshidratación leve o moderada dependiendo de la intensidad de los factores ambientales a los que se encuentran expuestos (Betancur Hurtado et al., 2012; Unchupaico et al., 2020). Cabe aclarar que las temperaturas registradas dentro del sistema de pastoreo convencional fueron más elevadas ( $33 \pm 1,2$  °C) en comparación

con el sistema silvopastoril. Esto se debe a la hemoconcentración que presentaban los bovinos en el sistema convencional por deshidratación.

En conclusión, los parámetros sanguíneos de los bovinos que se pastorearon en el sistema silvopastoril mantuvieron valores normales en comparación con aquellos que se pastorearon en el sistema convencional. Por otro lado, la glucosa se mantiene más elevada cuando los bovinos se pastorean en un sistema silvopastoril, debido a las mejores condiciones medioambientales que se presentan, las cuales no alteran su ingesta de materia seca.

## Referencias

- Arango, N. C., Oquendo López, R. y Agudelo, G. L. (1992). Influencia de la altitud en parámetros fisiológicos generales y hemáticos de bovinos Holstein. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 45(2), 51-60. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/28486>
- Betancur Hurtado, C., Martínez, Y. y Vergara Garay, O. (2012). Concentración de macrominerales séricos y hematocrito en bovinos durante dos épocas del año en Montería, Colombia. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 13(8), 1-11. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63624429003.pdf>
- Padilla Rodríguez, R. (2010). *Perfiles metabólicos en bovinos especializados en producción de leche de la raza Holstein, en la zona del volcán Poás: determinación de valores referenciales* [trabajo de grado, Universidad Nacional de Costa Rica]. <http://hdl.handle.net/11056/13018>
- Páez, P. A., Campos Gaona, R. y Giraldo Patiño, L. (2013). Suplementación y metabolismo de hierro en neonatos bovinos en condiciones de trópico. *Acta Agronómica*, 62(1), 59-65. <https://www.redalyc.org/pdf/1699/169929770009.pdf>
- Piñeros-Varón, R. y Mora-Delgado, J. (2015). Índice de temperatura y humedad en una pastura convencional y un sistema agroforestal en el trópico seco de Colombia. *Zootecnia Tropical*, 33(3), 209-218. <http://publicaciones.inia.gob.ve/index.php/zootecniatropical/article/view/181>
- Reyes, O., Murillo, M., Herrera, E., Gutierrez, E., Juárez, A. S., & Cerrillo, A. (2012). Influencia de la época del año en indicadores nutricionales y metabólicos de bovinos en pastoreo en el norte de México. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 46(4), 375-380.

Sigua Ochoa, J (2019). Determinación de valores referenciales en hemograma y química sanguínea en bovinos hembra de raza holstein en condiciones de altitud. Tesis de licenciatura. Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18240/1/UPS-CT008663.pdf>

Unchupaico, I., Bazán, L., Quispe, C., y Canciones, E. (2020). Temperatura ambiental y su efecto sobre parámetros fisiológicos en vacas Nellore y cruces bajo condiciones del trópico peruano. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 31(1).

# Evaluación de tres cepas de hongos entomopatógenos para el control biológico de *Dasiops inedulis* en cultivos de maracuyá

## Evaluation of three entomopathogenic fungal strains for biological control of *Dasiops inedulis* in passion fruit crops

Diana Carolina Sunce Sánchez

<https://orcid.org/0009-0006-6109-6570>

[dcsunces@unadvirtual.edu.co](mailto:dcsunces@unadvirtual.edu.co)

Semillero de investigación Rosiyé

Jhonathan Lozano Barrionuevo

<https://orcid.org/0009-0005-8603-9110>

[jlozanobar@unadvirtual.edu.co](mailto:jlozanobar@unadvirtual.edu.co)

Semillero de investigación SIMAC

Carlos Andrés Moreno Salguero

<https://orcid.org/0000-0002-5326-0995>

[carlos.moreno@unad.edu.co](mailto:carlos.moreno@unad.edu.co)

Semillero de investigación SIMAC

## Resumen

En Colombia, el departamento del Huila ocupa el tercer puesto en rendimiento de maracuyá amarillo con 12,95 ton/ha, siendo superado por los departamentos de Antioquia y Meta, con 18,27 ton/ha y 20,34 ton/ha, respectivamente. Uno de los factores que afecta

el rendimiento son las limitantes fitosanitarias, como el daño causado por la mosca del botón floral (*Dasiops inedulis*), conocida como mosca del botón floral del maracuyá, la cual está catalogada entre las moscas de la fruta y es considerada una plaga, debido al impacto directo en los botones florales, flores y frutos. Esta plaga puede generar pérdidas hasta de un 65 % en la producción. Las estrategias de manejo de *Dasiops inedulis* se han basado en aplicaciones de insecticidas de amplio espectro, afectando objetivos no blancos, entre ellos, polinizadores como los abejorros (*Xylocopa* spp.). Adicionalmente, las aplicaciones inadecuadas de plaguicidas impactan en la salud humana, generando efectos negativos a corto plazo (intoxicaciones) y a largo plazo (enfermedades crónicas), y ocasionan pérdida de biodiversidad y contaminación ambiental.

Este contexto evidencia la necesidad de desarrollar investigaciones centradas en el control biológico. Una alternativa al control químico es el uso de hongos entomopatógenos, los cuales están reportados en la literatura como controladores biológicos promisorios de plagas en cultivos de importancia económica. Con base en lo anterior, este estudio propone evaluar tres especies de hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Lecanicillium lecanii*) con dosis únicas (2,5×, 5×, 1× y 1,5×), con el propósito de validar su eficacia biológica sobre *Dasiops inedulis* bajo condiciones de laboratorio. De esta manera, se busca aportar a la sustentabilidad de la cadena productiva de la *Passiflora* y a la generación de nuevo conocimiento por medio de la publicación de un artículo científico sobre la presente investigación.

**Palabras clave:** mosca del ovario, virulencia, patogenicidad, hongos entomopatógenos

## Abstract

In Colombia, the department of Huila ranks third in yield of yellow passion fruit with 12.95 t/ha, being surpassed by the departments of Antioquia and Meta, with 18.27 t/ha and 20.34 t/ha, respectively. One of the factors affecting the yield are the phytosanitary limitations, such as the damage caused by the flower bud fly (*Dasiops inedulis*), known as the passion fruit flower bud fly, which is classified among the fruit flies and is considered a pest, due to its direct impact on the flower buds, flowers and fruits. This pest can cause losses of up to 65% in production. Management strategies for *Dasiops inedulis* have been based on broad-spectrum insecticide applications, affecting non-targets, including pollinators such as bumblebees (*Xylocopa* spp.). In addition, inappropriate pesticide applications impact human health, generating negative effects in the short term (poisoning) and in the long term (chronic diseases), and cause loss of biodiversity and environmental contamination.

This context highlights the need to develop research focused on biological control. An alternative to chemical control is the use of entomopathogenic fungi, which are reported in the literature as promising biological controllers of pests in economically important crops. Based on the above, this study proposes to evaluate three species of entomopathogenic fungi (*Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* and *Lecanicillium lecanii*) with single doses (2.5×, 5×, 1× and 1.5×), in order to validate their biological efficacy on *Dasiops inedulius* under laboratory conditions. In this way, the aim is to contribute to the sustainability of the *Passiflora* production chain and the generation of new knowledge through the publication of a scientific article on this research.

**Keywords:** ovary fly, virulence, pathogenicity, entomopathogenic fungi

El maracuyá amarillo (*Passiflora edulis*) corresponde a uno de los cultivos de importancia económica de Colombia. En el 2022, en el país se reportaron 11.420,84 hectáreas cultivadas con maracuyá amarillo distribuidas mayoritariamente (61,8%) en los departamentos de Meta, Antioquia y Huila (Agronet, 2022). El cultivo de maracuyá amarillo es afectado por diferentes limitantes fitosanitarias como *Dasiops inedulius*, conocida como mosca del botón floral del maracuyá, la cual es catalogada como mosca de la fruta (Resolución No. 106407, 2021), la cual disminuye el rendimiento y la calidad del fruto entre un 60 y 65%, incidiendo en la producción total (Armbrecht, 1985). El manejo integrado de la plaga está asociado a prácticas de control cultural, físico y químico (Sepúlveda Silva et al., 2013). Tanto el control físico como el cultural son amigables con el medio ambiente y los insectos benéficos que habitan el cultivo, mientras que el control químico causa la muerte de agentes polinizadores como *Xylocopa* spp. (Arias-Suárez et al., 2014).

Teniendo en cuenta lo anterior, se planteó esta investigación con el objetivo de evaluar tres cepas de hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Lecanicillium lecanii*) para el control biológico de *Dasiops inedulius* en cultivos de maracuyá bajo condiciones de laboratorio. Para esto, se utilizarán pupas de *Dasiops inedulius* obtenidas de botones florales de cultivos de maracuyá amarillo de la región Centro y Sur del Huila. Los experimentos se desarrollarán en el laboratorio de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) CCAV Pitalito. En una primera fase, se realizarán visitas a productores de maracuyá al sur del departamento del Huila, con el fin de recolectar botones infestados por *Dasiops inedulius* (mosca del botón floral). Los botones recolectados serán depositados en cajas plásticas con papel absorbente humedecido para evitar su deshidratación y, luego, serán transportados al laboratorio.

Una vez en el laboratorio, se determinará la virulencia de las tres cepas de hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Lecanicillium lecanii*) de uso comercial. Los experimentos se desarrollarán bajo un diseño completamente al

azar y se evaluarán cuatro dosis de cada especie de hongo (2,5×, 5×, 1× y 1,5×). En cada experimento se incluirá una dosis y un tratamiento de control (agua estéril), y de cada tratamiento se obtendrán cuatro repeticiones. Las unidades experimentales estarán compuestas por una caja Petri de vidrio (63,6 cm<sup>2</sup>), papel absorbente y cuatro pupas de *Dasiops inedulis* con 24 horas de emergidas. Se realizará un monitoreo constante de las unidades experimentales (observación con microscopio) y se determinará el porcentaje de emergencia de adultos. Las condiciones de laboratorio se determinarán a través de un higrotermómetro dual (Excursion-Trac™), el cual generará un registro permanente de la temperatura (°C) y la humedad relativa (HR). A partir de los resultados obtenidos, se seleccionará la dosis óptima de la especie con mayor índice de virulencia en pupas de *Dasiops inedulis*.

Como resultados finales se espera determinar el potencial de hongos entomopatógenos para el control biológico de *Dasiops inedulis*, aportar a la sustentabilidad de la cadena productiva de la *Passiflora* mediante la formulación de estrategias que reduzcan el uso de plaguicidas, y generar nuevo conocimiento por medio de la publicación de un artículo científico sobre el presente estudio.

## Referencias

- Agronet. (2022). *Reporte: área, producción y rendimiento nacional por cultivo*. <https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=1>
- Arias-Suárez, J. C., Ocampo-Pérez, J. A. y Urrea-Gómez, R. (2014). La polinización natural en el maracuyá (*Passiflora edulis f. flavicarpa Degener*) como un servicio reproductivo y ecosistémico. *Agronomía Mesoamericana*, 25(1), 73-83. <https://www.redalyc.org/pdf/437/43730495008.pdf>
- Armbrecht, I. (1985). *Biología de la mosca de los botones florales del maracuyá Dasiops inedulis (Diptera: Lonchaeidae) en el Valle del Cauca* [trabajo de grado, Universidad del Valle]. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/28602>
- Resolución No. 106407 (2021, 23 de septiembre) “Por la cual se establecen medidas fitosanitarias para el control de las moscas de la fruta en el territorio nacional y se dictan otras disposiciones”. Instituto Colombiano Agropecuario. <https://www.ica.gov.co/getattachment/d4670253-0970-472d-90d6-d69b539c8ff3/2021R106407.aspx>

Sepúlveda Silva, A., Vallejo Sánchez, C., Korytkowski G., C. A., Ebratt Ravelo, E. E., Brochero, H., Matheus Gómez, H., Salamanca Bastidas, J., Santamaría Galindo, M., Cubides Acosta, M. A., González Martínez, M., Martínez Barrera, O. Y., Parada Pire, S. M., Flórez Prieto, Z. y Castro Ávila, Á. P. (2013). *Moscas del género Dasiops Rondani 1856 (Diptera: Lonchaeidae) en cultivos de pasifloras*. Instituto Colombiano Agropecuario. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/2041>

# Extracción y aprovechamiento sostenible de damagua (*Poulsenia armata*) en el municipio de Alto Baudó, Chocó

## Extraction and sustainable use of damagua (*Poulsenia armata*) in the municipality of Alto Baudó, Choco

Jesús Manuel Mena Moreno

<https://orcid.org/0009-0008-8290-8771>

[jmmenam@unadvirtual.edu.co](mailto:jmmenam@unadvirtual.edu.co)

Semillero de investigación Biodiversidad, Desarrollo Rural y Agroforestería Tropical (BIODRAT)

Ángel Emic Mena Arias

<https://orcid.org/0000-0003-2489-3803>

[angel.mena@unad.edu.co](mailto:angel.mena@unad.edu.co)

Semillero de investigación Biodiversidad, Desarrollo Rural y Agroforestería Tropical (BIODRAT)

## Resumen

El departamento del Chocó alberga una flora excepcional con más de 6000 especies vegetales, utilizadas por los habitantes para satisfacer necesidades básicas como alimentación, medicina, construcción, artesanías y textiles. Entre estas especies se destaca la damagua (*Poulsenia armata*), cuya fibra se usa en la elaboración de productos artesanales. Sin embargo, los métodos tradicionales de extracción de esta fibra implican la tala de árboles, amenazando la sostenibilidad de la especie. El municipio de Alto Baudó, en el Chocó, es uno de los principales proveedores de fibra de damagua, la cual es muy apreciada por los artesanos en Quibdó. En la comunidad de San Francisco de

Cugucho, se participó en la extracción de damagua, seleccionando 32 individuos con diámetros entre 15 y 40 cm, y alturas entre 5 y 15 m, que fueron talados y cortados en segmentos de 1 o 2 m, retirándoles la corteza externa para obtener la fibra. Su corteza se ablandó con un mazo de madera, se lavaron con abundante agua y se dejaron secar al sol. Finalmente, se obtuvieron 62 mantas, almacenadas en 2 bultos de 31 mantas cada uno, cuyo valor oscila entre \$500.000 y \$600.000.

El proceso descrito anteriormente promueve la tala y la eliminación de árboles productores de semillas, poniendo en riesgo la sostenibilidad de la especie y haciendo más largas las jornadas de búsqueda de individuos; además, en un futuro próximo colocaría a la damagua en peligro de extinción, contraviniendo la conservación y el aprovechamiento sostenible. La presente investigación pretende evaluar una alternativa sostenible para la obtención de fibra de individuos en pie a 1, 2 y 3 m, determinando aspectos como supervivencia, tiempo de recuperación de la corteza y características de la fibra, a fin de permitir a los pobladores adoptar métodos sostenibles y promover tanto la conservación de la especie como el bienestar económico de las comunidades.

**Palabras clave:** fibra vegetal, artesanías, producto forestal no maderable, comunidades locales, conocimiento tradicional, San Francisco de Cugucho

## Abstract

The department of Choco is home to an exceptional flora with more than 6,000 plant species, used by the inhabitants to satisfy basic needs such as food, medicine, construction, handicrafts and textiles. Among these species, the damagua (*Poulsenia armata*) stands out, whose fibre is used in the production of handicraft products. However, the traditional methods of extraction of this fibre involve the felling of trees, threatening the sustainability of the species. The municipality of Alto Baudo in Choco is one of the main suppliers of damagua fibre, which is highly valued by artisans in Quibdo. In the community of San Francisco de Cugucho, we participated in the extraction of damagua, selecting 32 individuals with diameters between 15 and 40 cm, and heights between 5 and 15 m, which were felled and cut into 1 or 2 m segments, removing the outer bark to obtain the fibre. The bark was softened with a wooden mallet, washed with plenty of water and left to dry in the sun. Finally, 62 blankets were obtained, stored in 2 bundles of 31 blankets each, whose value varies between \$500,000 and \$600,000.

The process described above promotes logging and the elimination of seed-producing trees, putting the sustainability of the species at risk and making the search for individuals longer; furthermore, in the near future it would place the damagua in danger of

extinction, contravening conservation and sustainable use. This research aims to evaluate a sustainable alternative for obtaining fibre from standing individuals at 1, 2 and 3 m, determining aspects such as survival, bark recovery time and fibre characteristics, in order to enable local people to adopt sustainable methods and promote both the conservation of the species and the economic well-being of the communities.

**Keywords:** vegetable fibre, handicrafts, non-timber forest product, local communities, traditional knowledge, San Francisco de Cugucho

El departamento del Chocó alberga una flora de excepcional riqueza, con más de 6000 especies vegetales que son utilizadas por los habitantes para satisfacer sus necesidades básicas de alimentación, medicina, construcción, artesanías y textiles, y recibir ingresos por su comercialización. Entre estas especies se destaca la damagua (*Poulsenia armata*), un árbol de gran valor para las comunidades locales, ya que su fibra se utiliza en la elaboración de diversos productos artesanales (De la Pava, 2012). Sin embargo, los métodos tradicionales de extracción de esta fibra implican la tala de árboles, amenazando la sostenibilidad de la especie.

El municipio de Alto Baudó, localizado en la zona centro-occidente del departamento del Chocó, alberga en sus bosques la especie damagua, en diferentes estados de sucesión natural, la cual es uno de los principales proveedores de la fibra que sirve de materia prima a los artesanos de la ciudad de Quibdó (Gonzalez 2015). En la comunidad de San Francisco de Cugucho (Alto Baudó) se participó en la extracción de damagua. Se seleccionaron 32 individuos con diámetros entre 15 y 40 cm, y alturas entre 5 y 15 m, los cuales fueron talados y cortados en segmentos de 1 o 2 m, retirándoles la corteza externa para obtener la fibra. Se utilizó un mazo de madera para ablandar la corteza, se lavaron con abundante agua y se dejaron secar al sol durante 3 días. Finalmente, se obtuvieron 62 mantas, que fueron almacenadas en 2 bultos de 31 mantas cada uno, cuyo valor oscila entre \$500.000 y \$600.000 cada uno (Vargas et al, 2016), según las condiciones de oferta y demanda del mercado.

En el proceso de extracción descrito anteriormente se promueve la tala, lo cual implica la eliminación de cantidades considerables de individuos en estado fustal, que son los productores de semillas que permiten que se reproduzca la especie, colocando en peligro su sostenibilidad. Con el tiempo, esta situación ha generado que las jornadas de búsqueda de árboles con los requerimientos de diámetro y altura para obtener la fibra se tornen más largas y tediosas. Además, en el corto y mediano plazo se colocaría a la damagua en algún grado de amenaza, lo cual iría en contravía de la conservación y el aprovechamiento sostenible.

En ese sentido, la presente investigación busca evaluar una alternativa viable y sostenible para la obtención de la fibra de individuos en pie a 1, 2 y 3 m, determinando aspectos como supervivencia, tiempo de recuperación de la corteza y características de la fibra para su posterior aprovechamiento. Estos resultados permitirán la adopción y aplicación de esta alternativa por parte de los pobladores que se dedican a esta actividad, en pro de la conservación de la especie y el bienestar económico de las comunidades.

## Referencias

- De la Pava, R. (2012). *Ruta de aprovechamiento y producción de la damagua (Poulsenia armata) especie asociada a la producción artesanal en el Chocó*. Artesanías de Colombia.
- González, S. M. (2015). *Caracterización y aprovechamiento sostenible de la fibra de damagua (Poulsenia armata) en el departamento del Chocó, Colombia* [tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia].
- Vargas, P. L., Valoyes, C. Z., Ramírez, M. G. y Klinger, B. W. (2016). *Plan de manejo de Poulsenia armata (damagua) en tres comunidades indígenas del río Amporá, Alto Baudó - Chocó*. Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP) - Damaguarte.

# Homeopatía veterinaria en sistemas productivos

## Veterinary homeopathy in production systems

Ximena María Guzmán Perlaza

<https://orcid.org/0009-0006-5888-1746>

[ximena.guzman@unad.edu.co](mailto:ximena.guzman@unad.edu.co)

### Resumen

En la medicina veterinaria, el uso inadecuado de medicamentos puede favorecer el desarrollo de microorganismos resistentes a los fármacos, lo que representa un problema general en los sistemas productivos. Para abordar este asunto, se ha propuesto la medicina homeopática como una alternativa amigable y sostenible. La homeopatía se basa en el principio de similitud y se puede utilizar junto con la medicina alopática cuando es necesario, mejorando más rápido al animal y ayudando a reducir el tiempo del medicamento alopático utilizado. A diferencia de la medicina alopática, que utiliza dosis más altas de sustancias farmacológicas, la homeopatía utiliza dosis extremadamente diluidas.

Para este estudio, se llevó a cabo una caracterización en el municipio de Jamundí del departamento del Valle del Cauca, donde se evaluó la frecuencia de uso de medicamentos homeopáticos en sistemas pecuarios orientados a negocios verdes. Se identificaron ventajas en el uso de la homeopatía, como la reducción de residuos tóxicos, que garantizan la seguridad alimentaria y el bienestar de los consumidores, y la mejora de la producción animal aumentando su sistema inmunológico. Además, se destacó la importancia de la capacitación en este enfoque terapéutico, ya que la homeopatía requiere una comprensión profunda de los síntomas y la individualización del tratamiento.

En conclusión, la medicina homeopática ofrece una alternativa efectiva y segura para el cuidado de la salud animal con un enfoque holístico y preventivo, y un impacto ambiental mínimo. Una capacitación adecuada es crucial para permitir su aplicación en sistemas productivos desde una perspectiva ética y científica, a fin de maximizar dichos beneficios y promover prácticas más amigables con el medio ambiente.

**Palabras clave:** homeopatía, inmunidad, producción, sostenibilidad, sanidad

## Abstract

In veterinary medicine, the inappropriate use of medicines can favour the development of drug-resistant microorganisms, which represents a general problem in production systems. To address this issue, homeopathic medicine has been proposed as a friendly and sustainable alternative. Homeopathy is based on the principle of similarity and can be used together with allopathic medicine when necessary, improving the animal faster, helping to minimize the time of allopathic medicine when necessary, improving the animal faster and helping to reduce the time of allopathic medicine used. Unlike allopathic medicine, which uses higher doses of pharmacological substances, homeopathy uses extremely diluted doses.

For this study, a characterisation was carried out in the municipality of Jamundi in the department of Valle del Cauca, where the frequency of use of homeopathic medicines in livestock systems oriented towards green businesses was evaluated. Advantages in the use of homeopathy were identified, such as the reduction of toxic residues, guaranteeing food safety and consumer welfare, and the improvement of animal production by increasing their immune system. In addition, the importance of training in this therapeutic approach was highlighted, as homeopathy requires a deep understanding of the symptoms and individualisation of treatment.

In conclusion, homeopathic medicine offers an effective and safe alternative for animal health care with a holistic and preventive approach and minimal environmental impact. Proper training is crucial to enable its application in production systems from an ethical and scientific perspective, in order to maximise these benefits and promote more environmentally friendly practices.

**Keywords:** homeopathy, immunity, production, sustainability, health

En Colombia, los sistemas productivos se enfrentan a grandes retos para mejorar su sostenibilidad. El presente estudio se realizó en el municipio de Jamundí con el propósito de mejorar la sostenibilidad de los sistemas productivos. Se consideraron medicamentos homeopáticos como una opción más natural y menos perjudicial que los medicamentos convencionales o alopáticos (Gutiérrez, 2020). El objetivo principal de los sistemas productivos es mejorar la producción y preservar los recursos naturales. En este estudio se emplearon métodos como investigación descriptiva, análisis doc-

umental y una encuesta aplicada a diferentes actores del sector. El enfoque principal consistió en promover el uso responsable de productos homeopáticos en los sistemas productivos (Bellavite, 2015).

Como alcance se espera estimar la frecuencia del uso de los medicamentos homeopáticos en agronegocios, frente a los medicamentos alopáticos en el municipio de Jamundí. En el estudio se aplicó un enfoque cuantitativo para evaluar los sistemas productivos. Se utilizó un cuestionario tipo encuesta basado en el modelo de Likert para identificar la frecuencia de uso, los factores y los criterios específicos de selección, los cuales incluyeron la especie de pequeños rumiantes, el registro ante el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y el cumplimiento de normativas sanitarias. Se identificaron seis sistemas productivos que cumplían con todos los requisitos establecidos. Respecto a la homeopatía veterinaria, se observó que esta terapia busca mejorar la salud de los animales de manera integral, previniendo y tratando enfermedades. Además, se optimizaron las condiciones mediante una alimentación adecuada con bancos de proteína vegetal (Calleja, s. f.).

Los resultados indican que el 83 % de los encuestados valora los beneficios de los medicamentos homeopáticos en términos de economía, medio ambiente y sociedad. Más del 75 % considera que son eficaces para mejorar los sistemas productivos al reducir costos y aumentar la rentabilidad. Además, más del 79 % acepta esta terapia como una opción preventiva y curativa para los animales, contribuyendo a una producción de proteínas más segura (Dupree, 2010). Se evidencia que la mayoría de los sistemas productivos están adoptando medicamentos homeopáticos, considerándolos beneficiosos. Esto refleja un cambio prometedor hacia prácticas de producción más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente y, por tanto, un consumo de proteína más inocua (Cantero Barroso et al., 2021).

La homeopatía veterinaria desempeña un papel fundamental en la promoción de la sostenibilidad y la salud animal en la producción agropecuaria. Al mejorar la calidad de los productos y garantizar la seguridad alimentaria, contribuye al bienestar del consumidor. Esta terapia se presenta como una opción ecológica y segura para prevenir y tratar enfermedades en animales, al tiempo que optimiza la rentabilidad y la sostenibilidad de la ganadería. Sin embargo, su eficacia y seguridad dependen de una capacitación adecuada y el cumplimiento de normas de calidad y bioseguridad. Al adoptar un enfoque holístico y preventivo, la homeopatía minimiza su impacto ambiental y beneficia tanto a los animales como a los consumidores finales, contribuyendo a una producción más sostenible y saludable.

## Referencias

- Bellavite P. Homeopathy and integrative medicine: keeping an open mind. *J Med Person.* (2015). doi: 10.1007/s12682-014-0198-x
- Calleja, C. (s. f.). *Homeopatía en las granjas*. <https://www.homeopatia.net/wp-content/uploads/2016/04/dra-calleja-homeopatia-granjas.pdf>
- Cantero Barroso, D., Brown Vega, W., González Álvarez, M., Fernández Triana, I. y Valdez González, A. C. (2021). Inocuidad alimentaria *versus* residuos de medicamentos de uso veterinario: un acercamiento a la panorámica actual. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 31(1), 236-257. <https://revalnutricion.sld.cu/index.php/rcan/article/view/1104/pdf>
- Dupree, G. (2010). *Homeopathy in organic livestock production*. AcresUSA.
- Gutiérrez, L. (2020). Uso de medicina tradicional y alopática relacionada con la optometría en Bogotá. <https://ciencia.lasalle.edu.co/items/cc422c3a-b1c7-4c3a-b1bf-8f2caead473b>

# Innovación tecnológica para la seguridad alimentaria y la trazabilidad e inocuidad del cacao

## Technological innovation for food security and traceability and safety of cocoa

**Camilo Andrés Parra Urueta**

<https://orcid.org/0000-0002-6710-5152>

[cparraurueta63@correo.unicordoba.edu.co](mailto:cparraurueta63@correo.unicordoba.edu.co)

Semillero de investigación SOCRATES

Semillero de investigación GIPAVE

**Juan José Guzmán Pineda**

<https://orcid.org/0000-0002-1567-314X>

[jguzmanpineda56@correo.unicordoba.edu.co](mailto:jguzmanpineda56@correo.unicordoba.edu.co)

Semillero de investigación SOCRATES

Semillero de investigación GIPAVE

**Jorge Eliécer Gómez Gómez**

<https://orcid.org/0000-0001-8746-9386>

[jeliecergomez@correo.unicordoba.edu.co](mailto:jeliecergomez@correo.unicordoba.edu.co)

Semillero de investigación SOCRATES

**Armando Alvis Bermúdez**

<https://orcid.org/0000-0002-5638-271X>

[aalvisbermudez@correo.unicordoba.edu.co](mailto:aalvisbermudez@correo.unicordoba.edu.co)

Semillero de investigación GIPAVE

## Resumen

El presente estudio tiene como objetivo principal garantizar la seguridad alimentaria y la trazabilidad del cacao en la cadena agroindustrial de Córdoba, Colombia, mediante la implementación de tecnologías avanzadas. El proyecto está dividido en tres eslabones principales: agro y poscosechas, transformación y comercialización. El desarrollo de esta investigación se determina por medio de cuatro fases: la primera se refiere al análisis de la problemática; la segunda, al diseño de la solución con tecnologías de la información y de la comunicación (TIC); la tercera, a la implementación, y la cuarta, a las capacitaciones.

El primer eslabón, agro y poscosechas, abarca actividades como manejo del vivero, siembra, cosecha, preparación del suelo, registro de variables, fermentación, secado y acopio. Este eslabón se gestiona con el *software* de trazabilidad desarrollado en Laravel y Next JS, que proporciona una plataforma robusta para el seguimiento de cada lote de cacao desde su origen. El segundo eslabón, transformación, incluye los procesos de tostión, molienda, descascarillado, refinado y conchado. Estos procesos también están integrados en el *software* de trazabilidad, asegurando que cada etapa de la producción esté documentada y sea accesible para su verificación. El tercer eslabón, comercialización, se gestiona con una herramienta de visualización para la trazabilidad de los lotes de cacao, desde la selección de la semilla hasta su venta final. Este *software* ofrece una visión completa y transparente de la cadena de producción, resaltando las prácticas sostenibles y la calidad del producto final. La implementación de tecnologías garantiza la seguridad alimentaria y la inocuidad de los alimentos, proporcionando a los consumidores acceso a la información detallada mediante códigos QR.

**Palabras clave:** tecnología alimentaria, sostenibilidad, calidad del cacao, cadena de suministro, *software* de trazabilidad, innovación agrícola

## Abstract

The main objective of this study is to guarantee food security and traceability of cocoa in the agro-industrial chain of Córdoba, Colombia, through the implementation of advanced technologies. The project is divided into three main segments: agriculture and post-harvest, processing and marketing. The development of this research is determined by means of four phases: the first phase refers to the analysis of the problem; the second phase, to the design of the solution with Information and Communication Technologies (ICT); the third phase, to implementation; and the fourth phase, to training.

The first segment, agriculture and post-harvest, covers activities such as nursery management, planting, harvesting, soil preparation, recording of variables, fermentation, drying and storage. This segment is managed with traceability software developed in Laravel and Next JS, which provides a robust platform for tracking each batch of cocoa from its origin. The second segment, processing, includes the roasting, grinding, dehulling, refining and conching processes. These processes are also integrated into the traceability software, ensuring that each stage of production is documented and accessible for verification. The third segment, marketing, is managed with a visualisation tool for the traceability of cocoa batches, from seed selection to final sale. This software offers a complete and transparent view of the production chain, highlighting sustainable practices and the quality of the final product. The implementation of technologies guarantees food security and food safety by providing consumers with access to detailed information via QR codes.

**Keywords:** food technology, sustainability, cocoa quality, supply chain, traceability software, agricultural innovation

La trazabilidad en la cadena de suministro del cacao es un desafío debido a la complejidad de los procesos involucrados, que incluyen la producción, el procesamiento, el almacenamiento y la distribución; además, es fundamental para garantizar que los productos de cacao sean inocuos y seguros para el consumo (Huertas Moreno, 2019). La dispersión de la información y la falta de herramientas de tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) en el sector cacaotero colombiano limitan la capacidad de los productores para, por un lado, conocer de manera detallada el flujo de información y tomar mejores decisiones (Cañar Serna et al., 2022) y, por otro, mejorar la trazabilidad y la seguridad alimentaria (Angulo Quiñones, 2012).

De acuerdo con Lafargue-Molina (2021), la trazabilidad es una responsabilidad fundamental en la industria alimentaria, que tiene varias implicaciones para los procesos rentables, logísticos y de verificación de calidad. En ese sentido, se lleva a cabo para lograr la protección del consumidor al enfocarse en el retiro y la eliminación de los productos alimenticios no consumibles, así como en la investigación de las causas de los problemas de inocuidad de los alimentos. De manera que no solamente se ha demostrado que esta tecnología ayuda a la sociedad, sino que le brinda a la empresa la seguridad de no fallar ni perder la confianza de sus clientes.

El proyecto de trazabilidad y seguridad alimentaria del cacao en la cadena agroindustrial de Córdoba, Colombia, surge como una respuesta a la necesidad de garantizar productos de alta calidad y seguros para el consumo. La implementación de tecnologías 4.0 permite no solo mejorar la transparencia y la confianza en la cadena de suministro,

sino también promover prácticas sostenibles y beneficiosas para productores y consumidores. El objetivo principal del proyecto es asegurar la trazabilidad completa y la seguridad alimentaria del cacao a lo largo de toda la cadena de producción, desde el vivero hasta la comercialización final. El proyecto se estructura en tres eslabones principales, definidos a través de un proceso metodológico que incluyó varias fases clave:

1. *Análisis*: se realizaron visitas al territorio, a centrales de beneficio y a la industria de transformación para comprender las necesidades específicas de los beneficiarios y desarrollar un *software* a la medida. Durante esta fase, se recolectó información crucial que sirvió como base para las siguientes etapas del proyecto.
2. *Diseño*: se evaluaron diversas tecnologías, seleccionando finalmente el marco de trabajo Laravel debido a su estructura organizada y a los bajos costos de sostenibilidad para los beneficiarios. Laravel no solo facilita el desarrollo y el mantenimiento del *software*, sino que también ofrece una solución económica en términos de hospedaje en la nube.
3. *Implementación*: se procedió a la codificación de la solución, manteniendo un proceso de retroalimentación constante con los beneficiarios para garantizar que el *software* cumpliera con sus expectativas y necesidades.

Actualmente, el proyecto se encuentra en la fase de *capacitación y puesta en marcha*, asegurando que los usuarios estén completamente familiarizados con la herramienta. Los resultados parciales incluyen el análisis detallado de los procesos involucrados en los eslabones de agro y poscosechas, y transformación, así como la elaboración de un documento de especificaciones técnicas; el desarrollo y la validación de una Máquina Virtual Paralela (Parallel Virtual Machine [PVM]) del *software*; la creación de un diseño detallado para la plataforma de visualización; la implementación del diseño de la interfaz de usuario; la creación de manuales de usuario, tutoriales en video y guías de capacitación para facilitar la comprensión y el uso del *software* por parte de los beneficiarios, y la ejecución de talleres de capacitación para estos, que aborden el uso práctico del *software* de trazabilidad y la plataforma de visualización, con evaluaciones de conocimientos adquiridos.

La implementación de tecnologías en la cadena agroindustrial del cacao, especialmente en regiones como Córdoba, ha demostrado ser crucial para abordar varios desafíos clave. La trazabilidad y la seguridad alimentaria no solo son vitales para garantizar productos de alta calidad, también juegan un papel fundamental en la competitividad del cacao colombiano en el mercado global. La trazabilidad es un componente esencial para la industria del cacao, ya que permite documentar cada etapa del proceso productivo,

desde el vivero hasta la comercialización final. Al integrar tecnologías 4.0, como el *software* desarrollado, se mejora significativamente la capacidad para monitorear y verificar cada paso, lo que no solo asegura la calidad del producto, sino que también incrementa la confianza de los consumidores.

Los procesos de transformación, como la tostión, la molienda y el conchado, son críticos para la calidad final del cacao. Al implementar un sistema que documente y controle estos procesos, se logra una mejora continua en la calidad del producto. Esto, a su vez, permite a los productores cumplir con los estándares internacionales y acceder a mercados más exigentes. El proyecto ha demostrado ser una iniciativa exitosa para mejorar la trazabilidad y la seguridad alimentaria en la cadena de producción del cacao en Córdoba, Colombia. La implementación de un sistema robusto de trazabilidad ha permitido documentar y verificar cada etapa de la cadena productiva, desde el vivero hasta la comercialización final, asegurando un producto de alta calidad y fortaleciendo la confianza de los consumidores.

Los beneficios de este proyecto son significativos tanto para los productores como para los consumidores. Para los productores, la posibilidad de acceder a mercados internacionales y obtener mejores precios por su producto es una ventaja directa. Para los consumidores, la capacidad de verificar la calidad y el origen del cacao proporciona una mayor confianza en el producto que están adquiriendo. Para continuar con el éxito de este proyecto, es necesario seguir mejorando el sistema de trazabilidad, incorporando nuevas tecnologías y capacitando continuamente a los beneficiarios. Además, se recomienda la ampliación del proyecto a otras regiones productoras de cacao en Colombia para maximizar su impacto.

## Referencias

- Angulo Quiñones, J. J. (2012). *Caracterización de los sistemas productivos del río Rosario, Tumaco, Nariño* [tesis de maestría, Universidad de Nariño]. <https://sired.udenar.edu.co/2970/1/85598.pdf>
- Cañar Serna, D. Y., Sepúlveda Forero, J. L., Martínez Pachón, E. y Tibaduiza Castañeda, L. P. (2022). Diseño de un sistema de trazabilidad como soporte al modelo productivo de cacao en la cordillera nariñense colombiana. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 9(1), 30-41. <https://doi.org/10.53287/ifok7070mq36r>
- Huertas Moreno, A. P. (2019). Contextualización del concepto de inocuidad en el concepto de seguridad alimentaria y nutricional. *Alimentos Hoy*, 27(48), 27-50.

Lafargue-Molina, P. (2021). *Marker development for the traceability of certified sustainably produced cacao (Theobroma cacao) in the chocolate industry* [doctoral thesis, University of the West of England]. [https://uwe-repository.worktribe.com/preview/7278444/Corrections%20Thesis%20PhD%20Pedro\\_Lafargue.pdf](https://uwe-repository.worktribe.com/preview/7278444/Corrections%20Thesis%20PhD%20Pedro_Lafargue.pdf)

# Las mujeres amazónicas, sus chagras y sus distintas formas de producir alimento en el departamento del Amazonas, Colombia

## Amazonian women, their chagras and their different ways of producing food in the department of Amazonas, Colombia

Paola Moreno Núñez

<https://orcid.org/0000-0001-7829-7578>

[paola.moreno@unad.edu.co](mailto:paola.moreno@unad.edu.co)

Semillero de investigación PAI-UNAD

Anitalia Pijachi

[asociacionmonillaringo@gmail.com](mailto:asociacionmonillaringo@gmail.com)

## Resumen

La chagra es un sistema de producción de alimento tradicional amazónico, liderado por las mujeres indígenas, dado que ellas tienen las semillas. Este sistema fortalece las relaciones sociales en comunidad, da alimento a sus familias y les permite vincularse a los mercados locales. A partir del entendimiento de su multifuncionalidad y diversidad, este estudio profundizó en los sistemas de producción tradicional indígena de mujeres amazónicas de la comunidad de San José km 2 del Trapecio amazónico en Colombia. El trabajo se desarrolló en el 2023 con 29 unidades familiares durante 3 meses, en los que se realizaron visitas a sus chagras y entrevistas semiestructuradas.

Se pudo establecer que estas 29 unidades familiares tienen 61,39 ha. Asimismo, se encontró que cada unidad familiar en su chagra tiene un sistema conformado por

cinco modos de producción ancestral, los cuales denominan: 1) la chagra de siembra nueva, 2) la chagra de resiembra, 3) la chagra de cosecha, 4) la chagra de rastrojo y 5) la chagra de frutales. Estas chagras ocupan 55,05 ha de las 61,39 ha. La diferencia de área de 6,34 ha corresponde a un bosque conservado, que también provee recursos principalmente de medicina tradicional; aunque no es catalogado como chagra, tiene un manejo ambiental diferencial para su sostenimiento, de modo que les proporcione lo necesario en tiempo de enfermedad. Estas cinco chagras requieren un conocimiento ancestral para su manejo, ya que de este depende que puedan tener disponibilidad de alimentos diariamente y la capacidad de relacionarse con la comunidad, así como generar relaciones comerciales a nivel comunitario.

**Palabras clave:** mujeres chagreras, sistemas agrícolas tradicionales, alimento, conocimiento ancestral

## Abstract

The chagra is a traditional Amazonian food production system, led by indigenous women, as they have the seeds. This system strengthens social relations in the community, provides food for their families and allows them to link to local markets. Based on an understanding of their multifunctionality and diversity, this study delved into the traditional indigenous production systems of Amazonian women in the community of San Jose km 2 of the Amazonian Trapezoid in Colombia. The work was carried out in 2023 with 29 family units for 3 months, during which visits to their chagras, and semi-structured interviews were conducted.

It was established that these 29 family units have 61.39 ha. It was also found that each family unit in their chagra has a system made up of five ancestral modes of production, which they call: 1) the new sowing chagra, 2) the replanting chagra, 3) the harvesting chagra, 4) the stubble chagra and 5) the fruit tree chagra. These chagras occupy 55.05 ha of the 61.39 ha. The difference in area of 6.34 ha corresponds to a conserved forest, which also provides resources mainly for traditional medicine; although it is not catalogued as a chagra, it has a differential environmental management for its sustainability, so that it provides them with what they need in times of illness. These five chagras require ancestral knowledge for their management, as this is the basis for the daily availability of food and the ability to interact with the community, as well as to generate commercial relations at the community level.

**Keywords:** chagrarian women, traditional agricultural systems, food, ancestral knowledge

La chagra es la unidad agrícola básica de las poblaciones indígenas; por tanto, es una de las principales fuentes de alimentación en el Trapecio amazónico (Arias García et al., 2005). Su objetivo es producir alimento y conservar las semillas tradicionales, que le fueron dadas a cada grupo étnico (Rodríguez, 2010). También es un sistema de producción enfocado a las relaciones con la naturaleza y a las relaciones materiales con una economía local. Por consiguiente, la chagra, con su enfoque multidimensional, constituye un elemento importante en el escenario mundial actual, que busca transformar los patrones tanto de producción como de consumo y que enfrenta el doble reto de erradicar el hambre y construir sistemas alimentarios sostenibles e inclusivos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], s. f.).

Actualmente, en el Trapecio amazónico, la vida de una parte de la población, sobre todo la que no habita en los centros urbanos, sigue dependiendo directamente de los recursos que proporcionan sus sistemas de producción de alimento (Acosta Muñoz et al., 2020). Por tanto, las poblaciones desarrollan diferentes tipos de chagra, ya que las formas de producir alimentos como frutas y tubérculos amazónicos deben realizarse bajo los lineamientos de producción tradicional, que en términos generales pueden ser catalogados como sistemas agroecológicos (Altieri, 1999; Altieri y Nicholls, 2000).

En ese sentido, este estudio buscó establecer las distintas formas de producción agrícola que tienen las mujeres indígenas en el Trapecio amazónico por tratarse de una manera distinta de ver el sistema, ya que generalmente solo se habla de una chagra, pero las poblaciones tienen hasta cinco tipos de chagras distintas que se relacionan entre ellas. Se trabajó con la comunidad de San José ubicada en el kilómetro 6, la cual pertenece al Resguardo Indígena Ticuna-Huitoto Kilómetro 6 y 11 en el municipio de Leticia, departamento del Amazonas, Colombia, cuyo territorio fue catalogado como reserva y delimitado mediante la Resolución 025 de 1978 con un área de 8000 ha según el Instituto Colombiano de la Reforma Agraria [Agencia, Nacional de Tierras, 2021].

El proyecto planteó recolectar información primaria y secundaria para realizar un análisis de tipo analítico y descriptivo. De manera que se realizaron reuniones con las mujeres chagreras de la comunidad que estuvieran interesadas en hacer parte del estudio. Finalmente, se visitaron un total de 29 unidades familiares. Se realizaron visitas a sus sistemas de producción, así como entrevistas semiestructuradas entre octubre y noviembre del 2023. En cada chagra visitada se tomaron medidas de georreferenciación, con el fin de establecer el área destinada por cada familia para cada uno de los tipos de sistemas productivos. Para esto, se utilizó la aplicación de Psyberia AlpineQuest GPS Hiking 2.0.7.

Se estableció que estas 29 unidades familiares tienen en total 61,39 ha, área que se denomina comúnmente como la chagra familiar. Sin embargo, se encontró que en realidad existen cinco tipos de chagras a partir de las descripciones de las chagreras: 1) la chagra de siembra nueva, 2) la chagra de resiembra, 3) la chagra de cosecha, 4) la chagra de rastrojo y 5) la chagra de frutales. Estos cinco tipos de chagra ocupan 55,05 ha de las 61,39 ha. La diferencia de área de 6,34 ha corresponde a terrenos reserva, de acuerdo con la categorización de la población encuestada. En general, se estableció la presencia de 58 especies de plantas para usos alimenticios, maderables y medicinales, que hacen parte de las distintas chagras encontradas dentro de las grandes chagras de las unidades familiares.

Finalmente, se identificó que la chagra no tiene solo una forma de producción de alimento y que cada una de las chagras requiere un trabajo agrícola tradicional distinto, ya que algunos cultivos son perennes y otros transitorios. Asimismo, se identificaron las especies cultivadas en cada chagra y cómo es el manejo de estas dentro de las unidades familiares.

## Referencias

- Acosta Muñoz, L. E., Mendoza Hernández, D., De la Cruz Nassar, P. E. y Murcia García, U. G. (2020). *Indicadores de Bienestar Humano Indígena (IBHI). Primer reporte sobre el estado de los modos de vida y territorios de los pueblos indígenas del departamento de Amazonas. Colombia*. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. [https://sinchi.org.co/files/publicaciones/novedades%20editoriales/pdf/Indicadores%20de%20Bienestar\\_WEB.pdf](https://sinchi.org.co/files/publicaciones/novedades%20editoriales/pdf/Indicadores%20de%20Bienestar_WEB.pdf)
- Agencia Nacional de Tierra (2021). Acuerdo No. 212 de 2021. <https://www.ant.gov.co/sites/default/files/2024-06/documentos/archivos/ACUERDO-212.pdf#:~:text=%2D%20Que%20el%20resguardo%20ind%C3%ADgena%20Ticuna%20Huitoto,carretera%20que%20de%20Leticia%20conduce%20a%20Tarapac%C3%A1.>
- Altieri, M. A. (1999). *Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable*. Editorial Nordan-Comunidad.
- Altieri, M. y Nicholls., C. I. (2000). *Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

- Arias García, J. C., Ramos del Águila, L. Á., Huaines, F. J., Acosta Muñoz, L. E., Camacho González, H. A. y Marín Galeano, Z. Y. (2005). *Diversidad de yucas (Manihot esculenta Crantz) entre los ticuna: riqueza cultural y genética de un producto tradicional*. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. [https://sinchi.org.co/files/publicaciones/publicaciones/pdf/diversidad\\_yucas.pdf](https://sinchi.org.co/files/publicaciones/publicaciones/pdf/diversidad_yucas.pdf)
- Rodríguez, C. (2010). Sistemas agrícolas - chagras - y seguridad alimentaria. Tropenbos Internacional Colombia.
- FAO. (2021). Sistema agroecológico tradicional de chagras amazónicas en el medio Caquetá. Food and agriculture data. [https://sembrandocapacidades.fao.org.co/wp-content/uploads/2022/01/8\\_Sistema-agroecologico-tradicional-de-chagras-amazonicas-en-el-medio-Caqueta\\_compressed.pdf](https://sembrandocapacidades.fao.org.co/wp-content/uploads/2022/01/8_Sistema-agroecologico-tradicional-de-chagras-amazonicas-en-el-medio-Caqueta_compressed.pdf)

# Monitoreo de variables críticas en la fermentación del cacao mediante dispositivos IoT

## Monitoring critical variables in cocoa fermentation using IoT devices

**Juan José Guzmán Pineda**

<https://orcid.org/0000-0002-1567-314X>

[jguzmanpineda56@correo.unicordoba.edu.co](mailto:jguzmanpineda56@correo.unicordoba.edu.co)

Semillero de investigación SOCRATES

Semillero de investigación GIPAVE

**Camilo Andrés Parra Urueta**

<https://orcid.org/0000-0002-6710-5152>

[cparraurueta63@correo.unicordoba.edu.co](mailto:cparraurueta63@correo.unicordoba.edu.co)

Semillero de investigación SOCRATES

Semillero de investigación GIPAVE

**Jorge Eliécer Gómez Gómez**

<https://orcid.org/0000-0001-8746-9386>

[jeliecergomez@correo.unicordoba.edu.co](mailto:jeliecergomez@correo.unicordoba.edu.co)

Semillero de investigación SOCRATES

**Armando Alvis Bermúdez**

<https://orcid.org/0000-0002-5638-271X>

[aalvisbermudez@correo.unicordoba.edu.co](mailto:aalvisbermudez@correo.unicordoba.edu.co)

Semillero de investigación GIPAVE

## Resumen

La fermentación del cacao en Córdoba, Colombia, enfrenta desafíos debido a la baja adopción tecnológica y la falta de control, resultando en mala calidad del grano y

pérdidas económicas para los productores. Precisamente, las tecnologías IoT (internet de las cosas) optimizan procesos agrícolas y mejoran la calidad del producto final. En la fermentación del cacao, el monitoreo continuo de variables críticas garantiza una fermentación adecuada. El objetivo de este estudio es implementar un sistema de monitoreo en tiempo real con sensores IoT para controlar la temperatura y la humedad relativa, que envíe mensajes de texto tipo alertas a fin de mejorar la trazabilidad del cacao. Este proyecto implementa dispositivos IoT para monitorear variables críticas durante la fermentación, mejorando la calidad del grano y la seguridad alimentaria.

La metodología incluye el uso de sensores DHT11 y DS18B20 para medir la temperatura y la humedad relativa, conectados a una Raspberry Pi que procesa y envía los datos a una plataforma centralizada. El *software* es desarrollado en Python para manejar y almacenar los datos. Los resultados esperados son una mejora en la calidad del grano mediante un control preciso de la fermentación, reducción de pérdidas económicas por fermentaciones inadecuadas y un aumento de la transparencia en la cadena de suministro. En conclusión, la tecnología IoT en el monitoreo de la fermentación del cacao en Córdoba ofrece una solución efectiva para los problemas de calidad y control, promoviendo prácticas agrícolas sostenibles y transparentes.

**Palabras clave:** automatización de procesos, calidad del cacao, tecnología agrícola, rendimientos agrícolas, monitoreo de dispositivos IoT, variables críticas

## Abstract

Cocoa fermentation in Cordoba, Colombia, faces challenges due to low technological adoption and lack of control, resulting in poor grain quality and economic losses for producers. Precisely, IoT (internet of things) technologies optimise agricultural processes and improve the quality of the final product. In cocoa fermentation, continuous monitoring of critical variables ensures proper fermentation. The objective of this study is to implement a real-time monitoring system with IoT sensors to control temperature and relative humidity, which sends text message alerts to improve cocoa traceability. This project implements IoT devices to monitor critical variables during fermentation, improving grain quality and food security.

The methodology includes the use of DHT11 and DS18B20 sensors to measure temperature and relative humidity, connected to a Raspberry Pi that processes and sends the data to a centralised platform. The software is developed in Python to manage and store the data. The expected results are an improvement in grain quality through precise fermentation control, reduction of economic losses due to improper fermentations

and increased transparency in the supply chain. In conclusion, IoT technology in cocoa fermentation monitoring in Córdoba offers an effective solution to quality and control problems, promoting sustainable and transparent agricultural practices.

**Keywords:** process automation, cocoa quality, agricultural technology, agricultural yields, IoT device monitoring, critical variables

Las tecnologías IoT se están utilizando a nivel global para automatizar diversos procesos en los cultivos, desde los más básicos hasta los más complejos. La demanda de estas tecnologías ha aumentado significativamente en el sector agrícola para mejorar la productividad, la rentabilidad y la calidad. Tanto agricultores como académicos buscan soluciones para maximizar los recursos disponibles y mejorar la producción. Para ello, se emplean tecnologías como la automatización de procesos, la obtención de información y el análisis de datos (Wilches Carreño, 2023).

La fermentación influye significativamente en la calidad y el sabor del cacao, pero aún es un proceso descontrolado, lo que causa variabilidad entre fincas. Cultivar cacao es arriesgado debido a las variaciones en los rendimientos por condiciones climáticas, plagas y enfermedades. En ese sentido, se estudian los microbios en la fermentación, su dinámica de crecimiento y su impacto en el sabor, variables que dependen de la temperatura y la humedad relativa (Latham, 2022). Entre las investigaciones relevantes sobre esta temática se encuentran:

- *IoTcocoa - an IoT platform to assist gourmet cocoa production*: consiste en un sistema basado en web IoT para el control y el seguimiento de la calidad, el sabor, el color y el aroma definidos del cacao, con el fin de evitar enfermedades comunes para los árboles de cacao, entre las que se destaca la enfermedad de escoba de luna, un hongo agresivo que puede matar a la planta y acabar con fincas enteras (Abijaude et al., 2019).
- *Implementación de un sistema IoT-WLAN para el control de la fermentación de cerveza artesanal en Río de Janeiro - Brasil*: consiste en un sistema que permite controlar y monitorear el proceso de fermentación de la cerveza, de modo que las cervecerías artesanales puedan tener producciones más homogéneas y, así, comercializar productos estandarizados. En particular, se busca que la receta producida en una cervecería gitana alquilada tenga las características deseadas (Tamo Calla, 2023).

La fermentación del cacao en Córdoba, Colombia, enfrenta serios desafíos debido a la baja adopción de tecnología y la falta de control adecuado. Estos factores resultan en una mala calidad del grano y pérdidas económicas significativas para los productores.

Este proyecto se enfoca en la implementación de dispositivos IoT para monitorear variables críticas durante la fermentación del cacao, con el objetivo de mejorar tanto la calidad del grano como la seguridad alimentaria. La metodología del proyecto incluye los siguientes componentes clave:

- Se emplean sensores DHT11 y DS18B20 para medir la temperatura y la humedad relativa en tiempo real.
- Los sensores están conectados a una Raspberry Pi que procesa los datos y los envía a una plataforma centralizada.
- El *software*, desarrollado en Python, maneja y almacena los datos recolectados. Además, se configura para enviar alertas vía mensajes de texto cuando las variables medidas se desvían de los rangos óptimos.

Los resultados del proyecto esperados incluyen:

- Un control más preciso de las condiciones de fermentación, mejorando significativamente la calidad del grano de cacao.
- La optimización del proceso de fermentación mediante el monitoreo continuo y la generación de alertas, reduciendo las pérdidas económicas causadas por fermentaciones inadecuadas.

El proyecto demuestra que la incorporación de dispositivos IoT en el monitoreo de la fermentación del cacao puede abordar eficazmente los problemas de calidad y control que enfrentan los productores en Córdoba, Colombia. Al mejorar la calidad del grano y reducir las pérdidas económicas, se promueven prácticas agrícolas sostenibles y transparentes, alineadas con las tendencias globales de seguridad alimentaria. Las tecnologías IoT no solo optimizan los procesos agrícolas, sino que también fortalecen la cadena de suministro, beneficiando tanto a productores como a consumidores.

## Referencias

- Abijaude, J. W., Santiago, L., De Lima Sobreira, P., Wahab, O. A., & Greve, F. (2019, 11-13 November). IoTcocoa - an IoT platform to assist gourmet cocoa production. *2019 IEEE Latin-American Conference on Communications, (LATINCOM)*, Salvador, Brazil. <https://doi.org/10.1109/LATINCOM48065.2019.8937903>
- Latham, K. (2022, 9 de julio). *Cómo la ciencia está mejorando el sabor del chocolate*. BBC News Mundo. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-62094877>

Tamo Calla, A. R. (2023). *Implementación de un sistema IoT-WLAN para el control de la fermentación de cerveza artesanal en Río de Janeiro - Brasil* [tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín]. [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSA\\_ce89863132693b72b90514bf2236b579](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSA_ce89863132693b72b90514bf2236b579)

Wilches Carreño, S. E. (2023). *Propuesta arquitectura de IoT para cultivos de cacao* [trabajo de grado, Universidad Santo Tomás]. <http://hdl.handle.net/11634/50168>

# Prevalencia y factores de riesgo de *Eimeria* spp. en conejos (*Oryctolagus cuniculus*) de sistemas de producción en Boyacá

## Prevalence and risk factors of *Eimeria* spp. in rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) from production systems in Boyaca

Sandra Paola Rodríguez González

<https://orcid.org/0000-0002-1037-7843>

sandra.rodriquezg@unad.edu.co

Semillero de investigación SISPRO

Janeth Esperanza Deháquiz Mejía

<https://orcid.org/0000-0002-2039-8891>

janeth.dehaquiz@unad.edu.co

Semillero de investigación SISPRO

Jimmy Jolman Vargas Duarte

<https://orcid.org/0000-0003-3110-9909>

jjvargasd@unal.edu.co

## Resumen

La cunicultura se ha desarrollado considerablemente en las zonas rurales en respuesta a las crecientes necesidades nutricionales de la población, especialmente en términos de proteína animal. El conejo es considerado un animal ideal para la producción de carne, debido a su corto ciclo productivo y alta capacidad de conversión alimenticia. El

objetivo de este estudio fue determinar la prevalencia e identificar los factores de riesgo de *Eimeria* spp. en 50 sistemas productivos cunícolas de 9 municipios del departamento de Boyacá. Para esto, se recolectaron 172 muestras de estiércol directamente del recto del animal. Las muestras se analizaron mediante el método de McMaster. Además, se obtuvieron datos sobre las granjas y las prácticas de manejo mediante un cuestionario, encuestas y entrevistas a los productores.

Los resultados revelaron que la prevalencia de *Eimeria* spp. y nematodos es de 99 % para los conejos muestreados. Los sistemas productivos con mayor presencia de *Eimeria* spp. se encuentran en los municipios de Santa Rosa de Viterbo con 50,3 % y Tibasosa con 21,9%, y aquellos con mayor presencia de nematodos se encuentran en Belén con 41 % y Tibasosa con 23 %. En relación con el género, las hembras tienen un 80 % y un 55 % de presencia de *Eimeria* spp. y nematodos, respectivamente. Los análisis mostraron que la prevalencia de *Eimeria* spp. fue significativamente mayor en las granjas que no cumplían con buenas condiciones de bioseguridad y limpieza de jaulas, pisos y techos, y con alimentación y bebedero no convencionales; mientras que la prevalencia de nematodos fue significativa en conejos con malas condiciones de crianza. En conclusión, este estudio demostró que la prevalencia de estos dos parásitos en conejos de la población de Boyacá es relevante y puede tener implicaciones importantes para la industria cunícola y la salud pública, especialmente en las zonas rurales.

**Palabras clave:** conejos, *Eimeria* spp., McMaster, nematodos, parásitos, prevalencia

## Abstract

Rabbit farming has developed considerably in rural areas in response to the growing nutritional needs of the population, especially in terms of animal protein. The rabbit is considered an ideal animal for meat production, due to its short productive cycle and high feed conversion capacity. The objective of this study was to determine the prevalence and identify the risk factors of *Eimeria* spp. in 50 rabbit production systems in 9 municipalities of the department of Boyaca. For this purpose, 172 manure samples were collected directly from the rectum of the animal. The samples were analysed using the McMaster method. In addition, data on the farms and management practices were obtained by means of a questionnaire, surveys and interviews with the producers.

The results revealed that the prevalence of *Eimeria* spp. and nematodes is 99% for the sampled rabbits. The production systems with the highest presence of *Eimeria* spp. are in the municipalities of Santa Rosa de Viterbo with 50.3% and Tibasosa with 21.9%, and those with the highest presence of nematodes are in Belen with 41% and Tibasosa

with 23%. In relation to gender, females have 80% and 55% presence of *Eimeria* spp. and nematodes, respectively. Analyses showed that the prevalence of *Eimeria* spp. was significantly higher in farms without good biosecurity conditions and cleanliness of cages, floors and roofs, and with unconventional feeding and drinking troughs; while the prevalence of nematodes was significant in rabbits with poor husbandry conditions. In conclusion, this study demonstrated that the prevalence of these two parasites in rabbits in the population of Boyaca is relevant and may have important implications for the rabbit industry and public health, especially in rural areas.

**Keywords:** rabbits, *Eimeria* spp., McMaster, nematodes, parasites, prevalence

La cunicultura se ha desarrollado considerablemente en las zonas rurales (Swarnkar et al., 2024) en respuesta a las crecientes necesidades nutricionales de la población, especialmente en términos de proteína animal (Henneb et al., 2023). El conejo es considerado un animal ideal para la producción de carne, debido a su corto ciclo productivo y alta capacidad de conversión alimenticia (Dalle Zotte y Szendrő, 2011). Según Mancini y Paci (2021), el ambiente en el que viven los conejos es un factor importante para su salud y productividad. Precisamente, el estrés y los patógenos son las principales causas de diarrea en conejos; de hecho, la diarrea de los conejos puede tener graves consecuencias para la industria cunícola. Este síntoma puede ser causado por bacterias, virus o parásitos, y puede ocurrir en conejos de todas las edades, aunque los conejos jóvenes en el momento del destete tienen más probabilidades de verse afectados (Li et al., 2012). Los conejos son susceptibles a varios parásitos; algunas de las enfermedades parasitarias que requieren especial atención son: la coccidiosis, la sarna o cancro del oído, la sarna cutánea y las enfermedades intestinales.

Los alcances de este trabajo son determinar la prevalencia e identificar los factores de riesgo de *Eimeria* spp. en conejos posiblemente infectados en el departamento de Boyacá. El estudio se desarrolló en 9 municipios de Boyacá, donde se identificaron 50 granjas cunícolas y se utilizaron un total de 172 conejos. Se recolectaron muestras de estiércol directamente del recto del animal, las cuales fueron embaladas y procesadas en los laboratorios multipropósito del Centro de Educación a Distancia (CEAD) Duitama y del CEAD Sogamoso, siguiendo la técnica de McMaster (Foreyt, 2013). Además, se obtuvieron datos sobre las granjas y las prácticas de manejo mediante un cuestionario, encuestas y entrevistas a los productores.

Los resultados revelaron que la prevalencia de *Eimeria* spp. y nematodos es de 99% para los conejos muestreados. Los sistemas productivos con mayor presencia de *Eimeria* spp. se encuentran en Santa Rosa de Viterbo con 50,3% y Tibasosa con 21,9%; mientras que aquellos con mayor presencia de nematodos se encuentran en Belén

con 41 % y Tibasosa con 23%. En relación con el género, las hembras tienen un 80 % y un 55 % de presencia de *Eimeria* spp. y nematodos, respectivamente. Los resultados obtenidos fueron analizados utilizando el *software* SPSS 26.

Los parásitos internos de los conejos incluyen organismos muy diminutos conocidos como protozoos. Los conejos están expuestos a diversas infecciones parasitarias durante su vida y actúan como huéspedes intermediarios o finales de estas infecciones. En general, la infección provoca un menor aumento de peso corporal en comparación con los conejos no infectados, mientras que una infección grave provoca la muerte. La ventaja de este estudio es que cuenta con una base de datos que utilizan los investigadores para analizar los tipos de parásitos internos que afectan a los conejos.

Los análisis mostraron que la prevalencia de *Eimeria* spp. fue significativamente mayor en las granjas que tienen altos factores de riesgo, como no tener establecido un buen plan de bioseguridad; no realizar constantemente la limpieza de jaulas, pisos y techos, y manejar comederos y bebederos no convencionales (tasas y botellas de plástico). Los resultados obtenidos coincidieron con los reportados por Lei Deng (2017), que muestran que las infecciones digestivas parasitarias están relacionadas con factores como el entorno geográfico y ecológico, el estado de salud de los conejos y el tamaño de la muestra.

Es posible que las variaciones en las tasas de prevalencia observadas en diferentes estudios se deban a los distintos métodos de detección utilizados en los laboratorios. En un estudio realizado en Europa, el método de detección utilizado fue el coproantígeno ELISA (Pantchev et al., 2014). Por otro lado, en estudios realizados en provincias chinas, el método de detección utilizado fue la tinción con yodo de Lugol combinada con análisis microscópico. Sin embargo, según Rousseau et al. (2018), la técnica de tinción y flotación se considera inespecífica y poco confiable en comparación con la prueba de PCR. Estas técnicas pueden subestimar la prevalencia de la infección, ya que no pueden detectar infecciones de baja intensidad y los quistes pueden excretarse de forma intermitente, además, es posible que no estén presentes en todas las heces.

En conclusión, este estudio demostró que la prevalencia de estos dos parásitos (*Eimeria* spp. y nematodos) en conejos del departamento de Boyacá es relevante y puede tener implicaciones importantes para la industria cunícola y la salud pública, especialmente en las zonas rurales. Los parásitos son ubicuos en el medio ambiente y a menudo se transmiten por vía fecal-oral en los conejos, por lo que la implementación de buenas prácticas de manejo, limpieza y bioseguridad pueden disminuir la tasa de prevalencia de parásitos.

## Referencias

- Dalle Zotte, A., & Szendrő, Z. (2011). The role of rabbit meat as functional food. *Meat Science*, 88(3), 319-331. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.02.017>
- Foreyt, W. J. (2013). *Veterinary parasitology reference manual*. Wiley and Sons.
- Henneb, M., Belabbas, R., Habbache, N., & Zenia, S. (2023). Prevalence and risk factors of *Eimeria* spp. and *Giardia* spp. in rabbits of local Algerian population. *Plant Archives*, 23(1), 11-16. <https://www.plantarchives.org/article/02%20PREVALENCE-AND-RISK-FACTORS-OF-EIMERIA-SPP.-AND-GIARDIA-SPP.-IN-RABBITS-OF-LOCAL-ALGERIAN-POPULATION.pdf>
- Lei Deng, Z. S. (2017). Afforestation drives soil carbon and nitrogen changes in China. *Land Degradation & Development*, 28(1), 151-165. <https://doi.org/10.1002/ldr.2537>
- Li, N., Xiao, L., Wang, L., Zhao, S., Zhao, X., Duan, L., Guo, M., Liu, L. & Feng, Y. (2012). Molecular surveillance of *Cryptosporidium* spp., *Giardia duodenalis*, and *Enterocytozoon bieneusi* by genotyping and subtyping parasites in wastewater. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 6(9). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22970334/>
- Mancini, S., & Paci, G. (2021). Probiotics in rabbit farming: Growth performance, health status, and meat quality. *Animals*, 11(12). <https://doi.org/10.3390/ani11123388>
- Pantchev, N., Broglia, A., Paoletti, B., Globokar Vrhovec, M., Bertram, A., Nöckler, K., & Cacciò, S. M. (2014). Occurrence and molecular typing of *Giardia* isolates in pet rabbits, chinchillas, guinea pigs and ferrets collected in Europe during 2006-2012. *Veterinary Record*, 175(1), 18. <https://doi.org/10.1136/vr.102236>
- Rousseau, A., La Carbona, S., Dumètre, A., Robertson, L. J., Gargala, G., Escotte-Binet, S., Favennec, L., Villena, I., Gérard, C., & Aubert, D. (2018). Assessing viability and infectivity of foodborne and waterborne stages (cysts/oocysts) of *Giardia duodenalis*, *Cryptosporidium* spp., and *Toxoplasma gondii*: a review of methods. *Parasite*, 25, 1-21. <https://doi.org/10.1051/parasite/2018009>
- Swarnkar, C. P., Khan, F. A., & Bhatt, R. S. (2024). Prevalence and associated risk factors of *Eimeria* species in domestic rabbits of semi-arid Rajasthan. *The Indian Journal of Small Ruminants*, 30(1), 100-106. <https://doi.org/10.5958/0973-9718.2024.00003.5>

# Reconocimiento de saberes populares en prácticas agroecológicas de mujeres campesinas en la vereda El Turco, Santander de Quilichao, Cauca

## Recognition of popular knowledge in agroecological practices of peasant women in the village of El Turco, Santander de Quilichao, Cauca

Lady Johanna Mora Burbano

<https://orcid.org/0000-0001-5839-9403>

[lady.mora@unad.edu.co](mailto:lady.mora@unad.edu.co)

Semillero de investigación SICAM

Paulo Andrés Castro León

<https://orcid.org/0000-0002-0087-3640>

[paulo.castro@unad.edu.co](mailto:paulo.castro@unad.edu.co)

Semillero de investigación SICAM

## Resumen

El propósito del presente estudio fue reconocer los saberes populares en las prácticas agroecológicas llevadas a cabo por un grupo de mujeres campesinas. Adoptando un enfoque cualitativo, se exploró detalladamente tanto el contexto histórico como el actual de la finca agroecológica El Oasis, ubicada en la vereda El Turco, municipio de Santander de Quilichao, Cauca. Se emplearon diversas técnicas de investigación, como observación participante, entrevistas semiestructuradas, encuestas y visitas de campo.

Los resultados revelaron cómo 14 mujeres campesinas de la vereda El Turco han promovido activamente la producción orgánica y la conservación de la biodiversidad local mediante la aplicación de estrategias agroecológicas y técnicas de manejo sostenible. Este compromiso ha fortalecido significativamente la soberanía alimentaria y la sostenibilidad en la región. Es crucial destacar cómo estas mujeres han integrado saberes tradicionales con prácticas agroecológicas contemporáneas, demostrando cómo el conocimiento ancestral puede fusionarse con enfoques modernos para avanzar hacia una agricultura más sostenible y resiliente.

Esta investigación subraya la importancia de valorar y preservar los conocimientos locales, así como de promover sistemas alimentarios que respeten y conserven el medio ambiente. Las experiencias compartidas por estas mujeres no solo enriquecen a la comunidad local, sino que también ofrecen lecciones valiosas para la agricultura sostenible en contextos más amplios.

**Palabras clave:** agroecología, soberanía alimentaria, conservación, semillas, sostenibilidad

## Abstract

The purpose of this study was to recognise popular knowledge in the agroecological practices carried out by a group of peasant women. Adopting a qualitative approach, the historical and current context of the agroecological farm El Oasis, located in the village of El Turco, municipality of Santander de Quilichao, Cauca, was explored in detail. Various research techniques were used, such as participant observation, semi-structured interviews, surveys and field visits.

The results revealed how 14 women farmers in the village of El Turco have actively promoted organic production and the conservation of local biodiversity through the application of agroecological strategies and sustainable management techniques. This commitment has significantly strengthened food sovereignty and sustainability in the region. It is crucial to highlight how these women have integrated traditional knowledge with contemporary agroecological practices, demonstrating how ancestral knowledge can be merged with modern approaches to move towards a more sustainable and resilient agriculture.

This research underlines the importance of valuing and preserving local knowledge, as well as promoting food systems that respect and conserve the environment. The

experiences shared by these women not only enrich the local community but also offer valuable lessons for sustainable agriculture in wider contexts.

**Keywords:** agroecology, food sovereignty, conservation, seeds, sustainability

La agroecología se presenta como una alternativa para promover una producción alimentaria más sostenible y respetuosa con el medio ambiente, en contraposición a las prácticas industriales que, aunque rentables económicamente, causan daños significativos debido al uso de compuestos sintéticos. Este enfoque busca integrar principios ecológicos en la agricultura, favoreciendo la biodiversidad, la conservación del suelo y la reducción del uso de agroquímicos.

Históricamente, las mujeres han sido clave en la transmisión de conocimientos agrícolas en sus comunidades. A lo largo del tiempo, han sido responsables de enseñar y preservar técnicas agrícolas tradicionales, así como de experimentar con nuevas prácticas. Su profundo entendimiento del ciclo natural del suelo y de las plantas se ha transmitido de generación en generación, enriqueciéndose con la experiencia y la intuición femenina. Además, las mujeres desempeñan un papel crucial como proveedoras principales de alimentos y guardianas de la seguridad alimentaria familiar (Programa Mundial de Alimentos, 2022).

Ante los impactos adversos causados por el uso excesivo de fertilizantes químicos en los ecosistemas, el objetivo de este estudio fue reconocer los saberes populares en prácticas agroecológicas realizadas por mujeres campesinas de la vereda El Turco, municipio de Santander de Quilichao, Cauca. Se trabajó con 14 mujeres campesinas para describir y comprender sus características, condiciones y contextos en los que viven y trabajan. Para la recolección de datos, se utilizaron encuestas, cuestionarios y entrevistas individuales. La identificación de prácticas agroecológicas se realizó mediante investigación participativa y observación directa, enfocándose en el manejo del suelo, la conservación de semillas y el control biológico de plagas.

El estudio reveló que las mujeres campesinas con edades entre 30 y 70 años se dedican a la producción de cultivos estacionales utilizando métodos tradicionales. Estas mujeres expresaron una preocupación compartida por la pérdida de conocimientos y prácticas agroecológicas tradicionales, así como por el impacto negativo del reemplazo de alimentos autóctonos por productos foráneos en la biodiversidad local y la soberanía alimentaria.

Las mujeres de la vereda El Turco emplean diversas estrategias agroecológicas para conservar y promover la biodiversidad local. Algunas de las prácticas identificadas incluyen:

- *Selección y almacenamiento de semillas*: utilizan técnicas tradicionales, como el almacenamiento con ajo y ceniza, para proteger las semillas de plagas y hacer las plantas productivas y resistentes contra insectos y hongos (Vergara 2018).
- *Redes de intercambio de semillas*: participan activamente en estas redes para conservar la diversidad genética y compartir variedades locales, como el frijol blanco y el tabaco, el cual tiene usos medicinales y tradicionales.
- *Compostaje tipo bocashi*: implementan esta técnica, basada en estudios que destacan su efectividad para reducir plagas y mejorar la calidad del suelo, a fin de mejorar la salud de las plantas y la fertilidad del suelo (Ramos y Terry, 2014).
- *Preparados naturales para el control de plagas*: utilizan caldo sulfocálcico y caldo de ceniza para controlar enfermedades y plagas, mejorando la sostenibilidad y la salud del sistema agrícola (Contexto ganadero, 2022).

Estos resultados reflejan cómo las mujeres de la vereda aplican conocimientos tradicionales y estrategias agroecológicas en su labor diaria, contribuyendo a la conservación del medio ambiente y a la soberanía alimentaria local.

En conclusión, la colaboración y el intercambio de conocimientos entre mujeres campesinas, combinados con prácticas agroecológicas, son fundamentales para promover la soberanía alimentaria y la sostenibilidad en las comunidades rurales. Es importante valorar y promover la biodiversidad local, preservar prácticas agrícolas tradicionales y fomentar sistemas alimentarios sostenibles como parte del patrimonio cultural de estas comunidades. Ampliar la red de intercambio de semillas y conservar variedades tradicionales a nivel regional contribuirá significativamente a la preservación de la diversidad genética de los cultivos y al fortalecimiento de estas comunidades rurales frente a los desafíos presentes y futuros.

## Referencias

Contexto ganadero. (2022). *Conozca diferentes métodos de aplicación de fertilizantes*. <https://www.contextoganadero.com/agricultura/conozca-diferentes-metodos-de-aplicacion-de-fertilizantes>

Programa Mundial de Alimentos. (2022, 14 de octubre). *Apoyando a las “custodias de las semillas” de América Latina*. <https://es.wfp.org/historias/apoyando-las-custodias-de-las-semillas-de-america-latina>

Ramos, D. y Terry, E. (2014). *Bocashi: abono orgánico elaborado a partir de residuos de la producción de plátanos en Bocas del Toro, Panamá*. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362014000200012](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000200012)

Taylor, S. y Bogdan, R. (1984). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Paidós. <https://asodea.files.wordpress.com/2009/09/taylor-s-j-bogdan-r-metodologia-cualitativa.pdf>

Vergara, S. (2018). *Producción y conservación de semillas nativas y criollas de buena calidad y sanidad*. [https://www.semillas.org.co/apc-aa-files/5d99b14191c59782eab3da-99d8f95126/cartilla-produccion-de-semillas\\_web.pdf](https://www.semillas.org.co/apc-aa-files/5d99b14191c59782eab3da-99d8f95126/cartilla-produccion-de-semillas_web.pdf)

# Reflexión sobre la usabilidad de las TIC en la zootecnia del futuro

## Reflection on the usability of ICT in the zotechnics of the future

Diana Milena Torres Novoa

<https://orcid.org/0000-0003-3394-7914>

[milena.torres@unad.edu.co](mailto:milena.torres@unad.edu.co)

Grupo de investigación CAZAO

Farín Samir Gómez García

<https://orcid.org/0000-0002-0627-1704>

[farin.gomez@unad.edu.co](mailto:farin.gomez@unad.edu.co)

Semillero de investigación Grupo de Altos Estudios Zootécnicos AUROCHS

## Resumen

Este texto presenta una reflexión general sobre el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) en el futuro zootecnista. El internet de las cosas (IoT) ha revolucionado la forma en que las personas interactúan con el mundo. En esencia, se refiere a la interconexión de objetos equipados con sensores, *software* y tecnologías que les permite transmitir y recibir datos. Esta conectividad tiene aplicaciones en diversos campos, incluida la zootecnia.

En el ámbito de la zootecnia, el IoT ha creado un nuevo ecosistema de producción animal. Este ecosistema ciberzootécnico permite la interconexión de sistemas informáticos y tecnológicos en tiempo real de sistemas productivos, como las buenas prácticas de manejo y los procesos operativos estandarizados zootécnicos. De esta manera, se reducen los peligros asociados a agentes físicos, químicos o biológicos, así como los riesgos zoonosológicos en los bienes de origen animal destinados al consumo humano. La información fluye constantemente, optimizando la gestión de recursos y reduciendo

la intervención humana. Algunos ejemplos incluyen dispositivos móviles; sensores; oficina de manejo de registro sistematizado; corrales, básculas y bretes automatizados; *softwares* ganaderos; sistemas de cálculo nutricional, y monitoreo automatizado de parámetros en piscicultura. Además, los chips de identificación y rastreo por Sistema de Posicionamiento Global (GPS) mejoran la trazabilidad, mientras que los sistemas de drones reemplazan el monitoreo humano en la producción animal. En conclusión, la inclusión de las TIC ha transformado la zootecnia, creando un entorno donde la tecnología promueve la productividad, la sostenibilidad, la eficiencia y la precisión en los sistemas de producción animal.

**Palabras clave:** automatización, eficiencia, innovación, productividad, tecnología

## Abstract

This text presents a general reflection on the use of Information and Communication Technologies (ICT) in the future zootechnician. The Internet of Things (IoT) has revolutionised the way people interact with the world. In essence, it refers to the interconnection of objects equipped with sensors, software and technologies that enable them to transmit and receive data. This connectivity has applications in a variety of fields, including zootechnics.

In the field of zootechnics, the IoT has created a new animal production ecosystem. This cyberzootechnical ecosystem enables the real-time interconnection of computer and technological systems in production processes, such as good management practices and standardised zootechnical operational processes. In this way, hazards associated with physical, chemical or biological agents, as well as animal health risks in animal products intended for human consumption, are reduced. Information flows constantly, optimising resource management and reducing human intervention. Some examples include mobile devices; sensors; office automation for systematic record keeping; automated pens, scales and corrals; livestock software; nutritional calculation systems; and automated monitoring of parameters in fish farming. In addition, identification and Global Positioning System (GPS) tracking chips improve traceability, while drone systems replace human monitoring in animal production. In conclusion, the integration of ICT has transformed zootechnics, creating an environment where technology promotes productivity, sustainability, efficiency and accuracy in animal production systems.

**Keywords:** automation, efficiency, innovation, productivity, technology

El internet de las cosas (IoT) “se refiere más específicamente a cosas conectadas que están equipadas con sensores, *software* y otras tecnologías que les permiten transmitir

y recibir datos —con el propósito de informar a los usuarios o automatizar una acción—” (SAP, s. f.). El internet de las cosas ha permitido a la zootecnia conectarse a las máquinas, proporcionado un nuevo ecosistema zootécnico de producción, donde la información se maneja en tiempo real, e interconectando los sistemas productivos de las Buenas Prácticas de Manejo (BPM) y los Procesos Operativos Estandarizados Zootécnicos (POEZ) (Bareño Gómez et al., 2023), creando así un ecosistema ciberzootécnico.

Para comprender esto, es importante tener claro que, en el internet de las cosas, los objetos, sistemas o procesos cotidianos pueden ser intervenidos, analizados o controlados por medio de las TIC. La producción animal no es ajena a estos avances tecnológicos; por esta razón, la zootecnia ha incorporado las TIC mediante *software* y *hardware*, lo cual está generando una gama de servicios en este campo a fin de optimizar los recursos para una producción animal de precisión. A través de dispositivos comunicados por Wi-Fi, se establece una comunicación y un monitoreo permanente, disminuyendo así la intervención humana al sustituir el monitoreo que se venía haciendo con esquemas tradicionales y artesanales por sistemas de drones.

Los ejemplos más representativos son: los *softwares* ganaderos o *softwares* de cálculo nutricional, y la ofimática de manejo de registros sistematizados (Bareño Gómez et al., 2023); los chips de identificación y rastreo por GPS; los sistemas automatizados de parámetros del agua de estanques de piscicultura (García-Castro y Ascón-Dionicio, 2022); los corrales y bretes automatizados, y los sistemas automatizados en la producción avícola (Galeano Moyano, 2018). En estos últimos, las baterías o la producción son monitoreadas por sensores; estos ecosistemas se manejan de forma autónoma, reduciendo el estrés por la intervención humana y mejorando las condiciones sanitarias, ya que los sensores, las cámaras y los drones de automatización permiten un manejo de los sistemas productivos de alto confinamiento de un modo técnico y con precisión.

Las TIC se han adaptado a todos los nichos tecnocientíficos y la zootecnia no se ha quedado atrás, logrando que desde el *hardware* se adapten herramientas que permiten una mayor facilidad de los POEZ y la aplicación de BPM en la producción animal. En cada lugar se van desarrollando y escalando las TIC como ocurre con el IoT, a fin de facilitar la recolección de información, la toma de decisiones y el manejo de animales en confinamiento para beneficio humano, proporcionando mayor bienestar a los animales en los sistemas productivos. Un zootecnista que no haga uso de las TIC no tendrá la capacidad de toma de decisiones al brindar asesorías técnicas, por cuanto la información de los sistemas productivos está siendo controlada por sistemas automatizados mediante el IoT y los cálculos nutricionales de alimentación y las raciones están siendo manejados por medio de *softwares*.

El uso de drones para diferentes tareas agropecuarias está agilizando procesos técnicos en la ganadería. Los hatos y las fincas utilizan la automatización mediante Wi-Fi para controlar a los animales en pastoreo o rancheo, de modo que tanto los técnicos como los propietarios puedan compartir información en tiempo real (Bonilla Verdugo et al., 2017). En conclusión, la inclusión de las TIC ha transformado la zootecnia, creando un entorno donde la tecnología promueve la productividad, la sostenibilidad, la eficiencia y la precisión en los sistemas de producción animal.

## Referencias

- Bareño Gómez, Y. N., Gómez García, F. S. y Torres, D. M. (2023). *Sistema de numeración para ejemplares bovinos con la finalidad de mostrar la edad y el sexo*. Sello Editorial UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/61291>
- Bonilla Verdugo, D. C., Camargo Urrego, J. E. y Mejía Nader, L. M. (2017). *Drones como apoyo para la ganadería a gran escala* [trabajo de grado, Universidad de los Andes]. <https://hdl.handle.net/1992/39586>
- Galeano Moyano, Y. K. (2018). *Automatización de planta avícola* [trabajo de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. <http://hdl.handle.net/11349/13879>
- García-Castro, J. y Ascón-Dionicio, G. (2022). Sistema automatizado de monitoreo de parámetros físico-químicos en producción de alevines Gamitana (*Colossoma macropomum*). *Revista Agrotecnológica Amazónica*, 2(1), 1-10. <https://doi.org/10.51252/raa.v2i1.240>
- SAP. (s. f.). *¿Qué es internet de las cosas (IoT)?* <https://www.sap.com/latinamerica/products/artificial-intelligence/what-is-iot.html>



# ECONOMÍA CIRCULAR



# Aislamiento de bacterias nativas del suelo con potencial para la degradación de glifosato en el municipio de La Hormiga, Putumayo

## Isolation of native soil bacteria with potential for glyphosate degradation in the municipality of La Hormiga, Putumayo

Jennifer Escobar Herrera

<https://orcid.org/0009-0005-1643-2339>

[jescobarhe@unadvirtual.edu.co](mailto:jescobarhe@unadvirtual.edu.co)

Semillero de investigación Agroandes

Andrés Felipe Chila Tierradentro

<https://orcid.org/0009-0002-1147-6998>

[afchilat@unadvirtual.edu.co](mailto:afchilat@unadvirtual.edu.co)

Semillero de investigación Agroandes

Claudia Parra Cortés

<https://orcid.org/0000-0001-5213-6880>

[claudia.parraco@unad.edu.co](mailto:claudia.parraco@unad.edu.co)

Semillero de investigación Agroandes

## Resumen

El uso indiscriminado de herbicidas provoca la pérdida de los microorganismos necesarios para la actividad agrícola. Inicialmente, el Gobierno con el programa de erradicación de cultivos ilícitos y, luego, los agricultores con el control de arvenses han

provocado la muerte de especies endémicas de insectos y microfauna y, a su vez, la ausencia de microorganismos necesarios para realizar procesos metabólicos, los cuales contribuyen al sostenimiento de la materia orgánica presente en el suelo, vital para la nutrición de las plantas. Sin embargo, cuando no existen las condiciones adecuadas para estos procesos, no se realizan bien, lo que ocasiona alteraciones en los suelos para la agricultura, afectando la sostenibilidad; la seguridad alimentaria; la economía familiar, local y departamental, y el desarrollo social, entre otros.

En la presente investigación se caracterizaron los suelos de dos fincas diferentes (una de producción limpia y otra de producción tradicional con uso de agroquímicos) del municipio de La Hormiga en el departamento del Putumayo. Se determinaron los valores de pH, materia orgánica, fósforo, textura y CIC. Adicionalmente, se aislaron microorganismos de suelos, bacterias promisorias en el proceso de degradación del glifosato [N-(fosfonometil) glicina] con potencial de uso en biorremediación, las cuales crecieron en placas de Petri con agar nutritivo y adición de glifosato en dosis proporcionales a los tratamientos en campo: 3,5 L/ha, 7 L/ha y 10 L/ha, con un testigo absoluto sin adición de glifosato. La biorremediación es una herramienta que permite mejorar las condiciones de una zona que presenta contaminación del suelo por medio de microorganismos provenientes de este. En este caso, los microorganismos transformarán el contaminante empleando las capacidades metabólicas que tengan disponibles, lo cual es posible tanto en aerobiosis como en anaerobiosis.

**Palabras clave:** agricultores, biorremediación, especies, herbicida, microfauna

## Abstract

The indiscriminate use of herbicides causes the loss of microorganisms necessary for agricultural activity. Initially, the government's program to eradicate illicit crops and, later, farmers' control of weeds has caused the death of endemic species of insects and microfauna and, in turn, the absence of microorganisms necessary to carry out metabolic processes, which contribute to sustaining the organic matter present in the soil, vital for plant nutrition. However, when the right conditions for these processes do not exist, they are not carried out well, which causes alterations in agricultural soils, affecting sustainability, food security, the family, local and departmental economy, and social development, among others.

In this research, the soils of two different farms (one of clean production and the other of traditional production with the use of agrochemicals) in the municipality of La Hormiga

in the department of Putumayo were characterised. Values of pH, organic matter, phosphorus, texture and CEC were determined. Additionally, microorganisms were isolated from soil, promising bacteria in the process of glyphosate [N-(phosphonomethyl) glycine] degradation with potential for use in bioremediation, which grew in Petri dishes with nutrient agar and addition of glyphosate in doses proportional to the field treatments: 3.5 L/ha, 7 L/ha and 10 L/ha, with an absolute control without addition of glyphosate. Bioremediation is a tool to improve the conditions of an area with soil contamination by means of soil-borne microorganisms. In this case, the microorganisms will transform the pollutant using the metabolic capacities available to them, which is possible both in aerobiosis and anaerobiosis.

**Keywords:** farmers, bioremediation, species, herbicide, microfauna

En Colombia se implementó el uso de glifosato sin medir las consecuencias a largo plazo. Según Montenegro et al. (2020), la biorremediación es el paso a seguir en busca de bacterias que ayuden a mitigar los daños en los suelos. La biorremediación es una alternativa para la agricultura moderna, ya que evalúa la implementación de microorganismos y su capacidad de eliminar glifosato [N-(fosfonometil) glicina] y, así, recuperar parte de la superficie terrestre. El objetivo de este estudio fue aislar microorganismos provenientes del suelo con la capacidad de biodegradar glifosato en el municipio de La Hormiga en el departamento del Putumayo.

La metodología para esta investigación consistió en emplear suelo agrícola de dos unidades productivas diferentes, ubicadas en la vereda El Cairo, en La Hormiga: la finca El Bufe, que practica la agricultura limpia, y la finca La María, que utiliza agroquímicos. Las características fisicoquímicas del suelo fueron determinadas en el Laboratorio de Ciencias Básicas del SENA La Angostura. La estimación de la población microbiana se determina por el método de diluciones seriadas. De modo que, para el conteo, se utilizaron placas de Petri con agar nutritivo, a las cuales se les adicionó glifosato en dosis proporcionales a los tratamientos propuestos: 3,5 L/ha, 7 L/ha y 10 L/ha, y un testigo absoluto sin adición de glifosato. La siembra se realizó por triplicado en superficie, adicionando 1 ml de dilución de suelo  $1 \times 10^{-6}$  y se incubó por 4 días a 28 °C. El área de crecimiento en cada caja se calculó con el programa ImageJ .

Como resultado del análisis del suelo, se identificó que la finca El Bufe tiene clase textural franco-arenosa, materia orgánica de 11,4 %, pH de 5,2 y fósforo disponible de 18,8 mg/kg. Por su parte, la finca La María presenta clase textural arenosa, materia orgánica de 2,85 %, pH de 5,3 y fósforo disponible de 3,37 mg/kg. La María presentó un menor contenido de materia orgánica, posiblemente debido a la utilización de

agroquímicos, los cuales afectan el desarrollo de los microorganismos. En cambio, la finca El Bufeo practica la agricultura limpia y no fertiliza con agroquímicos, sino que lo hace de forma orgánica, por lo que presentó un mejor contenido de materia orgánica.

Cabe resaltar la importancia de conocer la textura del suelo. En un estudio realizado por Lupi et al. (2015), en el que utilizaron una concentración de glifosato y ácido aminometilfosfónico (AMPA) a distintas profundidades en dos lotes agrícolas de textura franco-arenosa y con contenidos similares de materia orgánica, más del 90 % de la dosis de glifosato aplicada quedó retenida en los primeros 10 cm del suelo. Esto se atribuyó a la ausencia de macroporos que permitieran el flujo preferencial. Sin embargo, los autores señalaron la presencia de glifosato y AMPA a una profundidad de hasta 35 cm, lo que indica un posible riesgo de migración de dicho herbicida.

Los microorganismos (bacterias) del suelo son los que llevan a cabo la degradación de la molécula de glifosato y su principal metabolito, el ácido aminometilfosfónico (AMPA), que también posee características tóxicas. Esta degradación es relativamente rápida en los suelos y cerca de un 50 % del glifosato se metaboliza entre 9 a 32 días en suelos limosos y arcillosos, respectivamente. Sin embargo, se han detectado trazas de AMPA y de glifosato hasta 21 meses después de su aplicación (Ramírez Muñoz, 2021).

En las cajas de Petri, a las 24 horas de establecido el ensayo, se observó crecimiento solo en los testigos; a las 48 horas, se presentó crecimiento de bacterias en el tratamiento de 3,5 L/ha para los dos tipos de suelos, y, a las 72 horas, se observó desarrollo de bacterias en los tratamientos de 7 L/ha y 10 L/ha. Lo anterior indica que algunas bacterias fueron más tolerantes a la mezcla de herbicida con la dosis comercial recomendada para pastos (3,5 L/ha) y la dosis mayor empleada para la erradicación de cultivos ilícitos (10 L/ha). Entre las cepas identificadas, se encontraron bacterias Gram positivas identificadas con el género *Bacillus* spp. En conclusión, la aplicación de glifosato sobre microorganismos del suelo, como bacterias benéficas, las cuales presentaron un menor crecimiento, demuestra el impacto negativo de este herbicida en las comunidades del suelo.

## Referencias

- Lupi, L., Miglioranza, K. S. B., Aparicio, V. C., Marino, D., Bedmar, F., & Wunderlind, D. A. (2015). Occurrence of glyphosate and AMPA in an agricultural watershed from the southeastern region of Argentina. *Science of The Total Environment*, 536, 687-694. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.07.090>

Montenegro, S. P., Pulido, S. Y. y Calderón Vallejo, L. F. (2020). Prácticas de biorremediación en suelos y aguas. *Notas de Campus*, (1). <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/37131>

Ramírez Muñoz, F. (2021). *El herbicida glifosato y sus alternativas*. Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas, Universidad Nacional de Costa Rica. [https://ipen.org/sites/default/files/documents/serie\\_tecnica\\_44\\_glifosato\\_1\\_1.pdf](https://ipen.org/sites/default/files/documents/serie_tecnica_44_glifosato_1_1.pdf)

# Alternativas de aprovechamiento de subproductos de cacao con potencial en la agroindustria de alimentos

## Alternatives for the use of cocoa by-products with potential in the food agroindustry

Liliana Esther Sotelo Coronado

<https://orcid.org/0000-0001-5379-1238>

lsotelo@sena.edu.co

Grupo de investigación en agroindustria y procesos en vegetales

Armando Alvis Bermúdez

<https://orcid.org/0000-0002-5638-271X>

aalvisbermudez@correo.unicordoba.edu.co

Grupo de investigación en agroindustria y procesos en vegetales

William Oviedo Argumedo

<https://orcid.org/0000-0001-7285-0328>

woviedoargumedo91@correo.unicordoba.edu.co

Grupo de investigación en agroindustria y procesos en vegetales

## Resumen

En la actualidad, el cacao es uno de los alimentos de interés mundial con alto potencial, lo cual se refleja en su dinámica de producción y comercialización. De este alimento, solo se aprovecha económicamente el grano, que representa aproximadamente el 23 % del peso total del grano seco y fermentado, lo que genera grandes cantidades de residuos con potencial en diferentes agroindustrias. En Colombia, durante el periodo 2021-2022, se produjeron cerca de 62 741 toneladas de fruto de grano de cacao seco y

fermentado. Por tanto, se estima que se generaron aproximadamente 50 000 toneladas de desechos agroindustriales.

El objetivo de este proyecto fue compilar alternativas de aprovechamiento de los subproductos del cacao y tendencias en la elaboración de productos funcionales tanto en chocolatería como en otros campos de aplicación. La metodología empleada consistió en realizar una vigilancia tecnológica a través de bases de datos especializadas, a fin de identificar usos potenciales de cada uno de los elementos que conforman el cacao como fruto entero. El análisis de los datos recolectados indicó que el cacao como fruto entero tiene potencial a nivel industrial para su completo aprovechamiento, a través de diferentes alternativas de uso a nivel tecnológico. Estas aplicaciones permiten que, a nivel mundial, el sector cacaotero pueda adaptarse a tendencias y políticas sobre medio ambiente y sostenibilidad, haciendo viables modelos circulares en sus procesos de transformación.

**Palabras clave:** sostenibilidad, economía circular, subproductos, extracción, vigilancia, producción

## Abstract

At present, cocoa is one of the foods of global interest with high potential, which is reflected in its production and marketing dynamics. Of this food, only the bean is economically exploited, which represents approximately 23% of the total weight of the dried and fermented bean, which generates large amounts of waste with potential applications in different agro-industries. In Colombia, during the period 2021-2022, around 62,741 tonnes of dried and fermented cocoa beans were produced. Therefore, it is estimated that 50,000 tonnes of agro-industrial waste were generated.

The objective of this project was to compile alternatives for the use of cocoa by-products and trends in the production of functional products both in chocolate making and in other areas of application. The methodology employed consisted of conducting technological surveillance through specialised databases, in order to identify potential uses of each of the elements that make up cocoa as a whole fruit. The analysis of the data collected indicated that cocoa as a whole fruit has potential at industrial level for its full exploitation, through different technological use alternatives. These applications allow the cocoa sector worldwide to adapt to environmental and sustainability trends and policies, making circular models viable in its transformation processes.

**Keywords:** sustainability, circular economy, by-products, extraction, surveillance, production

En la actualidad, el cacao es uno de los productos agroindustriales de mayor interés a nivel mundial, con una buena dinámica de crecimiento en cuanto a su producción y comercialización. El mercado mundial alcanzó una producción de cacao entre 4,9 y 5,1 millones de toneladas, con una tasa de crecimiento anual del 3 % entre el 2021 y el 2022 (Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica [PROCOMER], 2022). El volumen de residuos generados por esta agroindustria se encuentra aproximadamente entre el 77 % y el 79 % del total del fruto, por lo que existe un particular interés en realizar investigaciones e innovaciones que permitan dar valor agregado a estos desechos agroindustriales.

El objetivo de este proyecto fue compilar alternativas de aprovechamiento del fruto del cacao de manera integral. Para el desarrollo de la metodología, se implementó una investigación exploratoria de tipo documental, la cual utilizó como herramienta de recolección de datos una ficha de vigilancia tecnológica. Se definió un rango de tiempo de búsqueda de los últimos 10 años en investigaciones, noticias, artículos científicos, patentes y documentos publicados sobre los focos definidos. Posteriormente, se seleccionaron fuentes de información como bases de datos, repositorios y portales web como ScienceDirect, Scielo, ProQuest, Trade Map, FAOSTAT y Dialnet.

Por lo general, la mazorca del cacao, que constituye entre el 67 % y el 76 % del fruto, es considerada un residuo agroindustrial desaprovechado, a pesar de su potencial para obtener compuestos de interés. La composición química de las cáscaras de mazorca de cacao incluye: 19,7-26,1 % de celulosa, 8,7-12,8 % de hemicelulosa, 14-28 % de lignina y 6-12,6 % de pectina (Lu et al., 2018). En cuanto al uso de la mazorca del fruto, esta se emplea como materia prima para la obtención de energía por combustión, el desarrollo de material de empaques y la obtención de compuestos funcionales.

El mucílago, un subproducto agroindustrial generado en la obtención de granos de cacao, representa aproximadamente el 9 % del fruto y es rico en azúcares, proteínas, fibra y compuestos fenólicos. Se separa antes de la fermentación, generando una gran cantidad de líquido debido a su naturaleza carnosa. Además, es rico en carbohidratos, ácidos y minerales (Guirlanda, 2022). Entre los diversos usos del mucílago, se encuentran la obtención de celulosa bacteriana y etanol a través de fermentaciones, y la obtención de mucílago en polvo como edulcorante mediante secado por aspersion.

La cascarilla, otro subproducto del proceso de elaboración del chocolate y derivados del cacao, se obtiene durante la molienda del cacao tostado para obtener el nib. Esta se separa por granulometría o sistemas neumáticos, y tiene múltiples usos, lo que refuerza la funcionalidad del cacao como fruto. Según Cinar et al. (2021), la cascarilla de cacao posee propiedades antiinflamatorias, antioxidantes y antiviricas, y sirve para

combatir la obesidad. Además, su contenido de fibra dietética contribuye a sus beneficios funcionales. La cascarilla se destaca por su potencial en diversas aplicaciones, como fuente de harina en productos de panadería y obtención de antioxidantes mediante extracciones verdes.

De acuerdo con Arroyo Morocho (2018), es necesario que las compañías desistan de los modelos lineales de producción para evitar futuras crisis relacionadas con el medio ambiente y la disponibilidad de recursos naturales. En ese sentido, los modelos circulares de la economía son necesarios. Precisamente, el cacao como fruto ofrece ventajas en cuanto al aprovechamiento de cada uno de los elementos que lo componen. Estas ventajas se derivan de la composición de la cáscara del fruto, el mucílago y la cascarilla de los granos. Al estudiar la composición de los subproductos del cacao, se ha encontrado que estos son ricos en polisacáridos como lignina, pectina, celulosa y hemicelulosa, así como en proteínas y fibra natural (Nogueira Soares Souza et al., 2022).

En conclusión, el aprovechamiento integral del cacao y cada uno de sus subproductos representa una estrategia clave para incentivar la sostenibilidad en la cadena cacaotera, lograr un impacto positivo ambiental y generar valor agregado a través de diferentes desarrollos e innovaciones a nivel tecnológico. La riqueza en compuestos funcionales de la mazorca, el mucílago y la cascarilla permite su aplicación en múltiples aplicaciones industriales. Promover modelos de economía circular en el sector cacaotero contribuye al generar conciencia en otros sectores que pueden ver posible también el uso responsable de residuos agroindustriales y contribuir de manera conjunta a la problemática ambiental actual.

## Referencias

- Arroyo Morocho, F. R. (2018). La economía circular como factor de desarrollo sustentable del sector productivo. *INNOVA Research Journal*, 3(12), 78-98. <https://doi.org/10.33890/innova.v3.n12.2018.786>
- Cinar, Z. Ö., Atanassova, M., Tumer, T. B., Caruso, G., Antika, G., Sharma, S., Sharifi-Rad, J., & Pezzani, R. (2021). Cocoa and cocoa bean shells role in human health: An updated review. *Journal of Food Composition and Analysis*, 103(January). <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.104115>
- Guirlanda, C. P. (2022). *Caracterização, estudo do processamento e conservação do mel de cacau* [tesis de doctorado, Universidade Federal de Minas Gerais]. <http://hdl.handle.net/1843/45681>

- Lu, F., Rodriguez-Garcia, J., Van Damme, I., Westwood, N. J., Shaw, L., Robinson, J. S., Warren, G., Chatzifragkou, A., McQueen Mason, S., Gomez, L., Faas, L., Balcombe, K., Srinivasan, C., Picchioni, F., Hadley, P., & Charalampopoulos, D. (2018). Valorisation strategies for cocoa pod husk and its fractions. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 14, 80-88. <https://doi.org/10.1016/J.COGSC.2018.07.007>
- Nogueira Soares Souza, F., Rocha Vieira, S., Lamounier Campidelli, M. L., Reis Rocha, R. A., Avelar Rodrigues, L. M., Henrique Santos, P., De Deus Souza Carneiro, J., De Carvalho Tavares, I. M., & De Oliveira, C. P. (2022). Impact of using cocoa bean shell powder as a substitute for wheat flour on some of chocolate cake properties. *Food Chemistry*, 381. 1-10. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2022.132215>
- PROCOMER. (2022). *Se espera que suministros globales de cacao disminuyan 5% en 2022 - Procomer Costa Rica*. [https://www.procomer.com/alertas\\_comerciales/comprador-internacional-alerta/se-espera-que-suministros-globales-de-cacao-disminuyan-5-en-2022/](https://www.procomer.com/alertas_comerciales/comprador-internacional-alerta/se-espera-que-suministros-globales-de-cacao-disminuyan-5-en-2022/)

# Calidad física y sensorial de genotipos de cacao cultivado en el Alto Sinú, Córdoba

## Physical and sensory quality of cocoa genotypes grown in Alto Sinu, Cordoba

Lucas Fernando Quintana Fuentes

<https://orcid.org/0000-0003-4408-0906>

lucas.quintana@unad.edu.co

Grupo de investigación GIAUNAD

Alberto García Jerez

<https://orcid.org/0000-0001-6620-9067>

alberto.garcia@unad.edu.co

Grupo de investigación GIAUNAD

Ana Carolina Rodríguez Negrette

<https://orcid.org/0000-0002-0932-2191>

anarodriguezn@correo.unicordoba.edu.co

Grupo de investigación GIPAVE

Nurys Tatiana Hoyos Merlano

<https://orcid.org/0009-0004-1475-197X>

nthoyosmerlano@correo.unicordoba.edu.co

Grupo de investigación GIPAVE

Armando Alvis Bermúdez

<https://orcid.org/0000-0002-5638-271X>

aalvisbermudez@correo.unicordoba.edu.co

Grupo de investigación GIPAVE

## Resumen

El cacao en grano es un producto de gran importancia para Colombia y reconocido a nivel mundial por sus atributos de calidad física, sabor y aroma. El objetivo de la presente investigación fue evaluar las características físicas del cacao en grano, así como realizar el análisis sensorial de licores de cacao obtenidos de cinco genotipos seleccionados entre los más representativos de los municipios de Tierralta y Valencia en el departamento de Córdoba (FEAR5, ICS1, CCN51, ICS39 y FSV41). Esta información tiene un gran impacto en estas comunidades que buscan hacer del cultivo de cacao su principal fuente de trabajo, tras ingresar a los programas de sustitución de cultivos ilícitos implementados por el Gobierno colombiano.

La caracterización física se llevó a cabo siguiendo las directrices de la Norma Técnica Colombiana NTC 1252 (2021). Se estableció un panel sensorial de licor de cacao de acuerdo con la norma GTC 280. Para la evaluación sensorial de los licores, se siguió la Norma Técnica Colombiana NTC 3929 (2021). Los resultados obtenidos permitieron concluir que, en general, el cacao en grano de los genotipos evaluados cumple con una calidad *premium* y es un cacao fino de sabor y aroma. Esto concuerda con la declaración de la Organización Internacional del Cacao (ICCO) en el 2023 acerca de que el cacao colombiano es 80 % sabor y aroma. En los genotipos evaluados predominó el sabor a cacao, con notas de atributos especiales como nuez, frutos secos, floral y dulce. Por consiguiente, este cacao puede ser utilizado a nivel local para ser transformado en productos de alta calidad, permitiendo un mayor valor agregado para los productores.

**Palabras clave:** *Theobroma cacao*, calidad, licor de cacao, perfil sensorial, propiedades físicas

## Abstract

Cocoa beans are a product of great importance for Colombia and are recognised worldwide for their physical quality, flavour and aroma. The objective of this research was to evaluate the physical characteristics of cocoa beans, as well as to carry out sensory analysis of cocoa liquors obtained from five genotypes selected from among the most representative of the municipalities of Tierralta and Valencia in the department of Cordoba (FEAR5, ICS1, CCN51, ICS39 and FSV41). This information has a great impact on these communities that are seeking to make cocoa cultivation their main source of work, after entering the illicit crop substitution programmes implemented by the Colombian government.

Physical characterisation was carried out following the guidelines of the Colombian Technical Standard NTC 1252 (2021). A cocoa liquor sensory panel was established according to standard GTC 280. For the sensory evaluation of the liquors, the Colombian Technical Standard NTC 3929 (2021) was followed. The results obtained indicated that, in general, the cocoa beans of the genotypes evaluated meet premium quality and are a fine cocoa in flavour and aroma. This aligns with the statement of the International Cocoa Organisation (ICCO) in 2023 that Colombian cocoa is 80% flavour and aroma. In the genotypes evaluated, cocoa flavour predominated, with notes of special attributes such as nutty, dried fruits, floral and sweet. Therefore, this cocoa can be used locally to be transformed into high quality products, allowing greater added value for producers.

**Keywords:** *Theobroma cacao*, quality, cocoa liquor, sensory profile, physical properties

El chocolate es considerado uno de los alimentos de lujo más apreciados a nivel mundial debido a su combinación de propiedades funcionales y sensoriales únicas. La calidad física del grano de cacao (*Theobroma cacao*) influye significativamente en la calidad final del chocolate y otros derivados del cacao. Este aspecto está determinado por factores como el genotipo, el origen geográfico y las condiciones ambientales, así como por las técnicas de procesamiento empleadas como la fermentación, el secado y el tostado, que contribuyen al desarrollo de sabores y aromas particulares (Pérez et al., 2020).

Colombia se destaca por ser un país productor de diversas variedades de cacao fino de sabor y aroma (Rodríguez-Silva et al., 2023). Además, este cultivo se ha convertido en una alternativa pacífica y efectiva para la sustitución de cultivos ilícitos y la reconciliación de comunidades azotadas por la violencia (Federación Nacional de Cacaoteros [Fedecacao], 2023), como es el caso de los municipios de Tierralta y Valencia en el departamento de Córdoba. En este contexto se desarrolló la presente investigación, cuyo objetivo fue evaluar las características físicas del cacao en grano, así como realizar el análisis sensorial de licores de cacao obtenidos de cinco genotipos seleccionados entre los más representativos en Córdoba: FEAR5, ICS1, CCN1, ICS39 y FSV41. Las muestras de cacao seco fueron recolectadas en fincas cacaoteras de los municipios mencionados.

Para evaluar las características físicas de los genotipos de cacao, se implementó la metodología descrita en la Norma Técnica Colombiana NTC 1252 (2021); por tanto, se midieron los parámetros: índice de grano (IG), porcentaje de cotiledón (%COT), porcentaje de cascarilla (%CAS), porcentaje de fermentación (PF) y número de granos en 100 gramos (NG100g). Se determinó el perfil sensorial de los licores de cacao, evaluando los atributos de sabores básicos y específicos de cada licor con un panel sensorial en entrenamiento. Los resultados del análisis sensorial fueron validados con los obtenidos por el panel sensorial de la Corporación colombiana de investigación agropecuaria

Agrosavia. Los datos se analizaron empleando un análisis multivariado de componentes principales. Con la información consolidada se generó la ficha técnica sensorial para cada genotipo.

Los resultados del IG y del %CAS permitieron clasificar los genotipos en un rango de 1,30 g a 1,60 g, correspondiente al IG mediano, de acuerdo con lo establecido por Fedecacao en su guía del 2015; el %CAS es consistente con el tamaño del grano en un rango de 14 % a 17%; el NG100g para los 5 genotipos confirma que son genotipos de grano grande, ideal para exportación, en un rango de 70 a 80 granos por 100 g; el %COT se encontró en un rango de 4,5 a 5,5, y el PF se encontró entre 80 % y 90 %. A partir de lo anterior, se infiere que el cacao en grano cumple con la categoría *premium* establecida en la NTC 1252 (2021) y que los resultados son similares a los obtenidos en las investigaciones realizadas por Perea et al. (2017), Quintana-Fuentes et al. (2016) y Rodríguez-Silva et al. (2023).

Cada licor de cacao fue analizado con la participación de cinco evaluadores expertos en entrenamiento, pertenecientes al grupo entrenado durante esta investigación. De acuerdo con la norma GTC 280 y la Norma Técnica Colombiana NTC 3929 (2021), se obtuvieron perfiles sensoriales para cada genotipo, donde predominó el sabor a cacao en un rango de 5 a 6, con notas de atributos especiales como nuez, frutos secos, floral y dulce; calificaciones en el rango de 1 a 4, y calificación global en el rango de 6 a 8 sobre 10, orientando su uso para productos de alto valor. De los cinco genotipos, el mejor calificado fue FSV41, con una calificación global de 8.

En conclusión, tanto la calidad física como sensorial obtenida para estos genotipos concuerda con los estudios realizados en otras zonas productoras como la montaña santandereana, el valle interandino seco, la zona media baja cafetera y el bosque tropical húmedo. Los genotipos estudiados tienen una alta calidad física y sensorial, y se proyectan como cacao en grano fino de sabor y aroma que puede ser utilizado a nivel local para su transformación en productos de alta calidad, permitiendo así un mayor valor agregado para los productores.

Esta investigación fue posible gracias al compromiso de la comunidad cacaotera de Valencia y Tierralta, la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), y la Universidad de Córdoba, en el marco del proyecto de investigación de Minciencias “Desarrollo de la cadena productiva de cacao a través del mejoramiento de la calidad e inocuidad y agregación de valor en el departamento de Córdoba”.

## Referencias

- ICONTEC (2017). GTC 280: Análisis sensorial. Directrices para la selección, el entrenamiento y seguimiento de evaluadores seleccionados y expertos. Bogotá D.C.: ICONTEC.
- ICONTEC (2021). NTC 3929. Análisis sensorial. Métodos del perfil del sabor. Bogotá D.C.: ICONTEC.
- ICONTEC (2021). NTC 1252. Cacao en grano Bogotá D.C.: ICONTEC.
- FEDECACAO (2023). Colombia cacaotera. <https://www.fedecacao.com.co/periodico-colombia-cacaotera>
- Perea, J. A., Martínez, N., Aranzázu Hernández, F. y Cadena Cala, T. (2017). *Características de calidad del cacao de Colombia: catálogo de 26 cultivares*. Ediciones Universidad Industrial de Santander.
- Pérez, M., López-Yerena, A., & Vallverdú-Queralt, A. (2020). Traceability, authenticity and sustainability of cocoa and chocolate products: a challenge for the chocolate industry. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(2), 475-489. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1819769>
- Quintana-Fuentes, L. F., Gómez-Castelblanco, S., García-Jerez, A. y Martínez-Guerrero, N. C. (2016). Conformación de un panel de jueces en entrenamiento para el análisis sensorial de licores de cacao obtenidos de diferentes modelos de siembra. *Entamado*, 12(2), 220-226. <https://www.redalyc.org/pdf/2654/265449670016.pdf>
- Rodríguez-Silva, L. G., Quintana-Fuentes, L. F., Coronado-Silva, R. A., García-Jerez, A., Báez-Daza, E. Y. y Agudelo-Castañeda, G. A. (2023). Caracterización física y sensorial de 24 genotipos especiales de cacao *Theobroma cacao*. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 26(1), 1-11. <https://doi.org/10.31910/rudca.v26.n1.2023.2410>

# Efectos del glifosato en la germinación y emergencia de semillas de *Zygia longifolia* en condiciones tropicales

## Effects of glyphosate on germination and emergence of seeds of *Zygia longifolia* under tropical conditions

Ismael Dussán Huaca

<https://orcid.org/0000-0001-9742-9134>

[ismael.dussan@unad.edu.co](mailto:ismael.dussan@unad.edu.co)

Semillero de investigación La Minga

Grupo de investigación INYUMACIZO

Thiago Costa Ferreira

<https://orcid.org/0000-0002-2368-6223>

[thiago.ferreira@servidor.uepb.edu.br](mailto:thiago.ferreira@servidor.uepb.edu.br)

Cristian David Plaza Pérez

<https://orcid.org/0000-0002-6644-040X>

[c.plaza@udla.edu.co](mailto:c.plaza@udla.edu.co)

Grupo de investigación GIMAE

## Resumen

El presente estudio evaluó el impacto del glifosato en la germinación y emergencia de semillas de *Zygia longifolia*, una especie forestal del bosque húmedo tropical en Florencia, departamento de Caquetá, Colombia. Se realizaron experimentos con diferentes concentraciones de glifosato (0, 18, 36, 54 y 72 g L<sup>-1</sup>) aplicadas durante 30 minutos en las semillas. La germinación se evaluó en rollos de papel y la emergencia, en bandejas con

arena. Los parámetros medidos incluyeron el porcentaje de germinación, el índice de velocidad de germinación (IVG), el tiempo medio de germinación (TMG) y la velocidad media de germinación (VMG). En las pruebas de emergencia, se midieron el índice de velocidad de emergencia (IVE), el porcentaje de emergencia a los 7 y a los 25 días (N7D y N25D, respectivamente), y el tiempo medio de emergencia (TME). Los resultados mostraron que el glifosato reduce significativamente la germinación y emergencia de *Zygia longifolia*, lo cual es más notable con dosis altas y en semillas sembradas en arena. Este estudio destaca la necesidad de considerar los impactos no deseados del glifosato en plantas no objetivo, especialmente en contextos de conservación forestal.

**Palabras clave:** herbicida, fitotoxicidad, especies forestales, conservación

## Abstract

This study evaluated the impact of glyphosate on the germination and emergence of seeds of *Zygia longifolia*, a forest species from the tropical rainforest in Florencia, department of Caqueta, Colombia. Experiments were carried out with different glyphosate concentrations (0, 18, 36, 54 and 72 g L<sup>-1</sup>) applied for 30 minutes on the seeds. Germination was evaluated in paper rolls and emergence in trays with sand. Parameters measured included germination percentage, germination speed index (GSI), mean germination time (MGT) and mean germination speed (MGS). In the emergence tests, emergence velocity index (EVI), emergence percentage at 7 and 25 days (N7D and N25D, respectively), and mean emergence time (MET) were measured. The results showed that glyphosate significantly reduces germination and emergence of *Zygia longifolia*, which is more noticeable at high doses and in seeds sown in sand. This study highlights the need to consider the unintended impacts of glyphosate on non-target plants, especially in forest conservation contexts.

**Keywords:** herbicide, phytotoxicity, forest species, conservation

El presente estudio evaluó el efecto de diferentes dosis de glifosato en la germinación y emergencia de semillas de *Zygia longifolia*. El glifosato es un herbicida ampliamente utilizado que puede tener efectos adversos no solo en las malezas, sino también en otras plantas (Van Bruggen et al., 2021). Aunque se ha estudiado su impacto en varias especies, falta información sobre su efecto en especies forestales como *Zygia longifolia* (Romero-Hernández, 2017). Se sabe que el glifosato puede influir en la germinación debido a su capacidad para penetrar en las semillas y afectar su viabilidad y vigor (De Ávila et al., 2020). Este trabajo pretende llenar ese vacío de conocimiento al investigar cómo diferentes concentraciones de glifosato afectan a esta especie particular.

El estudio se realizó en Florencia, departamento de Caquetá, Colombia, una región de clima cálido-húmedo y bosque húmedo tropical. Las coordenadas del lugar son 1°36'51"N y 75°36'42"W, con una altitud de 242 msnm, una temperatura media anual de 25 °C y una precipitación anual de aproximadamente 4000 mm. Se recolectaron frutos de *Zygia longifolia* de árboles seleccionados aleatoriamente, asegurando que estuvieran sanos y vigorosos. Las semillas fueron procesadas en el laboratorio, eliminando aquellas malformadas y desinfectándolas con una solución de hipoclorito de sodio al 1 %. Se llevaron a cabo tres experimentos independientes, utilizando las mismas dosis de glifosato: 0, 18, 36, 54 y 72 g L<sup>-1</sup> del equivalente ácido del producto comercial Stop West®. Las semillas se embebieron en estas soluciones durante 30 minutos. Los experimentos incluyeron pruebas de germinación en rollos de papel y pruebas de emergencia en bandejas con arena. La germinación se monitoreó diariamente en un cuarto climatizado, y se consideró que las semillas habían germinado cuando se observó la emisión de la raíz primaria. La emergencia se evaluó sembrando manualmente las semillas en bandejas con arena, manteniendo una humedad constante.

Los datos recolectados incluyeron el porcentaje de germinación, el índice de velocidad de germinación (IVG), el tiempo medio de germinación (TMG) y la velocidad media de germinación (VMG). Para la emergencia, se midieron el índice de velocidad de emergencia (IVE), el porcentaje de emergencia a los 7 y a los 25 días (N7D y N25D, respectivamente), y el tiempo medio de emergencia (TME). Además, se midió la longitud de la parte aérea y de las raíces de las plántulas, y se determinó su masa seca.

Las semillas de *Zygia longifolia* mostraron una sensibilidad significativa al glifosato, se observó una reducción en la germinación y emergencia con dosis crecientes del herbicida. Se encontró que el glifosato tiene un mayor efecto en la emergencia de las plántulas cuando se siembran en arena, posiblemente debido a la interacción del herbicida con el sustrato (Alvarado García et al., 2011). Aunque el glifosato no afectó la conductividad eléctrica de las soluciones con semillas tratadas, se observó una disminución en la viabilidad y el vigor de las semillas, lo que sugiere un efecto tóxico acumulativo dentro de las semillas (Bonfleur et al., 2015). La disminución observada en la germinación y emergencia podría estar relacionada con la capacidad del glifosato para interferir con la absorción de agua necesaria para estos procesos (De Ávila et al., 2020). Estos hallazgos resaltan la necesidad de considerar los efectos no intencionados del glifosato en especies vegetales no objetivo, especialmente en contextos de conservación forestal (Van Bruggen et al., 2021).

En conclusión, el glifosato reduce significativamente la germinación y emergencia de semillas de *Zygia longifolia*. Las dosis más altas del herbicida resultaron en una mayor reducción de los parámetros evaluados, especialmente en semillas sembradas en arena.

Aunque no se observó un efecto en la conductividad eléctrica, los resultados sugieren que el glifosato puede acumularse dentro de las semillas, afectando su viabilidad. Estos hallazgos destacan la necesidad de considerar los impactos no deseados del glifosato en plantas no objetivo, especialmente en contextos de conservación forestal.

## Referencias

- Alvarado García, V., Bermúdez Rojas, T., Romero Vargas, M. y Piedra Castro, L. (2011). Selección de plantas para el control de la erosión hídrica en Costa Rica mediante la metodología de criterio de expertos. *Recursos Naturales y Ambiente*, (63), 41-46. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/6801>
- Bonfleur, E. J., Tornisielo, V. L., Borges Regitano, J., & Lavorenti, A. (2015). The Effects of Glyphosate and Atrazine Mixture on Soil Microbial Population and Subsequent Impacts on Their Fate in a Tropical Soil. *Water, Air, & Soil Pollution*, 226, 1-10. <https://doi.org/10.1007/s11270-014-2190-8>
- De Ávila, J., Brito Cardoso, F., Ferreira de Lima, S., Ribeiro Barzotto, G., & Santana Zanella, M. (2020). Presence of glyphosate can harm the germination of bean seeds treated with biostimulant. *Bioscience Journal*, 36(1), 122-132. <https://doi.org/10.14393/BJ-v36n1a2020-42441>
- Romero-Hernández, C. (2017). El género *Zygia* P. Browne (Leguminosae: Mimosoideae: Ingeae) en Colombia: análisis de distribución y clave actualizada para su identificación. *Biota Colombiana*, 18(2), 88-110. <https://doi.org/10.21068/c2017.v18n02a06>
- Van Bruggen, A. H. C., Finckh, M. R., He, M., Ritsema, C. J., Harkes, P., Knuth, D., & Geissen, V. (2021). Indirect Effects of the Herbicide Glyphosate on Plant, Animal and Human Health Through its Effects on Microbial Communities. *Frontiers in Environmental Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.763917>

# Estrategias de economía circular para la gestión de residuos del cultivo de plátano en el Tolima

## Circular economy strategies for the management of plantain crop waste in Tolima

**Carlos Guillermo Mesa Mejía**

<https://orcid.org/0000-0002-5123-2528>

[carlos.mesa@unad.edu.co](mailto:carlos.mesa@unad.edu.co)

Semillero de Investigación Medioambiental Unadista (SIMAU)

Grupo de investigación INYUMACIZO

**Paola Andrea Tenorio Sánchez**

<https://orcid.org/0000-0002-0080-7619>

[paola.tenorio@unad.edu.co](mailto:paola.tenorio@unad.edu.co)

Semillero de Investigación Medioambiental Unadista (SIMAU)

Grupo de investigación INYUMACIZO

**Francisco José Montealegre Torres**

<https://orcid.org/0000-0002-1326-7113>

[francisco.montealegre@unad.edu.co](mailto:francisco.montealegre@unad.edu.co)

Semillero de Investigación Orgánico y Nutricional (SION)

Grupo de investigación INYUMACIZO

**Danilo Bonilla Trujillo**

<https://orcid.org/0000-0002-6069-8039>

[danilo.bonilla@unad.edu.co](mailto:danilo.bonilla@unad.edu.co)

Semillero de Investigación Orgánico y Nutricional (SION)

Grupo de investigación INYUMACIZO

**Andrés Mauricio Munar Samboní**

<https://orcid.org/0000-0003-2056-7234>

andres.munar@unad.edu.co

Semillero de investigación ROSIYE

Grupo de investigación INYUMACIZO

**Nelly María Méndez Pedroza**

<https://orcid.org/0000-0003-4219-0378>

nelly.mendez@unad.edu.co

Semillero de investigación SIMAC

Grupo de investigación INYUMACIZO

**Eliana Paola Rubio Portela**

<https://orcid.org/0009-0004-0343-571X>

eli\_rubio94@hotmail.com

Semillero de Investigación Medioambiental Unadista (SIMAU)

Grupo de investigación INYUMACIZO

**Yeimi Marcela Avilez Bedoya**

<https://orcid.org/0009-0001-6310-7329>

yeimiavilezb@hotmail.com

Semillero de Investigación Orgánico y Nutricional (SION)

Grupo de investigación INYUMACIZO

## Resumen

En el presente estudio se aborda el impacto económico y social de la producción de plátano en los municipios de Casabianca y Herveo en el departamento del Tolima, resaltando su importancia. Se proponen prácticas de economía circular para la gestión de los desechos producidos por este cultivo, con el propósito de fomentar la sostenibilidad y mitigar el deterioro ambiental. El proyecto, liderado por la Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente (ECAPMA) del CEAD Ibagué de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), inició con un diagnóstico para evaluar la generación y disposición de residuos, utilizando entrevistas, encuestas y visitas de campo.

El análisis de los resultados reveló que el pseudotallo representa la mayor parte de los residuos, lo que permitió desarrollar estrategias específicas para su gestión. Se

plantearon propuestas como el compostaje y la transformación de los residuos en materiales biodegradables, que traerán beneficios tanto económicos al generar nuevos productos como ambientales al reducir la contaminación. Los resultados evidenciaron los beneficios de implementar estas estrategias, así como su viabilidad. Además de mejorar la fertilidad del suelo y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, la producción de compost permite a los productores generar ingresos adicionales.

En conclusión, la implementación de estrategias de economía circular en la gestión de residuos del cultivo de plátano en Casabianca y Herveo es viable, y tiene un impacto positivo tanto para el desarrollo sostenible del sector como para el bienestar económico y ambiental de la región. Por tanto, para asegurar un desarrollo agrícola sostenible a largo plazo, es fundamental continuar fomentando la investigación y la formación en estas áreas.

**Palabras clave:** sostenibilidad, residuos, gestión, economía circular, transformación, impacto ambiental

## Abstract

This study addresses the economic and social impact of plantain production in the municipalities of Casabianca and Herveo in the department of Tolima, highlighting its importance. Circular economy practices are proposed for the management of the waste produced by this crop, with the aim of promoting sustainability and mitigating environmental degradation. The project, led by the School of Agricultural, Livestock and Environmental Sciences (ECAPMA) of CEAD Ibagué of the National Open and Distance University (UNAD), began with a diagnosis to assess the generation and disposal of waste, using interviews, surveys and field visits.

The analysis of the results revealed that the pseudostem represents the majority of the waste, which made it possible to develop specific strategies for their management. Proposals such as composting and the transformation of waste into biodegradable materials were put forward, which will bring both economic benefits by generating new products and environmental benefits by reducing pollution. The results showed the benefits of implementing these strategies, as well as their viability. In addition to improving soil fertility and reducing greenhouse gas emissions, compost production allows producers to generate extra income.

In conclusion, the implementation of circular economy strategies in management of plantain crop waste in Casabianca and Herveo is viable, and has a positive impact both for the sustainable development of the sector and for the economic and environmental

well-being of the region. Therefore, in order to ensure long-term sustainable agricultural development, it is essential to continue promoting research and training in these areas.

**Keywords:** sustainability, waste, management, circular economy, transformation, environmental impact

La producción de plátano es vital en el departamento del Tolima, Colombia, especialmente en los municipios de Casabianca y Herveo. Esta planta crece de manera óptima en un entorno con clima cálido y húmedo, y suelos bien drenados (Aranzázu et al., 2000). Además de una fuente de empleo e ingresos para las comunidades rurales, es parte de la alimentación de los productores y sus familias, y tiene un impacto significativo en la economía nacional debido a su exportación. Sin embargo, para lograr un desarrollo sostenible en esta actividad agrícola, es imprescindible una gestión eficiente de los residuos generados. La adopción de estrategias de economía circular se presenta como una opción viable para reducir el impacto ambiental y promover la sostenibilidad del cultivo. La economía circular busca prolongar la vida útil de los recursos, maximizando su valor durante su uso y recuperando y regenerando productos y materiales al final de su ciclo de vida (Ellen MacArthur Foundation, 2013). Estas estrategias no solo deben cumplir con las normativas locales y nacionales para garantizar la calidad y la seguridad alimentaria, sino también incorporar prácticas innovadoras que fomenten la reutilización y el reciclaje de los residuos (Geissdoerfer et al., 2017).

En este contexto, considerando los avances del proyecto de investigación en la región, se proponen estrategias de economía circular para la gestión integral de los residuos del cultivo de plátano en los municipios de Casabianca y Herveo, mediante la implementación de acciones que mejoren su producción y sostenibilidad, y contribuyan a reducir el daño ambiental, promoviendo prácticas agrícolas más sostenibles y eficientes (Korhonen et al., 2018). Además, se ofrece una guía práctica para los productores de plátano en la región, fomentando un desarrollo agrícola más responsable y sostenible. Para esto, se realizó un diagnóstico de la situación actual a fin de evaluar la generación y disposición de residuos del cultivo de plátano y sus efectos tanto en el medio ambiente como en la economía local. Se recopilieron datos mediante entrevistas y encuestas a productores de Casabianca y Herveo, y visitas de campo para observar las prácticas de gestión de residuos y tomar muestras. Los datos se analizaron para cuantificar los residuos generados y evaluar las prácticas actuales y su impacto tanto ambiental como económico.

En la siguiente fase se caracterizaron los residuos, identificando y cuantificando aquellos no comercializables: pseudotallo, raquis, hojas, bellota y falsa mano. Se seleccionaron 15 predios en Herveo y 15 predios en Casabianca, considerando las etapas de fructificación. Utilizando la metodología de cuarteo, se pesaron los residuos tras la cosecha de plátano,

cortando y pesando las diferentes partes de la planta. Posteriormente, se propusieron estrategias de economía circular adaptadas a las condiciones locales, investigando tecnologías emergentes y desarrollando prácticas agrícolas sostenibles. Se elaboró un plan de acción con acciones concretas, un cronograma detallado y métodos de evaluación. Finalmente, se validaron y ajustaron las estrategias mediante talleres participativos y pilotos en campos seleccionados. Se difundieron los resultados y se capacitó a los productores y a los niños mediante informes, artículos académicos, talleres y seminarios. Esta metodología abordó la problemática de los residuos del cultivo de plátano en Casabianca y Herveo, promoviendo un desarrollo agrícola más sostenible y eficiente en busca de su aprovechamiento.

El diagnóstico de la situación actual reveló que en los municipios de Casabianca y Herveo se generan aproximadamente 29 toneladas de residuos del cultivo de plátano por cosecha, principalmente compuestos por pseudotallo, raquis, hojas, bellota y falsa mano. Las prácticas actuales de disposición, que varían desde el uso como abono hasta la quema, generan impactos negativos en el medio ambiente. La caracterización detallada de los residuos permitió identificar que el pseudotallo constituye la mayor parte de los residuos generados. A partir de estos datos, se diseñaron estrategias basadas en la economía circular para mejorar la gestión de los residuos, incluyendo el compostaje para aumentar la fertilidad del suelo, la producción de biogás mediante digestión anaerobia, prácticas que lleven a mejorar el suelo y el desarrollo de material biodegradable a partir de la biomasa de plátano.

La estrategia de sostenibilidad desarrollada durante el proyecto se articuló con los requerimientos de las organizaciones productoras de plátano del Tolima, fortaleciendo sus capacidades en manejo ambiental. Se llevó a cabo una escuela de campo de educación ambiental dirigida a 150 productores de Casabianca y Herveo, y se impartió formación especializada sobre nuevas prácticas de generación de valor agregado y adopción tecnológica para la transformación de los residuos de plátano. Además, se realizaron capacitaciones en el manejo de técnicas, equipos y materiales necesarios para el desarrollo de nuevos productos. Finalmente, con base en estudios de edafología y fertilidad de los suelos, se ofreció formación sobre la clasificación de suelos; análisis de sus propiedades físicas, químicas y biológicas, y técnicas para mejorar y mantener su fertilidad. También se abordaron prácticas agrícolas que mejoran la producción y protegen el medio ambiente.

Los resultados de la caracterización de residuos en los municipios de Casabianca y Herveo evidenciaron que el pseudotallo constituye el 87,55 % del residuo total generado durante la cosecha del plátano, señalando la necesidad de desarrollar estrategias específicas

para su manejo. En respuesta a esto, se investigaron tecnologías emergentes como sistemas de compostaje y el aprovechamiento de estos residuos para crear materiales biodegradables destinados a la fabricación de recipientes. La implementación de estas estrategias mostró beneficios económicos, como ingresos adicionales por la venta de compost, y beneficios ambientales, como la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la disminución de residuos mal dispuestos. Pilotos en campos seleccionados validaron y ajustaron las estrategias según los resultados obtenidos y la retroalimentación de los productores. Además, se llevaron a cabo talleres y seminarios para difundir los resultados y proporcionar guías prácticas para la implementación de las nuevas estrategias. Estos resultados demuestran que la adopción de estrategias de economía circular en la gestión de residuos del cultivo de plátano en Casabianca y Herveo es viable y beneficiosa, promoviendo un desarrollo agrícola más sostenible y eficiente.

En conclusión, implementar estrategias de economía circular en la gestión de residuos del cultivo de plátano en los municipios de Casabianca y Herveo es una alternativa viable y beneficiosa a nivel económico y ambiental. Durante el diagnóstico inicial, se observó la magnitud del problema de los residuos generados, haciendo énfasis en que el pseudotallo constituye la parte principal de los desechos. Además de generar contaminación ambiental, la incineración y otras formas incorrectas de disposición de estos desechos resultan en una pérdida innecesaria de recursos valiosos. Se diseñaron estrategias adaptadas a las condiciones locales a partir del análisis de la cantidad de desechos, tomando como referencia la acción de la comunidad y de las mujeres que forman parte del proyecto, en busca del aprovechamiento de los residuos y de una alternativa sustentable que incremente la fertilidad del suelo al tiempo que disminuye las emisiones de gases de efecto invernadero. Estas estrategias se adhieren a los principios de la economía circular al prolongar la vida útil de los recursos y regenerar productos cuando alcanzan el final de su ciclo. La participación de los productores en el desarrollo y la validación de las estrategias propuestas garantiza una mayor adopción de las prácticas de economía circular y fomenta un sentido de pertenencia y compromiso con la sostenibilidad.

## Referencias

Aranzázu Hernández, L. F., Arcila Pulgarín, M. I., Bolaños Benavides, M. M., Castellanos Castellanos, P., Castrillón Arias, C., Pérez Cárdenas, J. C., Rodríguez Martínez, J. L. y Valencia Montoya, J. A. (2000). *Manejo integrado del cultivo de plátano: manual técnico*. † Corporación colombiana de investigación agropecuaria - AGROSAVIA. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/17751>

Ellen MacArthur Foundation. (2013). *Towards the circular economy Vol. 1: an economic and business rationale for an accelerated transition*. Ellen MacArthur Foundation. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/towards-the-circular-economy-vol-1-an-economic-and-business-rationale-for-an>

Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, *143*, 757-768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>

Korhonen, J., Nuur, C., Feldmann, A., & Birkie, S. E. (2018). Circular economy as an essentially contested concept. *Journal of Cleaner Production*, *175*, 544-552. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.111>

# Experiencias innovadoras de reutilización y reducción de residuos de la caficultura colombiana

## Innovative experiences in the reuse and reduction of waste from the Colombian coffee farming

Diana Cristina Medina Valencia

<https://orcid.org/0000-0002-7767-4949>

[cristina.medina@unad.edu.co](mailto:cristina.medina@unad.edu.co)

Semillero de investigación DERUSO

### Resumen

La caficultura es una actividad de gran relevancia económica y social en Colombia, uno de los principales países productores de café a nivel mundial. No obstante, la producción de café genera una considerable cantidad de residuos orgánicos y consume grandes cantidades de recursos como agua y energía. Menos del 5 % de la materia vegetal generada se aprovecha en la elaboración de la bebida, mientras que el resto queda en forma residual, incluyendo materiales fibrosos como hojas, ramas, tallos, frutos verdes, pulpa, mucílago, cascarilla y borra. En Colombia, se están implementando diversas estrategias innovadoras para el manejo de residuos en la caficultura, buscando la sostenibilidad y el aprovechamiento de subproductos. Sin embargo, no se cuenta con una documentación o una base de datos caracterizada científicamente respecto al tema.

Por esta razón, este estudio documental se convierte en una potencial fuente de riqueza científica y tecnológica. Esta revisión sistemática se realizó para identificar experiencias innovadoras relacionadas con la reutilización y reducción de residuos en la caficultura colombiana, siguiendo los lineamientos de PRISMA 2020 y basándose en búsquedas avanzadas en diversas bases de datos de estudios científicos. Se encontraron varias experiencias innovadoras y emergentes para el manejo de residuos del café que van

más allá de las tradicionales. Entre estas prácticas se incluyen: bioplásticos, empaques, biocombustibles, suplementos alimenticios, ingredientes cosméticos, nanopartículas y sustancias químicas funcionales y bioactivas. Estas iniciativas innovadoras no solo reducen la cantidad de residuos, sino que también generan beneficios ambientales y económicos para los caficultores.

**Palabras clave:** sostenibilidad, subproductos, desechos orgánicos, ambiente

## Abstract

Coffee farming is an activity of great economic and social relevance in Colombia, one of the main coffee producing countries in the world. However, coffee production generates a considerable amount of organic waste and consumes large amounts of resources such as water and energy. Less than 5% of the plant matter generated is used in the production of the beverage, while the rest remains in residual form, including fibrous materials such as leaves, branches, stems, green fruits, pulp, mucilage and husks. In Colombia, several innovative strategies are being implemented for waste management in coffee farming, seeking sustainability and the use of by-products. However, there is no documentation or scientifically characterised database on the subject.

For this reason, this documentary study becomes a potential source of scientific and technological wealth. This systematic review was conducted to identify innovative experiences related to the reuse and reduction of waste in Colombian coffee farming, following the PRISMA 2020 guidelines and based on advanced searches in various databases of scientific studies. Several innovative and emerging experiences were found for coffee waste management that go beyond the traditional methods. These practices include bioplastics, packaging, biofuels, food supplements, cosmetic ingredients, nanoparticles, and bioactive and functional chemicals. These innovative initiatives not only reduce the amount of waste but also generate environmental and economic benefits for coffee farmers.

**Keywords:** sustainability, by-products, organic waste, environment

La caficultura es de gran relevancia económica y social para Colombia, uno de los principales productores de café a nivel mundial. Sin embargo, la producción de café genera una gran cantidad de residuos orgánicos y consume muchos recursos, como agua y energía. Menos del 5 % de la materia vegetal generada se utiliza en la elaboración de la bebida y el resto queda como residuos: hojas, ramas, frutos verdes, pulpa, mucílago, cascarilla y ripio (Rodríguez Valencia et al., 2013).

En el primer semestre del 2024, la producción de café en Colombia alcanzó 5,82 millones de sacos (Molano, 2024). Un estudio de Perfect Daily Grind Español (2021) destaca que se generan hasta 1,2 kg de residuos por cada kilogramo de café verde procesado. De acuerdo con estos datos, la producción total generó aproximadamente 418 560 toneladas de residuos orgánicos en el 2024. En Colombia, se están implementando diversas estrategias innovadoras para gestionar estos residuos, aunque todavía falta una documentación científica extensa sobre el tema. El objetivo de esta investigación es realizar una revisión bibliográfica sistemática para identificar experiencias innovadoras relacionadas con las estrategias de reutilización y reducción de residuos en la caficultura colombiana.

Se realizó una revisión sistemática de experiencias innovadoras en la reutilización y reducción de residuos en la caficultura, siguiendo los lineamientos PRISMA 2020. Se incluyeron investigaciones publicadas en español o en inglés desde el 2014 hasta el 2024, enfocadas en experiencias innovadoras en la producción de café. En cambio, se excluyeron estudios no específicos sobre gestión de residuos en la caficultura, no disponibles en español o en inglés, inaccesibles en bases de datos reconocidas o publicados hace más de 10 años. Como resultado de esta revisión sistemática, se destacan 7 experiencias innovadoras en Colombia:

1. *Vasos biodegradables de residuos de café*: este vaso se fabrica con celulosa a partir de la cascarilla de café. Si bien este residuo es utilizado como abono, produce acidez en la tierra y contamina los afluentes. Además, con este invento se aprovechan 200 000 toneladas de cascarilla de café que se producen anualmente en el país y se logra disminuir el uso de desechables, que en el mismo periodo es cercano a los 5000 millones.
2. *Empaques y moldes de borra de café*: se toma la borra del café para producir empaques y moldeados que protejan distintos productos al interior del empaque, empleando procesos productivos amigables con el ambiente y generando un impacto positivo en este.
3. *Briquetas “Brasa Aroma”*: se elaboran a través de un proceso de compactación y aglutinación de la cascarilla de café. Están alineadas con los valores de sostenibilidad y responsabilidad ambiental, ya que contribuyen a la reducción de residuos agrícolas y ofrecen una alternativa eficiente y económica para la calefacción y la cocina.
4. *Películas de nanopartículas de celulosa*: se explora la transformación de algunos residuos orgánicos, específicamente la cascarilla del café, en productos cosméticos

naturales como perfumes y el desarrollo de películas de nanopartículas de celulosa, como futuro material cuyas características de resistencia permitan la transformación a bioplástico o fibras para tela textil.

5. *Harina de pulpa de café*: convertir la pulpa o cáscara del fruto del café en una opción alimentaria fue la tarea que emprendieron la Universidad de Antioquia y la Cooperativa de Caficultores de Antioquia. El resultado es una harina útil para panes, arepas, tostadas, almojábanas y otras preparaciones. Este producto de economía circular transforma un desecho orgánico en una alternativa nutricional que puede contribuir a menguar la inseguridad alimentaria.
6. *Ingredientes fotoprotectores para cosméticos*: el uso de ingredientes de origen natural contribuye a dar valor agregado a materias primas que, por lo general, son descartadas de los procesos de producción, como los subproductos en la industria del café, que generan impactos ambientales. Por tanto, se genera una nueva industria al incursionar en el sector dermocosmético.
7. *Sustancias químicas funcionales y bioactivas*: el café es una fuente promisoría de sustancias químicas funcionales y bioactivas para la industria alimenticia y farmacéutica, como los polifenoles y la cafeína. Estos residuos, que actualmente se generan en grandes cantidades ocasionando daño ambiental, pueden emplearse como fuente natural y segura de antioxidantes.

Estas iniciativas se destacan por su diseño circular, contribuyendo a la reducción y reutilización de residuos en la caficultura colombiana y generando beneficios tanto ambientales como económicos (Portal Frutícola, 2020).

## Referencias

- Molano, P. C. (2024, 10 de julio). Así creció la producción de café en Colombia en 2024: aumento también en las exportaciones. *Diario AS*. <https://colombia.as.com/actualidad/asi-crecio-la-produccion-de-cafe-en-colombia-en-2024-aumento-tambien-en-las-exportaciones-n/>
- Perfect Daily Grind Español. (2021, 24 de junio). Residuos de la producción de café: una alternativa sostenible. *Perfect Daily Grind Español*. <https://perfectdailygrind.com/es/2021/06/24/residuos-de-la-produccion-de-cafe-una-alternativa-sostenible/>
- Portal Frutícola. (2020, 9 de abril). *Maneras de utilizar los restos de café en la agricultura*. <https://www.portalfruticola.com/noticias/2020/04/09/maneras-de-utilizar-los-restos-de-cafe-en-la-agricultura/>

Rodríguez Valencia, N., Zambrano Franco, D. A. y Ramírez Gómez, C. A. (2013). Manejo y disposición de los subproductos y de las aguas residuales del beneficio del café. En Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, *Manual del cafetero colombiano: investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura* (Tomo 3, pp. 111-136). FNC-Cenicafé. [https://publicaciones.cenicafe.org/index.php/libros\\_manuales/article/view/841/1034](https://publicaciones.cenicafe.org/index.php/libros_manuales/article/view/841/1034)

# Farm app: digitalización e innovación en modelos de producción sostenibles

## Farm app: digitalization and innovation in sustainable production models

Francisco José Montealegre Torres

<https://orcid.org/0000-0002-1326-7113>

francisco.montealegre@unad.edu.co

Semillero de Investigación Orgánico Nutricional (SION)

### Resumen

La administración eficiente y sostenible de inversiones en proyectos productivos agrícolas es una necesidad urgente entre los agricultores. En respuesta a esta demanda, se ha desarrollado el prototipo de una aplicación web y móvil denominada Farmer App. Esta herramienta tecnológica tiene como objetivo proporcionar a los agricultores e inversionistas un medio dinámico y en tiempo real para controlar y gestionar sus inversiones, facilitando la toma de decisiones informadas y oportunas. Farmer App se enmarca en un enfoque de innovación en modelos de producción sostenible, promoviendo la adopción de prácticas agrícolas que favorezcan la economía circular y la resiliencia comunitaria. La gestión tradicional de inversiones agrícolas, que se realiza de manera manual, presenta numerosos desafíos como la falta de copias de seguridad, acceso limitado a información en tiempo real y riesgo de pérdida de datos. La inclusión de nuevas tecnologías promete una administración más organizada, eficiente y sostenible. Farmer App ofrece un control detallado del estado de los cultivos y de las inversiones, promoviendo prácticas de producción sostenible y economía circular.

El uso creciente de dispositivos móviles y tabletas ofrece un camino hacia una gestión de la información más práctica y controlable, esencial para la sostenibilidad de las inversiones agrícolas. Este proyecto se enfoca en el sector agrícola, donde los agricul-

tores gestionan extensas áreas de cultivo y grandes inversiones. Los inversionistas han mostrado un gran interés en una herramienta que facilite el seguimiento y control de sus inversiones, asegurando una mayor eficiencia y sostenibilidad en sus operaciones. El objetivo es mejorar la calidad de la información y el control de inversiones agrícolas, proporcionando una plataforma interactiva multiplataforma fácilmente disponible para los usuarios. Esta solución tecnológica no solo busca mejorar la eficiencia y sostenibilidad de la gestión de inversiones, sino también contribuir a la resiliencia de las comunidades agrícolas mediante la adopción de modelos de producción sostenible y economía circular.

**Palabras clave:** aplicación, economía, gestión, innovación, sostenibilidad

### **Abstract**

Efficient and sustainable management of investments in productive agricultural projects is an urgent need among farmers. In response to this demand, a prototype of a web and mobile application called Farmer App has been developed. This technological tool aims to provide farmers and investors with a dynamic and real-time means to monitor and manage their investments, facilitating informed and timely decision-making. Farmer App is framed within an approach of innovation in sustainable production models, promoting the adoption of agricultural practices that favour the circular economy and community resilience. Traditional farm investment management, which is done manually, presents numerous challenges such as lack of backups, limited access to real-time information and risk of data loss. The inclusion of new technologies promises a more organised, efficient and sustainable administration. Farmer App offers detailed monitoring of crop status and investments, promoting sustainable production practices and circular economy.

The increasing use of mobile devices and tablets offers a path toward more practical and controllable information management, essential for the sustainability of agricultural investments. This project focuses on the agricultural sector, where farmers manage extensive cultivation areas and large investments. Investors have shown great interest in a tool that facilitates the monitoring and control of their investments, ensuring greater efficiency and sustainability in their operations. The objective is to improve the quality of information and control of agricultural investments by providing an interactive multiplatform tool that is easily accessible to users. This technological solution not only seeks to improve the efficiency and sustainability of investment management, but also to contribute to the resilience of agricultural communities through the adoption of sustainable production models and circular economy.

**Keywords:** application, economy, management, innovation, sustainability

En el contexto actual, la administración eficiente y sostenible de las inversiones en proyectos productivos agrícolas es una necesidad crítica. La agricultura enfrenta desafíos significativos debido a la gestión tradicional de inversiones, que se realiza de manera manual y presenta numerosos problemas, como la falta de copias de seguridad, el acceso limitado a información en tiempo real y el riesgo constante de pérdida de datos (Trujillo, 2023). La respuesta a estos desafíos se presenta en forma de una innovación tecnológica con Farmer App. Este prototipo de aplicación web y móvil ha sido desarrollado con el objetivo de proporcionar tanto a los agricultores como a los inversionistas una herramienta dinámica y en tiempo real para el control y la gestión de sus inversiones. Farmer App no solo facilita la toma de decisiones informadas y oportunas, sino que también se alinea con un enfoque de innovación en modelos de producción sostenible, promoviendo prácticas agrícolas que favorezcan la economía circular y la resiliencia comunitaria.

Esta investigación pretende desarrollar e implementar Farmer App, una aplicación web y móvil innovadora para la administración eficiente y sostenible de inversiones en proyectos productivos agrícolas, promoviendo modelos de producción sostenible y economía circular para fortalecer la resiliencia de las comunidades agrícolas. Para el diseño de la aplicación, se utilizó una moderna metodología de desarrollo de *software* denominada Metodología Ágil o Scrum. Esta se eligió debido a las características del aplicativo y al cronograma propuesto para su diseño, sin dejar a un lado la calidad del *software* y considerando que otras metodologías son un tanto rígidas para los requerimientos actuales. Para el diseño y la puesta en marcha de Farmer App, se requieren 7 fases:

- *Primera fase: Estudio del entorno y recolección de información.*

En esta etapa se realiza un análisis preliminar del contexto mediante la aplicación de entrevistas y encuestas, con el objetivo de recopilar información relevante directamente de los actores involucrados. Esta recolección permite conocer la realidad del entorno desde diversas perspectivas y construir una base de datos inicial. (Montealegre, 2018).

- *Segunda fase: Procesamiento y organización de la información.*

Una vez recolectados los datos, se procede a su procesamiento. Esto incluye la transcripción de entrevistas grabadas, la sistematización de notas de campo y la tabulación de encuestas. La información se organiza de manera estructurada para facilitar su interpretación y análisis en fases posteriores. (Montealegre, 2018).

- *Tercera fase: análisis de requerimientos.*

La tipología utilizada para desarrollar este proyecto va orientada inicialmente a la observación, ya que no existe un aplicativo web y móvil que suministre la información tal como se propone. (Montealegre, 2018).

- *Cuarta fase: diseño del prototipo del aplicativo web y móvil.*

El diseño del prototipo de **FarmApp** permitió visualizar la estructura y funcionalidades clave del aplicativo antes de su desarrollo. Este prototipo, pensado para mejorar la gestión agrícola, incluye módulos como registro de usuarios, monitoreo de cultivos, asesoría técnica, alertas y reportes. Se elaboró con herramientas como Figma, priorizando la usabilidad, la accesibilidad y la experiencia del usuario tanto en entornos web como móviles. Además, fue validado con usuarios del sector agropecuario, lo que permitió ajustar la propuesta a sus necesidades reales antes de iniciar la programación.

- *Quinta fase: revisión y ajustes del prototipo de Farmer App.*

En esta etapa se llevó a cabo la validación del prototipo con usuarios reales del sector agrícola, quienes interactuaron con la interfaz y brindaron observaciones valiosas sobre su funcionamiento y diseño. A partir de esta retroalimentación, se realizaron ajustes en la navegación, los textos, los colores y la disposición de los módulos, con el objetivo de hacer la aplicación más intuitiva, accesible y útil para los productores. Este proceso garantizó que la versión final del prototipo respondiera realmente a las necesidades del campo y estuviera alineada con la experiencia de quienes lo utilizarán.

- *Sexta fase: pruebas en campo y ajustes de Farmer App*

Las pruebas en campo permitieron evaluar el funcionamiento de Farmer App en condiciones reales de uso, directamente con productores en sus entornos rurales. Durante esta fase, se observaron aspectos como la conectividad, la facilidad de navegación, la comprensión de los módulos y la utilidad de las funciones ofrecidas. Gracias a la interacción directa con los usuarios, se identificaron oportunidades de mejora que dieron lugar a ajustes en la interfaz, mensajes del sistema, tiempos de carga y adaptaciones técnicas para dispositivos con baja capacidad. Esta retroalimentación fue clave para asegurar que la aplicación sea práctica, accesible y funcional en el contexto agrícola.

- *Séptima fase: lanzamiento.*

Durante el desarrollo de la primera fase, se realizaron encuestas a una población de 89 individuos, con variedad de edades, nivel de estudio, cultura tecnológica y uso y manejo de aplicaciones móviles. Los resultados obtenidos advierten que la mayoría de la población de productores agrícolas son personas longevas, mayores de 65 años, con bajo nivel educativo y falencias en el uso y manejo de equipos de alta tecnología; por consiguiente, hacen poco uso de aplicaciones móviles y en su gran mayoría llevan sus registros en papel y con baja reacción a eventualidades (Montealegre, 2018). Además, se evidencia un relevo generacional y la migración hacia una población tecnológicamente dependiente (generación Z), pero con la obligación de mantener un legado.

En ese sentido, se identificó la necesidad de obtener una herramienta que facilite el control de la inversión y mejore la rapidez en la toma de decisiones. Es así como se pasa a la tercera fase y la cuarta fase, donde se empieza a construir el prototipo de Farmer App. Actualmente, el proyecto se encuentra en la sexta fase, realizando pruebas de campo, lo que ha permitido realizar ajustes importantes, teniendo como base la información aportada por personal vinculado al sector agrícola, llegando a un nivel de madurez de la tecnología en TRL 7 (Demostración de sistema o prototipo en un entorno real). De modo que Farmer App se convierte en una herramienta de innovación tecnológica en modelos de producción sostenible, siendo una alternativa que permitirá realizar seguimiento en tiempo real a las inversiones en proyectos agrícolas, logrando tener la información al alcance de la mano y tomar decisiones en el momento necesario.

El desarrollo y validación de Farmer App se alinea con la necesidad de digitalizar procesos agrícolas y responder a contextos donde los productores enfrentan barreras de acceso a tecnologías y gestión de datos. Montealegre (2018) ya advertía sobre estas limitaciones en su prototipo inicial, planteando una herramienta de autogestión para agricultores en el Tolima. Ahora, con avances como los alcanzados en esta investigación, Farmer App transita hacia una solución más robusta, participativa y adaptada al entorno. Además, en el marco de la transformación digital del sector, Trujillo (2023) destacan que la agricultura 5.0 implica integrar herramientas tecnológicas como esta, para lograr procesos más eficientes, sostenibles e inclusivos. Estos aportes respaldan la importancia de pruebas en campo y ajustes iterativos que garanticen la funcionalidad real del aplicativo en manos de quienes más lo necesitan.

En conclusión, Farmer App empodera a los inversionistas al permitirles interactuar con la aplicación web y móvil para informarse, programar y ejecutar acciones sobre sus proyectos en tiempo real. Esta capacidad de gestión remota elimina la necesidad de

presencia física en el sitio, agilizando la toma de decisiones y mejorando la respuesta a eventos críticos en el cultivo (Trujillo, 2023). En el contexto de la agricultura colombiana, donde el acceso a tecnologías de la información ha aumentado, Farmer App se presenta como una solución esencial para mejorar los procesos de administración agrícola. Aunque el acceso ha mejorado, la comprensión y el uso efectivo de estas tecnologías aún requieren herramientas intuitivas y accesibles como Farmer App. La implementación de Farmer App tiene un impacto positivo en el sector agrícola, mejorando la calidad de vida de los agricultores al proporcionarles una herramienta práctica y efectiva para la administración de sus inversiones. Este proyecto de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) aplicado responde a necesidades específicas y prácticas, beneficiando a un sector socioeconómico crucial.

## Referencias

- Montealegre Torres, F. J. (2018). *Farmer App: prototipo de software de autogestión administrativo de inversión en proyectos agrícolas para los agricultores socios de la cooperativa de arroceros - Serviarroz LTDA, en la zona de la meseta de Ibagué, departamento del Tolima* [proyecto de especialización, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/27465>
- Trujillo, A. R. y Giraldo, I. (2023). Agricultura 5.0 en Colombia: la transformación tecnológica para una agricultura innovadora y sostenible. *Forum Calidad*, 33(345), 50-52.

# Influencia de los fragmentos gruesos de roca en la retención de agua en un suelo agrícola

## Influence of rock fragments on water retention in an agricultural soil

Efraín Francisco Visconti Moreno

<https://orcid.org/0000-0002-7017-313X>

[efrain.visconti@unad.edu.co](mailto:efrain.visconti@unad.edu.co)

Grupo de investigación CIDAGRO

### Resumen

La presencia de piedras o contenido de fragmentos gruesos de roca (FGR) afecta el funcionamiento de los suelos, en particular sus procesos hidrológicos. Por tanto, el estudio de los suelos pedregosos es de gran importancia para lograr su adecuada caracterización, permitiendo el conocimiento de su comportamiento, incluidas sus potencialidades y limitaciones, así como un manejo adecuado y sustentable. En este trabajo se evaluó el efecto de diferentes contenidos de fragmentos gruesos de roca del tipo grava fina (con un tamaño de 2 mm a 5 mm) y del tipo grava media (con un tamaño de 5 mm a 8 mm) sobre la capacidad de retención de humedad en un suelo agrícola, mediante la determinación de la curva característica de retención de humedad.

El diseño del experimento fue completamente aleatorio con arreglo factorial de 2 factores: el tamaño del fragmento de roca con 2 niveles y el contenido de fragmentos de roca con 9 niveles. Esto dio lugar a 18 tratamientos, que con 3 repeticiones dieron un total de 54 unidades experimentales. Para medir la retención de humedad, se prepararon anillos metálicos de 7,5 cm de diámetro y 2,5 cm de altura, con mezclas de suelo fino con fragmentos de roca en las proporciones de 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 y 80 % en peso de fragmentos gruesos. Se trabajó con 2 niveles de tamaño de fragmentos de roca: uno de 2 mm a 5 mm (grava fina) y el otro de 5 mm a 8 mm (grava media). Las curvas de retención de humedad mostraron que la presencia de FGR afecta el contenido de humedad del suelo. Asimismo,

al analizar la varianza del contenido de FGR, se observó un valor altamente significativo ( $p < 0,05$ ) para todos los potenciales mátricos, lo cual indica que efectivamente la cantidad de fragmentos de roca afecta la retención de humedad del suelo.

**Palabras clave:** propiedades hidrológicas, manejo del suelo, suelos pedregosos, agua del suelo

### **Abstract**

The presence of stones or rock fragments (RF) affects the functioning of soils, in particular their hydrological processes. Therefore, the study of stony soils is of great importance to achieve their adequate characterisation, allowing the knowledge of their behaviour, including their potential and limitations, as well as an adequate and sustainable management. In this work, the effect of different contents of rock fragments of the fine gravel type (with a size from 2 mm to 5 mm) and of the medium gravel type (with a size from 5 mm to 8 mm) on the moisture retention capacity of an agricultural soil was evaluated by determining the characteristic moisture retention curve.

The design of the experiment was completely randomised with a 2-factor factorial arrangement: rock fragment size with 2 levels and rock fragment content with 9 levels. This resulted in 18 treatments, which with 3 repetitions gave a total of 54 experimental units. To measure moisture retention, metal rings of 7.5 cm diameter and 2.5 cm height were prepared with mixtures of fine soil with rock fragments in the proportions of 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 and 80% by weight of fragments. Two size levels of rock fragment were used: one from 2 mm to 5 mm (fine gravel) and the other from 5 mm to 8 mm (medium gravel). The moisture retention curves showed that the presence of RF affects soil moisture content. Likewise, when analysing the variance of the RF content, a highly significant value ( $p < 0.05$ ) was observed for all the matric potentials, indicating that indeed the amount of rock fragments affects soil moisture retention.

**Keywords:** hydrological properties, soil management, stony soils, soil water

Flint y Childs (1984) estudiaron las propiedades físicas de los fragmentos gruesos de roca (FGR) y su efecto sobre el agua retenida en los suelos, señalando que medir la retención de humedad en suelos con abundantes FGR es complicado. Esto se debe a que algunos tipos de roca pueden retener cantidades considerables de agua y a la gran variabilidad espacial con que se presentan los FGR en el suelo. Los autores concluyeron que la retención de agua en los suelos con FGR no está directamente correlacionada con las propiedades del suelo fino; en cambio, el contenido de FGR y la porosidad de los FGR están altamente correlacionados con el contenido de humedad.

Por su parte, Poesen y Lavee (1994) señalan que la intensidad del efecto de los FGR sobre las propiedades hidráulicas del suelo depende de si estos están en la superficie del suelo o se encuentran dentro del perfil. Cuando los FGR están en la superficie, afectan la infiltración del agua, sirven de mulch protector contra el impacto de las gotas de lluvia, generan un flujo superficial o escorrentía sobre las rocas, y afectan la evaporación del agua del suelo. Cuando los FGR están situados dentro del perfil del suelo, afectan la percolación del agua, la retención de agua e indirectamente la infiltración.

El suelo fino empleado en este estudio corresponde a un franco arenoso con predominio de arenas muy finas, reacción extremadamente ácida, un contenido medio de materia orgánica y un alto contenido de fósforo, potasio, calcio y magnesio, pero sin problemas de salinidad. En las curvas de retención de humedad obtenidas para cada una de las mezclas de suelo con fragmentos de roca, se evidenció un efecto importante de los FGR sobre la capacidad de retención de humedad. Se observó que tanto las gravas finas como las gravas medias tienen un efecto sobre la retención de humedad en el suelo. Para ambos tamaños, los contenidos de fragmentos de roca del 10, 20 y 30 % incrementaron la capacidad de retención de humedad a potenciales mátricos de -33, -100, -300, -500 y -1500 kPa en comparación con el suelo sin fragmentos de rocas. En cambio, los contenidos de fragmentos de roca superiores al 40 % tendieron a disminuir la capacidad de retención de agua a potenciales mátricos de 0, -5, -33 y -100 kPa. Esto último coincide con los resultados de Rivera y Amézquita (2006), quienes encontraron que el mayor contenido de biomasa aérea del maíz sembrado en suelos con diferentes contenidos de piedra correspondió a los tratamientos con niveles de piedra menores del 40 %.

Las curvas de retención de humedad mostraron que la presencia de FGR afecta el contenido de humedad del suelo. Asimismo, al analizar la varianza del contenido de FGR, se observó un valor altamente significativo ( $p < 0,05$ ) para todos los potenciales mátricos, lo cual indica que efectivamente la cantidad de fragmentos de roca afecta la retención de humedad del suelo.

Es necesario continuar investigando sobre los procesos que generan el efecto de los FGR sobre la capacidad de retención de humedad del suelo y otras propiedades del suelo, a fin de tener respuestas prácticas para el manejo del agua en los suelos agrícolas pedregosos. Los resultados obtenidos demuestran que existe un efecto del contenido de fragmentos gruesos de roca y su tamaño sobre la capacidad de retención de humedad del suelo, cuya presencia de hasta un 30 % provoca un incremento estadísticamente significativo en la cantidad de agua retenida a cualquier potencial mátrico. Por otra parte, a potenciales mátricos bajos (-500 y -1500 kPa), la humedad retenida es estadísticamente mayor en el suelo con 10, 20, 30, 40 y 50 % de fragmentos, lo cual impacta en las decisiones

de manejo sostenible de los suelos pedregosos, especialmente en relación con el riego adecuado de los cultivos.

## Referencias

- Flint, A. L., & Childs, S. (1984). Physical properties of rock fragments and their effect on available water in skeletal soils. *SSSA special publication*, (13), 91-103.
- Poesen, J., & Lavee, H. (1994). Rock fragments in top soils: significance and processes. *CATENA*, 23(1-2), 1-28. [https://doi.org/10.1016/0341-8162\(94\)90050-7](https://doi.org/10.1016/0341-8162(94)90050-7)
- Rivera, M. y Amézquita, E. (2006, del 4 al 5 de octubre). Evaluación del almacenamiento de agua en suelo con diferente contenido de piedra y frecuencia de riego, en la producción de biomasa de maíz (*Zea mays*), en invernadero. *Memorias del XIII Congreso Colombiano de la Ciencia del Suelo*, Bogotá, Colombia.





# **COMUNIDADES RESILIENTES**



# Análisis de la asociatividad en el Capítulo Regional de Zootecnistas de Boyacá: desafíos actuales y oportunidades de desarrollo

## Analysis of associativity in the Regional Chapter of Zootechnicians of Boyaca: current challenges and development opportunities

María Katherine Sáenz Urquijo

<https://orcid.org/0009-0009-2546-3072>

[zosaenz22@gmail.com](mailto:zosaenz22@gmail.com)

Semillero de Investigación en Producción Animal (SIPA)

Emma Sofia Corredor Camargo

<https://orcid.org/0000-0002-4214-7276>

[emma.corredor@unad.edu.co](mailto:emma.corredor@unad.edu.co)

Semillero de Investigación en Producción Animal (SIPA)

Campo Elías Otálora Porras

<https://orcid.org/0000-0002-5402-6279>

[ceotalorap@unadvirtual.edu.co](mailto:ceotalorap@unadvirtual.edu.co)

Semillero de Investigación en Producción Animal (SIPA)

Grupo de investigación GIGASS

Edwin Manuel Páez Barón

<https://orcid.org/0000-0002-0237-2217>

[edwin.paez@unad.edu.co](mailto:edwin.paez@unad.edu.co)

Grupo de investigación GIGASS

## Resumen

El Capítulo Regional de Zootecnistas de Boyacá, fundado el 27 de julio del 2023 por 4 profesionales egresados de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), actualmente cuenta con 28 integrantes. Este capítulo representa un hito significativo para el fortalecimiento de los zootecnistas en el departamento de Boyacá. Su principal objetivo es promover la integración y el desarrollo profesional, cultural, académico, social y ético de los zootecnistas. Para lograrlo, ha organizado y participado en distintos eventos en colaboración con la Asociación Colombiana de Médicos Veterinarios y de Zootecnistas (Acovez); la UNAD; la Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente (ECAPMA); el Club Bovino; el Clúster Ovino Caprino; alcaldías locales, y secretarías de desarrollo y medio ambiente.

El objetivo de esta investigación fue analizar los desafíos actuales y las oportunidades de desarrollo de la asociatividad desde la experiencia y la percepción de los integrantes del Capítulo Regional de Zootecnistas de Boyacá, como parte de la Asociación Nacional de Zootecnistas (Anzoo). Para esto, se llevó a cabo un estudio cualitativo, no experimental y descriptivo. La información primaria se recolectó mediante encuestas a 18 zootecnistas seleccionados por muestreo no probabilístico por conveniencia en el departamento de Boyacá. Los resultados evidenciaron que, entre los desafíos, se encuentran la falta de recursos financieros, la baja participación de los miembros, las dificultades en la comunicación interna y la necesidad de ampliar la membresía. Sin embargo, existen oportunidades significativas como fortalecer la colaboración con otras organizaciones, mejorar la gestión de alianzas estratégicas y desarrollar programas que promuevan la formación continua de los zootecnistas.

**Palabras clave:** desarrollo profesional, fortalecimiento gremial, integración profesional

## Abstract

The Regional Chapter of Zootechnicians of Boyaca, founded on 27 July 2023 by 4 professionals graduated from Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), currently has 28 members. This chapter represents a significant milestone for the strengthening of zootechnicians in the department of Boyacá. Its main objective is to promote the integration and professional, cultural, academic, social and ethical development of zootechnicians. To achieve this, it has organised and participated in various events in collaboration with the Colombian Association of Veterinary Doctors and Zootechnicians (Acovez); UNAD; the School of Agricultural, Livestock and Environmental Sciences (ECAP-

MA); the Bovine Club; the Sheep and Goat Cluster; local mayors' offices; and development and environmental secretariats.

The objective of this research was to analyse the current challenges and opportunities for the development of associativity from the experience and perception of the members of the Regional Chapter of Zootechnicians of Boyaca, as part of the National Association of Zootechnicians (Anzoo). For this purpose, a qualitative, non-experimental and descriptive study was carried out. Primary information was collected through surveys to 18 zootechnicians selected by non-probabilistic convenience sampling in the department of Boyaca. The results showed that challenges include lack of financial resources, low participation of members, difficulties in internal communication and the need to expand membership. However, there are significant opportunities such as strengthening collaboration with other organisations, improving the management of strategic alliances and developing programmes that promote the continuing education of zootechnicians.

**Keywords:** professional development, trade union strengthening, professional integration

El sector agropecuario colombiano ha tenido un notable crecimiento, correspondiente a un aumento del 6,8 % en el Producto Interno Bruto en el 2020, destacando su rol en la economía y la seguridad alimentaria del país (Serrano et al., 2022). Este crecimiento es impulsado por la pesca, la acuicultura y la ganadería; sin embargo, enfrenta desafíos como la falta de competitividad, especialmente para los pequeños productores (Steinfeld, 2003). Mejorar las prácticas de manejo ganadero y adoptar tecnologías adecuadas puede mejorar el desempeño de los sistemas productivos (González-Quintero et al., 2020). En este contexto, el campo de la zootecnia es esencial para la seguridad alimentaria, las prácticas sostenibles y el bienestar tanto de los animales como de las comunidades. Así, por ejemplo, se conforma el Capítulo Regional de Zootecnistas de Boyacá, fundado el 27 de julio del 2023 por egresados de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). Con 28 miembros, incluidos tres estudiantes, el capítulo busca fortalecer la profesión en Boyacá, promoviendo el desarrollo profesional y académico de los zootecnistas en la región.

El objetivo de este proyecto fue analizar los desafíos actuales y las oportunidades de desarrollo de la asociatividad en el Capítulo Regional de Zootecnistas de Boyacá para fortalecer su impacto y colaboración, por medio de la caracterización del perfil profesional, demográfico y organizacional de sus miembros, incluyendo su formación académica, experiencia laboral y motivaciones. Para esto, se llevó a cabo un estudio cualitativo, no experimental y descriptivo, en el que se recolectó información primaria mediante encuestas dirigidas a 18 zootecnistas seleccionados a través de un muestreo no probabilístico por conveniencia. Los datos fueron analizados a través de estadística

descriptiva; este enfoque permitió obtener perspectivas directas de los miembros del capítulo sobre los desafíos y las oportunidades en la asociatividad.

Al analizar los datos, se encontró que la mayoría de los miembros del capítulo están en los rangos de edad de 31 a 40 años (33,3 %) y de 18 a 30 años (27,8 %), con una presencia equilibrada en otras edades. Respecto al género, hay una ligera inclinación hacia el género femenino (55,6 % mujeres y 44,4 % hombres). En cuanto al nivel educativo, la mayoría de los miembros tiene un título de pregrado (61,1 %), de los cuales un 22,2% cuenta con una especialización y un 22,2 % con una maestría, pero no hay miembros con doctorado. La experiencia profesional se concentra principalmente en los primeros 5 años (50 %), con un menor porcentaje en rangos de mayor experiencia.

En relación con los desafíos, el 39% de los encuestados considera que la falta de recursos financieros es el desafío más crítico, lo cual limita el desarrollo de actividades del capítulo. Además, el 44 % considera la baja participación de los miembros como un problema importante que afecta la cohesión y efectividad del grupo, mientras que el 33% señala que se necesita mejorar la comunicación interna para resolver conflictos y coordinar actividades. El 44% también reconoce la necesidad de atraer nuevos miembros para el crecimiento del capítulo. En cuanto a las oportunidades, el 44 % considera fundamental expandir alianzas estratégicas con instituciones y empresas del sector agropecuario; mientras que el 28 % ve un potencial en colaboraciones para proyectos de investigación, convenios, eventos conjuntos y programas de intercambio, como pasantías e intercambios. Se destaca que el 67 % prefiere usar Facebook para la comunicación y promoción de eventos.

En conclusión, el Capítulo Regional de Zootecnistas de Boyacá presenta una diversidad en edad y género, con una ligera predominancia del género femenino, lo cual puede fomentar un ambiente colaborativo. Aunque la mayoría de los miembros solo tienen estudios de pregrado, la presencia de personas con especialización o maestría sugiere un interés en el desarrollo profesional continuo, mientras que la falta de doctores señala una oportunidad para promover la educación formal avanzada. Los desafíos incluyen recursos financieros limitados, baja participación, dificultades de comunicación interna y la necesidad de ampliar la membresía. Entre las oportunidades para el desarrollo del capítulo se encuentran: fortalecer la colaboración con otras organizaciones, mejorar la gestión de alianzas estratégicas y desarrollar programas de formación continua. Según Bermeo Córdova et al. (2020), la formación académica de calidad y el cooperativismo asociativo hacen parte de las estrategias que promueven la participación de los graduados agropecuarios en el sector productivo rural y son requeridas para que los profesionales permanezcan en el territorio y tengan un impacto real en el contexto regional.

## Referencias

- Bermeo Córdova, B., Yagüe Blanco, J. L., Satama, M., & Jara, C. (2020). Identification of Variables That Cause Agricultural Graduates Not to Return to the Rural Sector in Ecuador. Application of Fuzzy Cognitive Maps. *Sustainability*, *12*(10). <https://doi.org/10.3390/su12104270>
- González-Quintero, R., Barahona-Rosales, R., Bolívar-Vergara, D. M., Chirinda, N., Arango, J., Pantévez, H. A., Correa-Londoño, G., & Sánchez-Pinzón, M. S. (2020). Technical and environmental characterization of dual-purpose cattle farms and ways of improving production: A case study in Colombia. *Pastoralism*, *10*, 1-14. <https://doi.org/10.1186/s13570-020-00170-5>
- Serrano, A. M., Tiuzo, S. y Martínez, M. (2022). Estrategias de mercadeo en asociaciones agropecuarias colombianas. *Revista Venezolana de Gerencia (RVG)*, *27*(98), 713-728.
- Steinfeld, H. (2003). Economic constraints on production and consumption of animal source foods for nutrition in developing countries. *The Journal of Nutrition*, *133*(11), 4054S-4061S. <https://doi.org/10.1093/jn/133.11.4054S>

# Análisis documental de la evolución de los corredores biológicos urbanos en Latinoamérica en los últimos 20 años

## Documentary analysis of the evolution of urban biological corridors in Latin America in the last 20 years

**Franki Eneider Salazar Montoya**

<https://orcid.org/0009-0009-5434-315X>

salazarmontoya2319@gmail.com

Semillero de investigación IngTec

Grupo de investigación CIAB

**Angélica María Osorio Giraldo**

<https://orcid.org/0000-0002-5750-9401>

angelica.osorio@unad.edu.co

Semillero de investigación IngTec

Grupo de investigación CIAB

## Resumen

Los principales componentes de los ecosistemas son las especies animales y vegetales, cada una de las cuales tiene un rol fundamental para el equilibrio y el desarrollo de la vida. Desde el auge de la revolución industrial, el ser humano inició un periodo de consumismo de los recursos naturales para poder sustentar el desarrollo de la civilización. A raíz de ese momento histórico, poco a poco las especies se han ido confinando a zonas de vida muy pequeñas, ya que año tras año las zonas urbanas se van expandiendo cada vez más. La implementación de monocultivos a gran escala; la movilidad por tierra, mar y aire; los complejos industriales, y el crecimiento urbano, entre otros, son factores que

influyen en la pérdida de biodiversidad y ponen en riesgo a las poblaciones de fauna silvestre en los espacios urbanos.

El presente estudio denominado “Análisis documental de la evolución de los corredores biológicos urbanos en Latinoamérica en los últimos 20 años” tiene como objetivo recopilar información sobre los corredores biológicos en Latinoamérica, clasificarla y caracterizarla para identificar los avances de los países de la región al respecto, a fin de generar un documento detallado con información completa, que sea de fácil acceso y comprensión. Este estudio se enmarca dentro del proyecto de la Convocatoria N.º 12 cohorte 1-2023 “Aumento de la conectividad estructural de las quebradas La Víbora y Cañaveral en el área de influencia del CIP Dosquebradas de la UNAD”.

**Palabras clave:** factores antrópicos, conectividad biológica, fragmentación de hábitat, fauna silvestre atropellada, pérdida de biodiversidad

## Abstract

The main components of ecosystems are animal and plant species, each of which plays a fundamental role in the balance and development of life. Since the rise of the industrial revolution, human beings began a period of consumption of natural resources in order to sustain the development of civilisation. As a result of this historical moment, species have gradually become confined to very small living areas, as urban areas have expanded more and more each year. The implementation of large-scale monocultures; mobility by land, sea and air; industrial complexes; and urban growth, among others, are factors that influence biodiversity loss and endanger wildlife populations in urban spaces.

The present study entitled “Documentary analysis of the evolution of urban biological corridors in Latin America in the last 20 years” aims to compile information on biological corridors in Latin America, classify and characterise it in order to identify the progress made by the countries of the region in this regard, in order to generate a detailed document with complete information that is easy to access and understand. This study is part of the project of the Call for proposals No. 12 cohort 1-2023 “Increase in the structural connectivity of La Vibora and Cañaveral streams in the area of influence of the CIP Dosquebradas of UNAD”.

**Keywords:** anthropogenic factors, biological connectivity, habitat fragmentation, roadkill wildlife, biodiversity loss

Un corredor biológico es “una franja de territorio que, por sus características ambientales, vegetación y presencia de fauna permite poner en contacto dos áreas naturales que de

otro modo permanecerían desvinculadas” (Aguirre, 2022). En los últimos años, tanto el estudio como el desarrollo de corredores biológicos urbanos en las ciudades de Latinoamérica han ido aumentando poco a poco, como respuesta a las dificultades que los centros poblados enfrentan con respecto a la pérdida de biodiversidad local (Vásquez, 2016; Valdés & Foulkes, 2016). Estos ocasionan una grave problemática de reducción de los parches boscosos y, por ende, poca conexión entre ellos, a tal punto que la única cobertura vegetal que persiste son los bosques ribereños, los cuales se constituyen como la única posibilidad que tiene la fauna local de mantener sus poblaciones.

Los bosques ribereños funcionan como un corredor biológico urbano, que brinda conexión entre los parches de hábitat y las zonas verdes (Vásquez, 2016). Estos bosques se caracterizan por tener poca área y formas irregulares, lo que los hace susceptibles al efecto borde; además, sobre ellos se ejerce una presión antrópica y están rodeados de factores contaminantes (Valdés & Foulkes, 2016; Lindwedel Cruz & Durán Apuy, 2023). Todo esto genera diferentes problemas para la fauna silvestre, como poca disponibilidad de alimentos, pocos sitios de percha, embotellamiento genético y pérdida y reducción de sus poblaciones. Como consecuencia, muchas especies deben migrar a otros parches de hábitat para encontrar alimento y suplir sus necesidades, lo cual las expone a ser arrolladas por el tránsito vehicular o ser cazadas para su domesticación o consumo (Rovere, 2022).

Una de las principales causas de pérdida de biodiversidad en las ciudades es los accidentes de tránsito, en los cuales se ven involucradas las especies animales. Los municipios de Medellín, Rionegro, El Retiro y Envigado son los sitios con mayores reportes de atropellamiento de fauna en el departamento de Antioquia, Colombia. La Red Colombiana de Seguimiento de Fauna Atropellada (Recosfa) ha desarrollado una herramienta que muestra un mapa de vulnerabilidad de las principales vías del país donde hay colisiones de tránsito que involucran fauna silvestre; además, cuenta con una línea de contacto para informar sobre algún accidente con un animal. Asimismo, presenta porcentajes de las principales especies atropelladas, donde los mamíferos encabezan la lista, seguidos por los reptiles, las aves, los anfibios y, por último, especies no identificadas. De modo que se trata de una herramienta que alerta y permite tomar acciones para evitar la pérdida de biodiversidad.

Este estudio pretende recopilar y analizar información documental sobre el estudio y desarrollo de los corredores biológicos urbanos en Latinoamérica en los últimos 20 años. Se abordarán los avances en este periodo en los países con mayor desarrollo en el tema; los aportes de las organizaciones tanto gubernamentales como no gubernamentales a la conservación de la biodiversidad local de cada país; las políticas que han soportado el desarrollo de los corredores biológicos urbanos; el papel de los tomadores de decisiones

frente a su implementación; los retos y los beneficios que se han tenido al desarrollar este tipo de proyectos; la percepción de las comunidades frente a la implementación de estas herramientas en las ciudades; las experiencias exitosas; las lecciones aprendidas; los aspectos por mejorar, y los factores de pérdida de biodiversidad: la tala de árboles, la reducción de los parches boscosos, la caza indiscriminada y el atropellamiento de individuos (Lindwedel Cruz & Durán Apuy, 2023; Vásquez, 2016). A su vez, se plantearán los siguientes interrogantes: ¿cuáles serán las medidas que se tomarán para reducir estas cifras?, ¿se logrará preservar la biodiversidad en las zonas urbanas con las condiciones de vida óptimas para las especies? y ¿los corredores biológicos urbanos sí están diseñados para gran parte de las ciudades de Latinoamérica?

Con este análisis documental se espera plasmar una herramienta gráfica de mayor acceso y fácil comprensión, en la que la información sea clara y certera para los interesados en este campo. Se dará respuesta a las preguntas que surjan en el desarrollo de la infografía y se identificarán los retos que deben enfrentar los ciudadanos para el cuidado y la preservación de las especies animales y vegetales que se encuentran en las ciudades de los países de Latinoamérica, así como las tecnologías y los sistemas de construcción urbana más aptos y amigables para el desarrollo de la vida y el bienestar local y regional.

Esta temática se articula con la malla curricular y con los objetivos del Semillero de investigación IngTec, por medio del cual se presentó el proyecto de la Convocatoria N.º 12 cohorte 1-2023 “Aumento de la conectividad estructural de las quebradas La Víbora y Cañaverál en el área de influencia del CIP Dosquebradas de la UNAD”.

## Referencias

- Aguirre, L. F. (Coord.). (2022). *Resumen ejecutivo del proyecto Corredores biológicos urbanos, funciones y equidad. El caso de Cercado, Cochabamba (PIA.ACC.II-PCI.08)*. P-CBUs-Red BioRNMA-CBG/FCyT-UMSS. [https://www.researchgate.net/publication/366228334\\_Resumen\\_ejecutivo\\_CORREDORES\\_BIOLOGICOS\\_URBANOS\\_FUNCIONES\\_AMBIENTALES\\_Y\\_EQUIDAD\\_EL\\_CASO\\_DE\\_CERCADO\\_COCHABAMBA\\_PIAACCII-PCI08](https://www.researchgate.net/publication/366228334_Resumen_ejecutivo_CORREDORES_BIOLOGICOS_URBANOS_FUNCIONES_AMBIENTALES_Y_EQUIDAD_EL_CASO_DE_CERCADO_COCHABAMBA_PIAACCII-PCI08)
- Lindwedel Cruz, A. J., & Durán Apuy, A. (2023). Birds and land use in the Achioté Interurban Biological Corridor, Costa Rica. *UNED Research Journal*, 15(2), 127-141. <https://doi.org/10.22458/urj.v15i2.4636>
- Rovere, A. E. (2022). Los canteros urbanos como parte del paisaje biocultural de Bariloche (Argentina): riqueza de especies y decisiones de manejo. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 57(3), 389-402. <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v57.n3.37477>

- Valdés, P. y Foulkes, M. D. (2016). La infraestructura verde y su papel en el desarrollo regional aplicación a los ejes recreativos y culturales de resistencia y su área metropolitana. *Cuaderno Urbano*, 20(20). [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1853-36552016000100003&lng=es&tlng=](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-36552016000100003&lng=es&tlng=).
- Vásquez, A. E. (2016). Infraestructura verde, servicios ecosistémicos y sus aportes para enfrentar el cambio climático en ciudades: el caso del corredor ribereño del río Mapocho en Santiago de Chile. *Revista de geografía Norte Grande*, (63), 63-86. <https://doi.org/10.4067/S0718-34022016000100005>

# **Aumento de la conectividad estructural de las quebradas La Víbora y Cañaverál en el área de influencia del CIP Dosquebradas de la UNAD**

## **Increase in the structural connectivity of La Vibora and Cañaverál streams in the area of influence of the CIP Dosquebradas of UNAD**

**Angélica María Osorio Giraldo**

<https://orcid.org/0000-0002-5750-9401>

[angelica.osorio@unad.edu.co](mailto:angelica.osorio@unad.edu.co)

Semillero de investigación IngTec

Grupo de investigación CIAB

**Kelly Andrea Aguirre Osorio**

<https://orcid.org/0000-0003-0118-8263>

[kelly.aguirre@unad.edu.co](mailto:kelly.aguirre@unad.edu.co)

Semillero de investigación IngTec

Grupo de investigación CIAB

## **Resumen**

En la zona centro del municipio de Dosquebradas en el departamento de Risaralda, se encuentra el Centro de Innovación y Productividad (CIP) de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), el cual está ubicado dentro de los bosques de galería de las quebradas La Víbora y Cañaverál. A pesar de estar inmersos dentro de una matriz antrópica, estos bosques albergan una biodiversidad importante para el municipio, con más de 30 especies diferentes de aves, además de un número considerable de

reptiles y anfibios, siendo una zona de conectividad con el bosque ribereño del lago La Pradera. Con el propósito de aumentar la conectividad biológica urbana, se presentó a la Convocatoria N.º 12 cohorte 1 del 2023 de la UNAD el proyecto denominado “Aumento de la conectividad estructural de las quebradas La Víbora y Cañaverál en el área de influencia del CIP Dosquebradas de la UNAD”, cuyo objetivo principal es aumentar la conectividad estructural entre ambas quebradas mediante la creación de un cerco vivo multiestrato y la siembra de algunos árboles dispersos, potenciando así la conservación de bosques urbanos.

Adicionalmente, se realizará una caracterización biológica de la zona de estudio y se reconocerán hasta el nivel de especie los árboles sembrados en el proyecto y los individuos presentes en el CIP con un diámetro a la altura del pecho (DAP)  $\geq 10$  cm. Ambos tendrán un identificador con la información relevante de la especie y su respectiva georreferenciación; además, se realizarán mediciones trimestrales de variables como altura total (HT), mortandad, estado fitosanitario y observaciones generales. Se espera que este proyecto aporte a la conectividad estructural en el municipio y genere acciones de educación ambiental entre la comunidad educativa y los habitantes.

**Palabras clave:** cerco vivo multiestrato, árboles dispersos, matriz antrópica, bosques urbanos, biodiversidad, Centro de Innovación y Productividad (CIP) de la UNAD

## Abstract

In the central area of the municipality of Dosquebradas in the department of Risaralda, the Centre for Innovation and Productivity (CIP) of Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) is located within the gallery forests of La Vibora and Cañaverál streams. Despite being immersed in an anthropic matrix, these forests are home to an important biodiversity for the municipality, with more than 30 different bird species, as well as a considerable number of reptiles and amphibians. This area acts as a connectivity zone with the riparian forest of Lake La Pradera. With the purpose of increasing urban biological connectivity, the project titled “Increase in the structural connectivity of La Vibora and Cañaverál streams in the area of influence of the CIP Dosquebradas of UNAD” was submitted to UNAD’s Call for proposals No. 12 cohort 1 of 2023, whose main objective is to increase the structural connectivity between both streams through the creation of a multi-strata living fence and the planting of some scattered trees, thus enhancing the conservation of urban forests.

Additionally, a biological characterisation of the study area will be carried out and the trees planted in the project, and the individuals present in the CIP with a diameter at

breast height (DBH)  $\geq 10$  cm will be recognised down to species level. Both will have an identifier with relevant information on the species and their respective georeferencing; in addition, quarterly measurements will be taken of variables such as total height (TH), mortality, phytosanitary status and general observations. It is expected that this project will contribute to structural connectivity in the municipality and generate environmental education actions among the educational community and the inhabitants.

**Keywords:** multi-strata living fence, scattered trees, anthropic matrix, urban forests, biodiversity, Centre for Innovation and Productivity (CIP) of UNAD

Actualmente, las coberturas boscosas se han reducido dentro de los cascos urbanos, como aquellas asociadas a los bosques ribereños, los cuales, para algunas especies, son la única posibilidad de subsistir y mantener a sus poblaciones (Fahrig, 2003; Alvarado et al., 2020). A pesar de que se encuentran rodeados por una matriz antropogénica, estos parches de bosque presentan una alta permeabilidad y contribuyen al bienestar de los habitantes (Rojas et al., 2017). Por su parte, las quebradas constituyen un corredor ambiental muy importante, además de ser las principales fuentes hídricas del territorio (Colorado et al., 2017). El municipio de Dosquebradas está conformado por dos subcuencas, que forman una red hídrica municipal de 402 115 km y tienen como afluente directo el río Otún (Álvarez y Mejía, 2019).

El Centro de Innovación y Productividad (CIP) de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) se encuentra ubicado en el municipio de Dosquebradas en el departamento de Risaralda. El CIP tiene a ambos márgenes cercanía al bosque de galería de las quebradas La Víbora y Cañaveral, de modo que cuenta con un paisaje natural en medio de la ciudad, que aporta a la conectividad biológica de la zona junto con el lago La Pradera (Acevedo et al., 2020). En ese sentido, es importante mantener las condiciones naturales de la zona a fin de garantizar la calidad ambiental tanto para las especies de fauna y flora como para la comunidad.

Con el propósito de aumentar la conectividad biológica urbana, se presentó a la Convocatoria N.º12 cohorte 1 del 2023 de la UNAD un proyecto cuyo objetivo principal es aumentar la conectividad estructural de las quebradas La Víbora y Cañaveral, mediante la creación de un cerco vivo multiestrato y la siembra de algunos árboles dispersos. Para esto, se está realizando la caracterización biológica de la zona de estudio. Hasta ahora, se han identificado hasta el nivel de especie los árboles, arbustos y palmeras presentes en el CIP con un diámetro a la altura del pecho (DAP)  $\geq 10$  cm. Se encontraron 117 individuos, entre los cuales predomina la familia *Arecaceae* y algunos árboles y arbustos de las especies guamo macheto (*Inga densiflora*), guayaba (*Psidium guajava*) y araucaria (*Araucaria excelsa*). Todos los individuos tendrán un identificador (código QR)

con la información relevante de la especie y su respectiva georreferenciación; además, se realizarán mediciones trimestrales de variables como altura total (HT), mortandad, estado fitosanitario y observaciones generales. Esto servirá para identificar cuáles son las especies más resilientes a los factores urbanos en el caso de replicar la experiencia en otras zonas (Fahrig, 2003).

En cuanto a las especies en proyección de siembra, se registrarán datos como identificación taxonómica, altura máxima alcanzada por la especie, aporte ecológico o socioeconómico, usos culturales o industriales, categoría en la que se encuentra según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y, por último, localización espacial. Se espera que estos nuevos individuos aporten a la conectividad estructural entre estos dos cuerpos de agua al servir como sitios de percha, alimento y refugio para la fauna del sector (Colorado et al., 2017; Rojas et al., 2017).

El desarrollo de este proyecto apunta a mantener la calidad ambiental en el territorio urbano y específicamente a generar bienestar a la población del CIP Dosquebradas. Con la recopilación de datos y el fortalecimiento de la conectividad, se espera aportar a la conservación de las especies asociadas a los bosques de galería de ambas quebradas, así como al desarrollo de acciones de educación ambiental para garantizar su protección. También se están desarrollando productos de generación de conocimiento a partir de las lecciones aprendidas y acciones de mejora para replicar este estudio en futuros trabajos con condiciones similares (Alvarado et al., 2020).

Adicionalmente, se contribuirá a la formación mediante la integración de la comunidad estudiantil y la comunidad aledaña, así como al desarrollo de dos trabajos de grado de pregrado que se encuentran en curso con estudiantes semilleristas. El primer trabajo consiste en la elaboración de un proyecto aplicado cuyo objetivo principal es la educación y sensibilización ambiental de la población del área de influencia. El segundo trabajo es una monografía sobre la evolución de los corredores biológicos urbanos en Latinoamérica en los últimos 20 años (Rojas et al., 2017)

## Referencias

- Acevedo, B. D. A., Gallego, O. Y. A., Manzano, S. J. C. y Valencia, O. M. A. (2020). *Dosquebradas 2020-2032 - Resignificación de paisajes fragmentados*.
- Alvarado, J. M. G., González, M. E. P. y Rodríguez, M. D. P. G. (2020). Sellado de suelos, fragmentación y conectividad ecológica en la conurbación de Madrid (España). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (85).

- Álvarez, J. F. y Mejía, N. L. (2019). *Configuración del deterioro ambiental de la quebrada Dosquebradas, 1970-2000* [tesis de maestría, Universidad Tecnológica de Pereira]. <https://hdl.handle.net/11059/11737>
- Colorado Z, G. J., Vásquez M, J. L. y Mazo Zuluaga, I. N. (2017). Modelo de conectividad ecológica de fragmentos de bosque andino en Santa Elena (Medellín, Colombia). *Acta Biológica Colombiana*, 22(3), 379-393. <https://doi.org/10.15446/abc.v22n3.63013>
- Fahrig, L. (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34, 487-515. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419>
- Rojas, C. A., De la Barrera, F., Vidaurrázaga Aránguiz, T., Munizaga, J. M. y Pino, J. (2017). Efectos de la urbanización sobre la conectividad ecológica de paisajes metropolitanos. *Revista Universitaria de Geografía*, 26(2), 155-182.

# Construcción de una paz ambiental desde la gobernanza y la ética ambiental para el cuidado del páramo de La Cortadera, Boyacá, Colombia

## Building environmental peace through governance and environmental ethics for the care of the moorland of La Cortadera, Boyaca, Colombia

Iván Gustavo Pirazán Cuervo

<https://orcid.org/0000-0002-6250-4162>

[ivan.pirazan@unad.edu.co](mailto:ivan.pirazan@unad.edu.co)

Andrés Felipe Rivera Gómez

<https://orcid.org/0000-0001-8949-696X>

[andresriverag@usta.edu.co](mailto:andresriverag@usta.edu.co)

## Resumen

El propósito de este proyecto fue promover estrategias que, a través de la gobernanza, logaran la reducción progresiva de la pérdida de biodiversidad y servicios ecosistémicos en el páramo de La Cortadera y el Parque Natural Regional La Cortadera en el municipio de Siachoque, departamento de Boyacá, Colombia. Para esto, se emplearon las metodologías de soluciones basadas en la naturaleza (SbN), investigación-acción (IA) y desarrollo rural participativo (DRP). El proyecto tuvo tres fases: en la primera fase, se realizaron talleres para la comunidad en los que se diagnosticaron las problemáticas y los conflictos socioambientales relacionados con el páramo, identificando su estado actual, además, se ofreció capacitación sobre su cuidado; en la segunda fase, se sistematizó la información recolectada a partir del trabajo realizado con la comunidad,

y en la tercera fase, se compartieron los resultados con los presidentes de las Juntas de Acción Comunal (JAC) y miembros de las comunidades veredales.

Al analizar los resultados, se evidenciaron varios problemas como la ampliación de la frontera agrícola, la intensificación de la ganadería, la pérdida de *Espeletia tibamoensis* —especie endémica conocida como frailejón—, la contaminación y la disminución de las fuentes de agua, el deterioro del ecosistema y algunos conflictos socioambientales en la comunidad debido a los cultivos de papa dentro del área baldía y, a su vez, protegida. Por otra parte, se brindaron herramientas a la comunidad desde la educación y ética ambiental acerca de la gobernanza ambiental como una estrategia cooperativa y colaborativa desarrollada entre todos los actores del municipio interesados en el cuidado del páramo, prácticas ambientales para el uso del suelo, el cuidado ambiental, la sostenibilidad y la biotecnología vegetal como estrategia para restaurar y preservar los ecosistemas altoandinos, entre otros. De modo que el desafío es intensificar la gobernanza para satisfacer las necesidades sociales y ambientales de la comunidad y del ecosistema.

**Palabras clave:** ecosistemas, páramo, gobernanza, paz ambiental

## Abstract

The purpose of this project was to promote strategies that, through governance, would achieve the progressive reduction of the loss of biodiversity and ecosystem services in the moorland of La Cortadera and the Regional Natural Park La Cortadera in the municipality of Siachoque, department of Boyaca, Colombia. To achieve this, the methodologies of nature-based solutions (NBS), action-research (AR) and participatory rural development (PRD) were used. The project had three phases: in the first phase, workshops were held for the community in which the problems and socio-environmental conflicts related to the moorland were diagnosed, identifying its current state and providing training on its care; in the second phase, the information collected from the work carried out with the community was systematised; and in the third phase, the results were shared with the presidents of the Community Action Boards (CAB) and members of the local communities.

The analysis of the results revealed several problems such as the expansion of the agricultural frontier, the intensification of livestock farming, the loss of *Espeletia tibamoensis* —an endemic species known as *frailejón*—, the contamination and reduction of water sources, the deterioration of the ecosystem and some socio-environmental conflicts in the community due to potato crops within the moorland and, in turn, protected area. On the other hand, tools were provided to the community from environmental educa-

tion and ethics about environmental governance as a cooperative and collaborative strategy developed among all the actors of the municipality interested in the care of the moorland, environmental practices for land use, environmental care, sustainability and plant biotechnology as a strategy to restore and preserve the high Andean ecosystems, among others. So, the challenge is to intensify governance to meet the social and environmental needs of the community and the ecosystem.

**Keywords:** ecosystems, moorland, governance, environmental peace

El departamento de Boyacá es una de las regiones con mayor riqueza ambiental de Colombia y alberga alrededor de la mitad de los páramos que existen en el país. Uno de los páramos más importantes de la región central del departamento es el páramo de La Cortadera, ubicado en la parte sur del corredor oriental. Este páramo está rodeado por los municipios de Toca, Pesca, Tuta, Rondón y Siachoque (Gobernación de Boyacá, 2018). Esta investigación se centró en el municipio de Siachoque, Boyacá, y tuvo como población participante a los presidentes de las Juntas de Acción Comunal (JAC); representantes de las comunidades de Juruvita, Firaya, Siachoque Arriba, San José, Cormechoque Arriba, Guatichá y Turga, y la Alcaldía, el Concejo Municipal y un representante del municipio de Toca. Además, el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y el grupo de investigación Bioplasma de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC) realizaron aportes al proyecto.

Inicialmente, se realizó un taller de diagnóstico en el que la comunidad identificó el tipo de suelo que se encuentra en el páramo, los problemas socioambientales ocasionados por el monocultivo de papa tucarreña, la contaminación del suelo y de las fuentes de agua por el uso de agroquímicos como el glifosato y fertilizantes sintéticos, y la deforestación para la expansión de la frontera agrícola y ganadera. También enfatizó en el abandono por parte de la Corporación Autónoma Regional de Boyacá (Corpoboyacá), entidad encargada de velar por el bienestar ambiental del páramo. Otro problema identificado se refiere a los habitantes y los productores de papa dentro de la zona del páramo, quienes han generado conflictos con el resto de la comunidad y con Corpoboyacá, debido a que la Ley de Páramos prohíbe cualquier tipo de actividad antrópica dentro de este ecosistema. Cabe mencionar que existe una preocupación en la comunidad por el abandono del Estado y el desconocimiento de algunos de los miembros de esta sobre el páramo y sus especies nativas, así como por la falta de manejo de residuos sólidos, específicamente de envases de químicos que son desechados dentro del páramo.

La principal actividad del segundo encuentro fue una visita al interior del páramo de La Cortadera para reconocer su estado actual, afectado por el alto nivel de contaminación, los cultivos, la presencia de ganado y la disminución de *Espeletia tibamoensis*,

especie de la cual solo quedan 800 ejemplares (Corpoboyacá, 2022). Se evidenció que el páramo ha sido seriamente degradado y que el resto del planeta está en riesgo en el futuro, considerando que todos los hábitats naturales están conectados con otros ecosistemas. Pese a tantas afectaciones del ecosistema de alta montaña, se reconoció la riqueza del páramo de La Cortadera.

El tercer encuentro, titulado “Prácticas Ambientales y Gobernanza Territorial para la Protección y Cuidado del Páramo de Cortadera”, permitió identificar el tipo de terreno que tiene el páramo y sus propiedades. Tener una visión general del páramo de La Cortadera y su estado actual —afectado por las intervenciones antrópicas y los efectos del cambio climático— permite comprender que, sin duda, existe un riesgo tanto para las comunidades ecológicas como para la población humana (Hernández Lizarazo, 2015). Evidentemente, la comunidad teme la posible pérdida de biodiversidad y el agotamiento de las fuentes hídricas, lo cual puede afectar la economía y sus actividades cotidianas. Cuando se agoten las fuentes hídricas, se perderá la razón de ser de los habitantes del páramo.

Finalmente, las comunidades lograron identificar el árbol de problemas que ha causado malestar e incertidumbre sobre el futuro del páramo de La Cortadera y de todos los habitantes que tienen una relación cultural y ancestral con este, pues el páramo es la tierra de sus padres y de sus ancestros. Los habitantes saben muy bien que parte del problema es producto de la presencia de sus vecinos ubicados en la zona alta del páramo, en la cual no deberían hacer intervención alguna. Además, una de las grandes dificultades ha sido lograr acciones consensuadas bajo la gobernanza ambiental debido a la desconfianza que ha generado la inoperancia de Corpoboyacá y a la desconfianza de los entes tanto estatales como municipales.

## Referencias

- Álvarez, J. y Barreto, J. (2016). Disyuntivas ambientales y políticas de los campesinos papereros del páramo de Cortadera en Boyacá-Colombia. *Revista Psicología Política*, 16(37), 321-334. [http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1519-549X2016000300006&lng=pt&lng=es](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-549X2016000300006&lng=pt&lng=es)
- Bohórquez-Quintero, M. A., Araque-Barrera, E. J. y Pacheco-Maldonado, J. C. (2016). Propagación *in vitro* de *Espeletia paipana* S. Díaz y Pedraza, frailejón endémico en peligro de extinción. *Actualidades Biológicas*, 38(104), 23-36. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/actbio/article/view/328974>

- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2016). *Frailejones de Colombia*. [http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=rrbb\\_colombia\\_espeletias\\_2017](http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=rrbb_colombia_espeletias_2017)
- Ley 1930 de 2018 (27 de julio), por medio de la cual se dictan disposiciones para la gestión integral de los Páramos en Colombia. *Diario Oficial* 50.667.
- Rubiano, S. (2015). *Protección de páramos y derechos campesinos. Aportes jurídicos y de política*. <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/9605/14-14-008-251PS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sanabria, I. y Gutiérrez, G. (2011). El páramo: un aula abierta para el aprendizaje de las ciencias naturales. *Revista Educación y Ciencia*, (14), 193-206.

# Consumo sostenible de agua potable: estrategias desde la intervención social e institucional

## Sustainable consumption of drinking water: strategies from social and institutional intervention

**Kelly Andrea Aguirre Osorio**

<https://orcid.org/0000-0003-0118-8263>

[kelly.aguirre@unad.edu.co](mailto:kelly.aguirre@unad.edu.co)

Semillero de investigación IngTec

Grupo de investigación CIAB

**Jenny Adriana García Palacio**

<https://orcid.org/0009-0002-9495-8721>

[jennygarcia@utp.edu.co](mailto:jennygarcia@utp.edu.co)

Grupo de investigación GIAS

## Resumen

Este trabajo presenta los avances del objetivo “Generar un protocolo de intervención social y técnico-institucional que sienta las bases para garantizar transiciones hacia el consumo sostenible con validación social, política y técnica” del proyecto “Desarrollo de una metodología para la identificación de perfiles de consumo sostenible de los usuarios de agua en la ciudad de Pereira utilizando técnicas de aprendizaje de máquina”. En este proyecto se abordan las teorías del consumo sostenible como estrategia para el uso racional del agua potable, a partir de la caracterización mediante un instrumento aplicado en campo y la evaluación de los usuarios suscritos a la empresa prestadora del servicio de acueducto.

La segmentación de la población evaluada permite el diseño de estrategias de participación social y educación ambiental, que promueven comportamientos para la preservación del ambiente con miras a lograr una mejor calidad de vida de la población, desde la influencia y la acción activa de los usuarios y los colaboradores involucrados. Según Salas-Canales (2021), la educación ambiental cumple un rol fundamental en la sociedad y es necesaria para fomentar el sentido de cuidado y protección ambiental. Lo anterior va de la mano con el desarrollo y el establecimiento de una metodología continua de perfiles de consumo mediante la aplicación de la ingeniería de *software*, que permite la consolidación de información y su análisis en el tiempo.

**Palabras clave:** consumo sostenible, agua potable, recurso hídrico, servicio de acueducto, perfiles de consumo, intervención social

## Abstract

This work presents the progress of the objective “To generate a social and technical-institutional intervention protocol that lays the foundations to guarantee transitions towards sustainable consumption with social, political and technical validation” of the project “Development of a methodology for the identification of sustainable consumption profiles of water users in the city of Pereira using machine learning techniques.” This project addresses the theories of sustainable consumption as a strategy for the rational use of drinking water, based on the characterisation through a field instrument and the evaluation of users subscribed to the company that provides the aqueduct service.

The segmentation of the evaluated population allows the design of social participation and environmental education strategies, which promote behaviours for environmental preservation with a view to achieving a better quality of life for the population, based on the influence and active action of the users and collaborators involved. According to Salas-Canales (2021), environmental education plays a fundamental role in society and is necessary to foster a sense of environmental care and protection. This goes hand in hand with the development and establishment of a continuous methodology of consumption profiles through the application of software engineering, which allows the consolidation of information and its analysis over time.

**Keywords:** sustainable consumption, drinking water, water resource, aqueduct service, consumption profiles, social intervention

Este trabajo se presenta en el marco del proyecto de investigación “Desarrollo de una metodología para la identificación de perfiles de consumo sostenible de los usuarios de agua en la ciudad de Pereira utilizando técnicas de aprendizaje de máquina”, de la

Convocatoria 890-2020 de Minciencias. El proyecto inició en abril del 2023 y cuenta con la participación de la Universidad Tecnológica de Pereira como investigador principal, la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) y otros aliados como coinvestigadores. Desde la UNAD, participan dos docentes del Grupo de investigación CIAB y dos estudiantes del Semillero de investigación IngTec.

Esta alianza busca aportar a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y plantear estrategias para lograr el consumo sostenible de agua potable en la ciudad de Pereira, donde la empresa Aguas y Aguas de Pereira presta el servicio de acueducto. El objetivo general del proyecto es desarrollar una metodología con base en los perfiles de consumo de los suscriptores de la ciudad, priorizando algunos focos identificados previamente por la empresa prestadora del servicio. Los avances que aquí se presentan corresponden al cuarto objetivo específico del proyecto: “Generar un protocolo de intervención social y técnico-institucional que sienta las bases para garantizar transiciones hacia el consumo sostenible con validación social, política y técnica”.

El consumo sostenible se entiende como el conjunto de acciones y comportamientos para encontrar soluciones a conflictos ambientales por medio de conductas y hábitos responsables. Kollmuss y Agyeman (2002) analizan la relación entre los conocimientos ambientales y la conciencia ambiental para lograr un comportamiento proambiental, y señalan que, a pesar de que existen modelos de altruismo, empatía, comportamiento prosocial y sociológicos, entre otros, no hay explicaciones definitivas acerca del relacionamiento de las personas con el uso de los recursos. Sin embargo, se reconoce la influencia de los factores demográficos, los factores externos (institucionales, económicos, sociales y culturales) y los factores internos (motivación, conocimientos proambientales, conciencia, valores, actitudes, emoción, locus de control, responsabilidades y prioridades).

Para el establecimiento de los perfiles de consumo de agua potable, se realizó una revisión documental y se diseñó un instrumento para la recolección de información que permitiera reflejar actitudes de los suscriptores sobre el consumo. El instrumento se aplicó en más de 400 hogares de distintos sectores y niveles socioeconómicos, garantizando su representatividad. A partir de este, se pretendía identificar el conjunto de actitudes, valores, motivadores y barreras que soportan las prácticas de consumo sostenible. La segmentación de los resultados incluyó la caracterización de las variables sociodemográficas, las conductas de uso, las percepciones y los factores que inciden en los imaginarios para la determinación de las conductas, a fin de establecer estrategias focalizadas.

A partir de los resultados obtenidos, se realizó una revisión de las teorías de consumo sostenible, así como de las posibles estrategias de intervención social y técnico-insti-

tucional asociadas. Dichas estrategias se plantearon desde la educación ambiental y la innovación social, entendiendo que todos los actores involucrados en el proyecto son sujetos activos del mismo. Esto se debe a que, si bien el proyecto prioriza el uso de la tecnología, Colciencias (2018) indica que las intervenciones técnicas son necesarias, pero siempre deben ir acompañadas por la intervención social para lograr cambios significativos.

Tras realizar un análisis cualitativo de la información, se encontraron factores de consumo por sectores y estratos entre los usuarios evaluados. Por consiguiente, se determinaron de forma sectorizada acciones de intervención social, las cuales se dividen en tres tipos según Castillo Viveros (2020): las que buscan fortalecer el sistema social, las que parten del enfoque socioeducativo y las intervenciones sociocríticas para obtener resultados diferenciales e influir en los hábitos de consumo de los usuarios.

Finalmente, se diseñaron estrategias de educación para el consumo responsable a fin de generar conciencia ambiental, las cuales se aplicarán en diferentes contextos para su validación. Asimismo, se diseñó una estrategia educativa virtual para los colaboradores de la empresa en su rol como gestores ambientales que tienen contacto directo con los usuarios. En definitiva, a partir de la teoría del consumo sostenible, el proyecto busca articular diferentes disciplinas, como la ingeniería a través del aprendizaje de máquina y las ciencias ambientales, en un diálogo interdisciplinario para generar conocimiento que contribuya a la sostenibilidad.

## Referencias

- Castillo Viveros, N. (2020). Tipologías de la intervención social con jóvenes. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 10(20), 1-19. <https://doi.org/10.23913/ride.v10i20.682>
- Colciencias. (2018). *Convocatoria para proyectos de Ciencia, Tecnología e Innovación y su contribución a los retos de país - 2018*. <http://www.colciencias.gov.co/convocatorias/investigacion/convocatoria-para-proyectos-cienciatecnologia-einnovacion-y-su-0>
- Kollmuss, A., & Agyeman, J. (2002). Mind the gap: Why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior? *Environmental Education Research*, 8(3), 239-260. <https://doi.org/10.1080/13504620220145401>
- Salas-Canales, H. J. (2021). Educación ambiental y su contribución al cuidado y protección del ecosistema. *Fides et Ratio*, 21, 229-245. [https://www.researchgate.net/publication/350438937\\_Educacion\\_ambiental\\_y\\_su\\_contribucion\\_al\\_cuidado\\_y\\_proteccion\\_del\\_ecosistema](https://www.researchgate.net/publication/350438937_Educacion_ambiental_y_su_contribucion_al_cuidado_y_proteccion_del_ecosistema)

# Estrategia de desarrollo rural mediante la implementación de una plataforma digital: el caso del sector pecuario del Caribe norte colombiano

## Rural development strategy through the implementation of a digital platform: the case of the livestock sector in the northern Colombian Caribbean

Cindy Lorena García Pinto

<https://orcid.org/0000-0002-3454-8934>

[cindy.garcia@unad.edu.co](mailto:cindy.garcia@unad.edu.co)

Semillero de investigación SIASA

Gustavo Adolfo Ramos Gélvez

<https://orcid.org/0000-0003-0264-0864>

[gustavo.ramos@unad.edu.co](mailto:gustavo.ramos@unad.edu.co)

Semillero de investigación SIASA

## Resumen

Para el fortalecimiento del sector rural del Caribe colombiano y en especial del sector pecuario a fin de que pueda tener un desarrollo competitivo, se propuso brindar asesorías tipo e-extensión mediadas por el uso de tecnologías de la información y de la comunicación (TIC), teniendo en cuenta la problemática que enfrenta este sector en cuanto al acceso a la información y el uso de las nuevas tecnologías para el mejoramiento de sus procesos productivos y empresariales. Para esto, se implementó una metodología descriptiva con la aplicación de encuestas a fin de definir lo que se conoce como *buyer persona*.

Se identificó el tipo de población que estaría dispuesta a ser parte de una plataforma digital, el tipo de contenido que se ofrecería y el servicio que se prestaría. Esto permitió realizar un primer diagnóstico y reconocimiento de las prioridades del sector pecuario en la zona Caribe para su respectivo acompañamiento.

En este ejercicio se contó con la participación de estudiantes y docentes del programa de Zootecnia de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), quienes apoyaron la implementación de la metodología. Con la creación del *buyer persona* fue posible establecer una herramienta tecnológica que fomenta el desarrollo sostenible y el crecimiento económico inclusivo de un sector de la zona Caribe, promoviendo el acceso a la información mediante asesorías acordes a cada situación.

**Palabras clave:** e-extensión, desarrollo sostenible, asesorías pecuarias, tecnologías de la información y de la comunicación (TIC)

## Abstract

In order to strengthen the rural sector of the Colombian Caribbean and especially the livestock sector so that it can have a competitive development, it was proposed to provide e-extension type consultancies mediated by the use of Information and Communication Technologies (ICT), taking into account the problems faced by this sector in terms of access to information and the use of new technologies to improve their production and business processes. For this, a descriptive methodology was implemented with the application of surveys in order to define what is known as *buyer persona*. The type of population that would be willing to be part of a digital platform, the type of content that would be offered and the service that would be provided were identified. This allowed a first diagnosis and recognition of the priorities of the livestock sector in the Caribbean zone for their respective accompaniment.

This exercise involved the participation of students and professors from the Zootechnics program of Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), who supported the implementation of the methodology. With the creation of the *buyer persona*, it was possible to establish a technological tool that promotes sustainable development and inclusive economic growth of a sector of the Caribbean zone, providing access to information through advice according to each situation.

**Keywords:** e-extension, sustainable development, livestock consulting, Information and Communication Technologies (ICT)

En Colombia existen muchas barreras que limitan la productividad en las zonas rurales, tanto en el sector agrícola como en el sector pecuario, entre las cuales se encuentra el acceso a la información. Según Henao-Castaño y Tobasura-Acuña (2018), la extensión rural en Colombia es fundamental para la productividad, pues en el campo se genera conocimiento y se aplica por parte de pequeños y medianos productores. Este proceso favorece distintos aspectos del entorno rural, convirtiéndose en el motor del desarrollo agropecuario y mejorando las condiciones económicas de las familias campesinas.

La era actual, en la que la conectividad, la tecnología y la innovación son los pilares del desarrollo, presenta nuevos retos para una sociedad resiliente con diferentes necesidades y expectativas. En ese sentido, Coronel de León (2022) señala que las universidades deben asumir un rol activo en la generación de estrategias para impulsar el desarrollo agrario a través del conocimiento, a medida que la sociedad se transforma. Por su parte, Cruz et al. (2020) advierten sobre la importancia de reconocer e incorporar las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) en la pedagogía educativa, sobre todo en estos tiempos, así como los múltiples impactos que genera su uso.

De acuerdo con Acosta Mora (2022), la pandemia ocasionó muchos estragos a nivel mundial, pero a su vez generó un cambio: un aprendizaje en el uso de distintas herramientas en la educación. Por otro lado, Espíndola (s. f.) muestra cómo las redes colaborativas generan conocimiento y algún tipo de aprendizaje dentro de una sociedad; además, producen intercambios de saberes y participación activa de los individuos, más aún en zonas dispersas, como las zonas rurales de Colombia. En ese sentido, es necesario desarrollar integraciones con la comunidad y el gremio pecuario, considerando la importancia de este sector para la economía del país y su contribución a la seguridad alimentaria. Asimismo, es fundamental implementar las TIC para posicionar cualquier organización educativa, organizacional o comercial, dado que se puede acceder a la red desde cualquier dispositivo.

El objetivo de este proyecto fue diseñar un desarrollo tecnológico apoyado en las TIC para el sector pecuario de la zona Caribe con estrategias tipo e-extensión. Para esto, se propuso: en primer lugar, diagnosticar el sector pecuario en la zona Caribe mediante la recopilación de información secundaria tanto interna como externa; en segundo lugar, implementar la estrategia de *buyer persona* para el desarrollo de contenido digital acorde a las necesidades de los usuarios del sector pecuario en la zona Caribe, y, en último lugar, desarrollar la estrategia e-extensión seleccionada mediante la producción de contenidos digitales, que permitan el fortalecimiento del sector pecuario en la zona Caribe.

Cabe aclarar que un *buyer persona* es una representación semificticia del cliente ideal o de la persona con quien se va a interactuar, a fin de proyectar las necesidades del público.

Para la recopilación de información, se realizaron encuestas a cada uno de los actores presentes: productores, estudiantes y docentes, a fin de tener una visión global de los diferentes tipos de actores que trabajarán en el estudio y, así, establecer los clientes objetivo (*buyer persona*) a quienes se dirige la estrategia didáctica de fortalecimiento del sector pecuario en la zona Caribe. En total, se realizaron 54 encuestas, distribuidas de la siguiente manera: 7 docentes de la Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente (ECAPMA) de la UNAD; 23 estudiantes de Zootecnia de la UNAD, y 24 productores aliados de la zona Caribe. La muestra conformada por los docentes tuvo un nivel de confianza del 95 % con un margen de error del 5 %, mientras que aquellas conformadas por los estudiantes y los productores tuvieron un nivel de confianza del 95 % con un margen de error del 50 %; el tamaño de la muestra se determinó de acuerdo al tamaño de la muestra de una población infinita.

Los resultados obtenidos indicaron que el *buyer persona* o cliente potencial para la plataforma digital es un estudiante de aproximadamente 28 años de edad, de sexo masculino, con un emprendimiento en el agro colombiano y cuyos intereses son, en mayor medida, la ganadería, los porcinos, los peces y las mascotas y, en menor medida, los equinos, las aves, los ovinos y los caprinos. Este cliente potencial no recibe asesorías en su emprendimiento y tiende a buscar información en YouTube, Google, WhatsApp y la televisión. Entre los temas que desea tener a disposición y con los que quiere interactuar se encuentran: producción animal, asesorías, venta de insumos, temas de la UNAD y videos informativos.

Estos hallazgos sugieren que la utilización de una plataforma digital para los estudiantes y su interacción con los productores, que propicie una red de conocimiento, sería lo más apropiado para fortalecer los conocimientos en las aulas y atender los requerimientos de estos últimos de forma remota, de modo que se pueda generar un aprendizaje mutuo. Las Comunidades Virtuales (CV) utilizan las TIC para establecer una relación en la que la colaboración y el intercambio de experiencias faciliten la creación de conocimiento colectivo. De esta manera, se pone en práctica el aprendizaje colaborativo entre los miembros de la comunidad y se comparten valores e intereses comunes (Calvo Araújo et al., 2019). La utilización de esta metodología evidenció la población objetivo y sus necesidades, a fin de poder enfocarse en ella más directamente y acorde a sus necesidades específicas. Por otro lado, con el desarrollo de este proyecto no solo se obtuvieron resultados respecto al mejoramiento en las asesorías a este sector productivo, sino que los estudiantes del programa de Zootecnia pudieron afianzar sus conocimientos y mejorar sus habilidades tecnológicas sobre el uso y la implementación de herramientas como las TIC.

## Referencias

- Acosta Mora, A. F. (2022). *Entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje en la práctica docente. Revisión sistemática* [tesis de doctorado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/91438>
- Calvo Araújo, F. M., Tamayo Cuenca, R., Araujo Chapman, Á. C., Henríquez Pérez, L. J. y Morales Hernández, Y. (2019). Creación de una comunidad virtual de aprendizaje para la Maestría Pedagogía Profesional de la Universidad de Holguín. *Didáctica y Educación*, 10(2), 203-214. <https://revistas.ult.edu.cu/index.php/didascalía/article/view/884>
- Coronel de León, I. C. (2022). Conectivismo, rompiendo paradigmas en la educación universitaria. Una mirada desde la sociedad del conocimiento. *Revista Arbitrada del CIEG - Centro de Investigación y Estudios Gerenciales*, (54), 159-168. <https://revista.grupocieg.org/wp-content/uploads/2022/02/Ed.54159-168-Coronel-Isabel.pdf>
- Cruz-Carbonell, V., Hernández-Arias, Á. F., & Silva-Arias, A. C. (2020). Cobertura de las TIC en la educación básica rural y urbana en Colombia. *Revista científica profundidad construyendo futuro*, 13(13), 39-48. <https://revistas.ufps.edu.co/index.php/profundidad/article/view/2578>
- Espíndola, D. (s. f.). *TICs en la extensión rural: nuevas oportunidades*. <http://fediap.com.ar/administracion/pdfs/Tics%20en%20la%20Extension%20Rural.pdf>
- Henao-Castaño, A. M. y Tobasura-Acuña, I. (2018). Enfoques de extensión rural para el desarrollo de productores de mora en el departamento de Caldas. *Ciencia y Agricultura*, 15(2), 25-38. <https://www.redalyc.org/journal/5600/560064389005/html/>

# **Evaluación del nivel de importancia de las ANSA en comunidades asociadas a paisajes cafeteros del CTAA del departamento del Huila**

## **Assessment of the level of importance of the ANSA in communities associated with coffee-growing landscapes in the CTAA of the department of Huila**

**Eduar Camilo Rodríguez Marentes**

<https://orcid.org/0009-0006-1852-9414>

edwar-c@hotmail.com

Fundación Reserva Natural La Palmita, Centro de investigación

**Marissela Rodríguez M.**

<https://orcid.org/0000-0003-2523-8616>

ctei.polinizacionhuila@lapalmita.com.co

Fundación Reserva Natural La Palmita, Centro de investigación

Grupo de investigaciones territoriales para el uso y conservación de la biodiversidad

Semillero de investigación Ecohidrología

Grupo de Estudios Ambientales Aplicados GEAA

## **Resumen**

En el marco de la ejecución del proyecto de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTeI) denominado “Análisis del servicio ecosistémico de la polinización con abejas silvestres sin aguijón, como alternativa sostenible de los paisajes cafeteros del Corredor de Transición Andino-Amazónico del departamento del Huila”, la Fundación Reserva Natural La Palmita

realizó una labor de investigación social, analizando el nivel de importancia dado a las Abejas Nativas Sin Agujón (ANSA) por parte del núcleo familiar de los beneficiarios del proyecto. Esta investigación buscó establecer la importancia dada a estas abejas, a través de tres variables independientes (nivel de capacitación, conocimiento ancestral y nivel de escolaridad) y una variable dependiente (nivel de importancia), en tres momentos de la investigación (antes, durante y al finalizar el proyecto).

De esa forma, se pudo conocer el impacto de una estrategia de fortalecimiento de capacidades, que incluyó: 1) el desarrollo de actividades de sensibilización sobre la importancia del servicio ecosistémico de la polinización y la conservación de las abejas silvestres sin agujón, y 2) la realización de una capacitación teórico-práctica en meliponicultura con una intensidad de 96 horas, en la que se abordó esta práctica como una estrategia de conservación de las abejas silvestres presentes en el Corredor de Transición Andino-Amazónico (CTAA). Los resultados de la investigación evidenciaron que, al inicio del proyecto, el porcentaje del nivel de importancia era del 25 %, mientras que en la evaluación intermedia se incrementó al 53 %, debido a la implementación de las estrategias de sensibilización con cada uno de los beneficiarios, observándose un aumento sustancial. Se espera que, al final de la estrategia de fortalecimiento, haya un incremento aún más significativo, de modo que las comunidades se apropien del conocimiento científico y aumenten su compromiso con la conservación de las ANSA.

**Palabras clave:** nivel de importancia, apropiación social, fortalecimiento de capacidades, polinización, meliponicultura, conservación de la biodiversidad

## Abstract

Within the framework of the implementation of the Science, Technology and Innovation (ST&I) project entitled “Analysis of the ecosystem service of pollination with wild stingless bees as a sustainable alternative in the coffee-growing landscapes of the Andean-Amazon Transition Corridor in the department of Huila”, La Palmita Natural Reserve Foundation carried out social research work, analysing the level of importance given to Native Stingless Bees (NSB) by the families of the project’s beneficiaries. This research sought to establish the importance given to these bees, through three independent variables (level of training, ancestral knowledge and level of schooling) and one dependent variable (level of importance), in three moments of the research (before, during and at the end of the project).

In this way, it was possible to determine the impact of a capacity building strategy that included: 1) the development of awareness-raising activities on the importance of the

ecosystem service of pollination and the conservation of wild stingless bees, and 2) the implementation of a theoretical-practical training in meliponiculture with an intensity of 96 hours, in which this practice was addressed as a strategy for the conservation of wild bees present in the Andean-Amazon Transition Corridor (AATC). The results of the research showed that, at the beginning of the project, the percentage of the level of importance was 25 %, while in the mid-term evaluation it increased to 53 %, due to the implementation of the awareness-raising strategies with each of the beneficiaries, showing a substantial increase. It is expected that, at the end of the strengthening strategy, there will be an even more significant increase, so that the communities will appropriate the scientific knowledge and increase their commitment to NSB conservation.

**Keywords:** level of importance, social ownership, capacity building, pollination, meliponiculture, biodiversity conservation

Dentro del área en la que se desarrolla la caficultura del Huila, se encuentra el Corredor de Transición Andino-Amazónico (CTAA), el cual está delimitado por 13 municipios. Este corredor es de gran importancia para la conservación de la biodiversidad, ya que conecta dos zonas amortiguadoras de parques nacionales y cuatro parques regionales en la vertiente occidental de la cordillera oriental del departamento (CAM, 2022). La necesidad de desarrollar este proyecto radicó en la baja producción científica sobre el servicio ecosistémico de la polinización con Abejas Nativas Sin Aguijón (ANSA) en los paisajes cafeteros del CTAA del departamento del Huila.

Allí se presentan la pérdida de biodiversidad de las poblaciones de polinizadores por efectos de fragmentación y el cambio de cobertura vegetal en el CTAA, la disminución en la polinización con abejas en sistemas de producción y la falta de conocimiento del efecto de la especie y la cobertura vegetal en la calidad de los productos de las ANSA. Teniendo en cuenta que las estrategias de conservación deben involucrar a las comunidades, se adelantó una investigación social a fin de evaluar el nivel de importancia que estas les otorgan a las ANSA como prestadoras del servicio ecosistémico de la polinización. A partir de este estudio, se lograron construir estrategias de capacitación para contribuir al cuidado y protección de la fauna y flora del CTAA.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el nivel de importancia que tienen las abejas silvestres sin aguijón y su servicio ecosistémico de la polinización para las familias campesinas de pequeños caficultores asentados en el CTAA del departamento del Huila. Para esto, se desarrollaron las siguientes etapas:

1. *Modelo de investigación:* la metodología de investigación social fue de orden cualitativo con una convergencia de tipo cuantitativo, lo que indica que el modelo ideal es una metodología ecléctica.
2. *Selección de la muestra:* se partió de un universo representado en la cantidad de pequeños caficultores asentados en 13 municipios, que hacen parte del CTAA del departamento del Huila. A partir de una población de 150 núcleos familiares, se seleccionó una muestra representativa, correspondiente a 25 núcleos.
3. *Diseño del instrumento:* se construyó una entrevista semiestructurada, que buscó conocer, en primera instancia, la composición del núcleo familiar y las condiciones socioeconómicas de las familias, e indagar respecto a tres factores que inciden en la determinación del nivel de importancia dado a las ANSA, nivel de escolaridad, nivel de capacitación y conocimiento ancestral.
4. *Aplicación de la entrevista semiestructurada:* la evaluación se realizó en tres momentos, 1) al iniciar el proyecto, 2) al culminar el ciclo de sensibilización y 3) al culminar el programa de capacitación en meliponicultura.
5. *Análisis estadístico:* se definieron como variables independientes el nivel de escolaridad (NE), el nivel de capacitación (NC) y el conocimiento ancestral (CA), y como variable dependiente el nivel de importancia (NI). Se estableció una escala para las variables independientes según la calificación de los criterios bueno (8 a 10), regular (4 a 7) y malo (0 a 3). Se aplicó la fórmula

$$(\%) NI = (0,7NC + 0,1NA + 0,2NE) \times 10$$

Se identificó que el nivel de importancia de las ANSA, al momento de iniciar la ejecución del proyecto, fue del 25 %; en la evaluación intermedia (posterior al desarrollo de actividades de sensibilización), tuvo un incremento del 28 %, alcanzando un 53 %, y, por último, se espera evidenciar que, al finalizar la estrategia de fortalecimiento, el nivel de importancia dado por el núcleo familiar alcance un 20 % adicional.

Posterior a la aplicación del modelo de investigación social dentro del marco del proyecto, se logró evidenciar que los 25 núcleos familiares de los beneficiarios inicialmente carecían de conocimiento o tenían una percepción sesgada sobre la importancia de las abejas silvestres sin aguijón como proveedoras del servicio ecosistémico de la polinización. Tras implementar estrategias de sensibilización específicas con los beneficiarios,

se observó un aumento sustancial en su nivel importancia. Lo anterior indica que las estrategias de fortalecimiento implementadas a través de capacitaciones son efectivas para contribuir a la conservación de estos importantes polinizadores.

## Referencias

Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la investigación*. Pearson Educación.

Briones, G. (2008). *Métodos y técnicas de investigación para ciencias sociales*. Trillas.

CAM. (2022). *Anexo técnico Contrato 321*.

Cesar, M. B. (2013). *Plan de manejo ambiental integrado para la granja autosostenible La Palmita y el Centro de investigación*.

Ríos León, R. A. (2014). *Guía para diseño de proyectos de investigación*.

Robledo Velásquez, J. (2002, del 24 al 27 de septiembre). *Sistema nacional de innovación: políticas, estrategias e instrumentos públicos de fomento*. II Encuentro Universidad-Empresa-Estado.

# Fortalecimiento de la identidad cultural campesina en niños y jóvenes a través de estrategias agroecológicas en El Turco, Cauca

## Strengthening of peasant cultural identity in children and young people through agroecological strategies in El Turco, Cauca

Paulo Andrés Castro León

<https://orcid.org/0000-0002-0087-3640>

paulo.castro@unad.edu.co

Semillero de investigación SICAM

Lady Johanna Mora Burbano

<https://orcid.org/0000-0001-5839-9403>

lady.mora@unad.edu.co

Semillero de investigación SICAM

## Resumen

En Colombia, la desterritorialización juvenil campesina en las zonas rurales se ha convertido en una preocupación creciente en los últimos años. Este fenómeno se refiere a la migración de jóvenes del campo a la ciudad, con la consecuente pérdida de su identidad cultural, conocimientos y prácticas tradicionales. Esta situación se agrava por la violencia, el conflicto armado y las dinámicas tanto sociales como de orden público relacionadas con el narcotráfico, así como por la falta de oportunidades y condiciones laborales dignas en las zonas rurales. Con el objetivo de abordar esta problemática, la presente investigación se enfocó en fortalecer la identidad cultural campesina de

la juventud en la vereda El Turco del municipio de Santander de Quilichao, a través de estrategias agroecológicas de producción sostenible y resiliente centradas en la conservación de la biodiversidad. Este estudio de caso involucró a 17 jóvenes, con edades comprendidas entre 7 y 16 años, hijos de productores miembros de la Asociación de Productores Agropecuarios Municipal (ASPROAM) de la vereda El Turco.

El proyecto se desarrolló en dos fases principales: en la primera fase, se llevaron a cabo diagnósticos participativos con las familias y los jóvenes para identificar las prácticas agroecológicas existentes y diseñar estrategias basadas en estas; en la segunda fase, se implementaron las estrategias identificadas mediante actividades participativas y vivenciales que promovieron la apropiación del territorio, el empoderamiento juvenil y la conservación de la biodiversidad. Entre los impactos del proyecto se destacan la reactivación y el fortalecimiento de grupos locales como los Guardianes del Medioambiente, el incremento en la conciencia ambiental y la promoción de la biodiversidad local. Además, se observó un aumento significativo en la participación juvenil en las decisiones comunitarias rurales, así como un fortalecimiento palpable de la identidad cultural campesina y una mejora notable en las condiciones de vida de las familias involucradas.

**Palabras clave:** sustentabilidad, agroecología, campesino, biodiversidad

## Abstract

In Colombia, the deterritorialization of peasant youth in rural areas has become a growing concern in recent years. This phenomenon refers to the migration of young people from the countryside to the city, with the consequent loss of their cultural identity, knowledge and traditional practices. This situation is aggravated by violence, armed conflict and the social and law and order dynamics related to drug trafficking, as well as the lack of opportunities and decent working conditions in rural areas. In order to address this problem, this research focused on strengthening the peasant cultural identity of youth in the village of El Turco in the municipality of Santander de Quilichao, through sustainable and resilient agroecological production strategies focused on biodiversity conservation. This case study involved 17 young people, aged between 7 and 16, children of producers who are members of the Association of Municipal Agricultural Producers (ASPROAM) of the village of El Turco.

The project was developed in two main phases: in the first phase, participatory diagnostics were carried out with families and young people to identify existing agroecological practices and design strategies based on them; in the second phase, the identified

strategies were implemented through participatory and experiential activities that promoted territorial appropriation, youth empowerment and biodiversity conservation. The impacts of the project include the reactivation and strengthening of local groups such as the Guardians of the Environment, the increase in environmental awareness and the promotion of local biodiversity. In addition, a significant increase in youth participation in rural community decision-making was observed, as well as a palpable strengthening of the peasant cultural identity and a notable improvement in the living conditions of the families involved.

**Keywords:** sustainability, agroecology, peasant, biodiversity

En Colombia, la conservación de la biodiversidad, el uso sostenible de los recursos naturales, el acceso a la tenencia de la tierra y la existencia de diversos conflictos relacionados con la vocación y uso del suelo, la juventud rural y el cambio climático son algunas de las problemáticas más apremiantes para la agricultura campesina familiar y comunitaria (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [Minagricultura], s. f.). A pesar de ser catalogada como un país que ocupa los primeros lugares en cuanto a diversidad de especies a nivel mundial (12 % y 19 % de la riqueza vegetal y de especies de aves del total mundial, respectivamente), Colombia no es ajena a una acelerada pérdida de biodiversidad (se estima una disminución del 18 % de la biodiversidad nacional) (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt [Instituto Humboldt], 2017).

Por su parte, la progresiva desterritorialización es una de las problemáticas que más ha afectado a la juventud rural colombiana en las últimas décadas. Este concepto se refiere a fenómenos sociológicos como la migración del campo a la ciudad y la pérdida paulatina de la identidad, los saberes y las prácticas culturales asociadas a la vida campesina o étnica. Esta situación es agravada por componentes como el conflicto armado y las dinámicas relacionadas con cultivos ilícitos y narcotráfico.

En el departamento del Cauca, por ejemplo, se evidencia la disminución de la población joven y el envejecimiento de la población del sector agropecuario. En el 2019, los productores agropecuarios de 15 a 29 años sumaron 12 081 personas, mientras que los de 55 a 69 años sumaron 61 706 personas (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2020). Esta situación contribuye a la improductividad del campo debido a su abandono y la creación de terrenos baldíos, frenando el desarrollo territorial y perjudicando la seguridad y la soberanía alimentaria, así como la economía local, regional y nacional.

Frente al panorama actual de migración juvenil, desplazamiento forzado, reactivación del conflicto armado y degradación ambiental en la zona norte del departamento del Cauca, el fortalecimiento de la identidad cultural campesina en niños y jóvenes mediante estrategias

agroecológicas enfocadas en la conservación de la biodiversidad es pertinente (González, 2021). Este enfoque no solo preservará y revitalizará las tradiciones y conocimientos campesinos, sino que también ofrecerá soluciones sostenibles y viables para enfrentar los desafíos socioambientales actuales, promoviendo la resiliencia comunitaria, la cohesión social y la conservación de la biodiversidad.

Los jóvenes rurales tienen un papel fundamental en sus territorios, ya que garantizan la continuidad de la vida social y de la producción en las zonas rurales (Asociación para el Aprendizaje sobre el Cambio Climático [UN CC:Learn], 2023). Al empoderar a la juventud campesina y potenciar las habilidades adquiridas en el territorio, se crea un futuro más prometedor y sostenible para las comunidades rurales de la región. Además, es necesario profundizar en el conocimiento de las juventudes rurales, dado que este tema ha sido escasamente abordado tanto desde la academia como desde las políticas públicas. Por tanto, se requieren propuestas que reflejen la realidad y contribuyan a la toma de decisiones y a la generación de respuestas transformadoras.

El presente trabajo pretende fortalecer la identidad cultural campesina de los niños y jóvenes de la vereda El Turco a través de estrategias agroecológicas. Para esto, se realizó un estudio de caso con 17 jóvenes con edades entre 7 y 16 años, hijos de productores vinculados a la Asociación de Productores Agropecuarios Municipal (ASPROAM) de la vereda El Turco del municipio de Santander de Quilichao, localizada en el norte del departamento del Cauca, a 1550 msnm, con 22 °C y una precipitación promedio de 1100 mm. El proyecto se desarrolló en dos fases principales: en la primera fase, se llevaron a cabo diagnósticos participativos con las familias y los jóvenes para identificar las prácticas agroecológicas existentes y diseñar estrategias basadas en estas; en la segunda fase, se implementaron las estrategias identificadas mediante actividades participativas y vivenciales que promovieron la apropiación del territorio, el empoderamiento juvenil y la conservación de la biodiversidad.

Para la recolección de información, se realizaron entrevistas semiestructuradas a líderes comunitarios y familias con el fin de explorar las prácticas agrícolas tradicionales y los cambios percibidos. Se emplearon grupos focales con niños y jóvenes para discutir sus experiencias, conocimientos y opiniones sobre la agricultura, la identidad cultural y el entorno rural. Se utilizó la observación participante en actividades cotidianas agrícolas y comunitarias para entender mejor las dinámicas locales y los roles de los jóvenes.

Entre los resultados del proyecto se encuentran la reactivación y potenciación de grupos locales como los Guardianes del Medioambiente, quienes se consolidaron como un colectivo activo y comprometido con la conservación de su entorno y el fortalecimiento de la apropiación del territorio. A través de la cocreación de un logo representativo e impresiones en gorras para los miembros del colectivo, promovieron un sentido de

pertenencia y orgullo entre los jóvenes, dándoles visibilidad y distinción en la comunidad. La implementación de las estrategias agroecológicas aumentó el grado de conciencia ambiental entre los participantes, integrando la sostenibilidad como una filosofía y convicción comunitaria. Se observó un aumento en la participación juvenil en las decisiones comunitarias rurales, el fortalecimiento de la identidad cultural campesina y una mejora en las condiciones de vida de las familias.

Las prácticas agroecológicas implementadas contribuyeron a la conservación de la biodiversidad, especialmente de la avifauna y las abejas, posicionando al colectivo Guardianes del Medioambiente como un referente local y regional en este ámbito. Este aspecto es crucial, ya que la conservación de estas especies no solo es vital para la salud del ecosistema local, sino que también puede tener repercusiones positivas en la agricultura y la producción de alimentos, generando un ciclo de beneficios que refuerza la sostenibilidad económica y ambiental de la comunidad.

## Referencias

- Asociación para el Aprendizaje sobre el Cambio Climático. (2023, 16 de mayo). *Agroecología como herramienta de resiliencia al cambio climático*. <https://www.unclearn.org/es/reportajes/agroecologia-como-herramienta-de-resiliencia-al-cambio-climatico/>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2020). *Encuesta Nacional Agropecuaria - ENA. Departamento del Cauca*. <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/enda/ena/2019/presentacion-ena-cauca-2019.pdf>
- González Palacios, L. P. (2021). *Migración de los jóvenes colombianos del campo a la ciudad y su relación con procesos de identidad social* [trabajo de grado, Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano]. <http://hdl.handle.net/10823/2707>
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2017, 11 de septiembre). *Biodiversidad colombiana: números para tener en cuenta*. <https://www.humboldt.org.co/noticias/biodiversidad-colombiana-numeros-para-tener-en-cuenta>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (s. f.). *Lineamientos estratégicos de política pública. Agricultura campesina, familiar y comunitaria ACFC*. <https://www.minagricultura.gov.co/Documents/lineamientos-acfc.pdf>

# Importancia ecosistémica y cultural del chocho (*Lupinus sp.*) en zonas de páramo. Un análisis desde la percepción de las familias campesinas en Socotá, Boyacá

## Ecosystemic and cultural importance of chocho (*Lupinus sp.*) in moorland areas. An analysis from the perception of peasant families in Socota, Boyaca

Luisa Fernanda Fernández Rincón

<https://orcid.org/0000-0002-0409-5911>

lfernandezri@unadvirtual.edu.co

Semillero de Investigación en Agricultura Sustentable (SIAS)

Grupo de investigación GIGASS

Luz Angela Calderón Bohórquez

<https://orcid.org/0000-0002-5763-2979>

lcalderonbo@unadvirtual.edu.co

Semillero de Investigación en Agricultura Sustentable (SIAS)

Jorge Armando Fonseca Carreño

<https://orcid.org/0000-0003-2755-8111>

jorge.fonseca@unad.edu.co

Semillero de Investigación en Agricultura Sustentable (SIAS)

## Resumen

En las zonas de páramo de Boyacá, las actividades agropecuarias están estrechamente relacionadas con el uso de recursos de la biodiversidad; de modo que su conservación

depende de las prácticas de manejo agrario, el uso racional y sostenible de estas especies, y la preservación de su hábitat, pero principalmente de los niveles de percepción y conciencia ambiental de las familias campesinas que obtienen su sustento de este entorno. El propósito de esta investigación es identificar y analizar los niveles de percepción social y cultural de los habitantes del páramo sobre la importancia ecosistémica según los usos y costumbres asociados a la especie *Lupinus* sp., conocida en la región como “chocho”.

Para caracterizar a los habitantes del páramo en la vereda Los Mortiños del municipio de Socotá, se realizó una inmersión en campo, donde se habló abiertamente con la comunidad y se entrevistaron a 18 familias. Esto permitió conocer sus condiciones socioeconómicas y tecnológicas, así como los usos del suelo en sus fincas; de igual forma, se identificó la percepción que tienen los habitantes sobre los usos y aportes del chocho en sus agroecosistemas. También se aplicó un formulario tipo encuesta, con un rango de calificación de 0 a 5, donde 0 es la peor condición y 5 es la mejor condición posible de acuerdo con las posibilidades de la región.

Los resultados evidenciaron que las familias del páramo poseen diversas condiciones sociales, económicas y tecnológicas, con limitantes en dotación de vivienda, herramientas tecnológicas y uso de saberes tradicionales para las actividades agropecuarias. En cuanto a la especie *Lupinus* sp., esta se usa frecuentemente como fuente energética por todas las familias del páramo, pero también tiene un gran valor paisajístico y decorativo porque su flor posee colores vivos y llamativos. Como elemento de tradición, el 87,5 % de las familias la usa para realizar objetos religiosos y otro tipo de simbolismos tradicionales como colocarla en medio de los cultivos para atraer la lluvia y alejar plagas y enfermedades. Lo anterior demuestra que esta especie tiene un importante uso a nivel ecosistémico y cultural. Por tanto, desde el ámbito investigativo, se plantean retos para identificar e implementar estrategias con un enfoque sostenible, que permitan la conservación de la especie *Lupinus* sp.

**Palabras clave:** páramo, servicios ecosistémicos, *Lupinus* sp, percepción, usos y costumbres

## Abstract

In the moorland areas of Boyaca, agricultural activities are closely related to the use of biodiversity resources, so that their conservation depends on agricultural management practices, the rational and sustainable use of these species, and the preservation of their habitat, but mainly on the levels of perception and environmental awareness of the farming families who derive their livelihoods from this environment. The purpose

of this research is to identify and analyse the levels of social and cultural perception of the inhabitants of the moorland on the ecosystemic importance according to the uses and customs associated with the species *Lupinus* sp., known in the region as “chocho”.

In order to characterise the inhabitants of the moorland in the village of Los Mortiños in the municipality of Socota, a field immersion was carried out, where we spoke openly with the community and 18 families were interviewed. This allowed us to learn about their socioeconomic and technological conditions, as well as the land uses on their farms; likewise, we identified the perception that the inhabitants have about the uses and contributions of chocho in their agroecosystems. A survey type form was also applied, with a rating ranged from 0 to 5, where 0 is the worst condition and 5 is the best possible condition according to the possibilities of the region.

The results showed that the families of the moorland have diverse social, economic and technological conditions, with limitations in the provision of housing, technological tools and the use of traditional knowledge for agricultural and livestock activities. *Lupinus* sp. is frequently used as an energy source by all the families in the moorland, but it also has a great landscape and decorative value because its flowers are brightly coloured and eye-catching. As an element of tradition, 87.5% of the families use it to make religious objects and other types of traditional symbolism such as placing it in the middle of crops to attract rain and ward off pests and diseases. This shows that this species has an important ecosystemic and cultural use. Therefore, from the research field, challenges are posed to identify and implement strategies with a sustainable approach, which allow the conservation of the species *Lupinus* sp.

**Keywords:** moorland, ecosystem services, *Lupinus* sp., perception, uses and customs

En los páramos existen servicios ecosistémicos de gran importancia a nivel biológico, cultural y económico, como generación y almacenamiento de agua, captura de carbono, protección del suelo y conservación de la biodiversidad, entre otros, por lo que es crucial proteger este ecosistema (Betancourt Ovalle, 2019). El suelo de los páramos tiene la capacidad de acumular grandes cantidades de carbono gracias a las bajas temperaturas, que reducen las tasas de descomposición de la materia orgánica (Pinos-Morocho et al., 2021). Por su parte, la agricultura familiar y campesina contribuye a la seguridad alimentaria, la generación de empleo agrícola, la mitigación de la pobreza y la conservación tanto de los recursos naturales como de los saberes ancestrales. A través de las buenas prácticas, este tipo de agricultura promueve el uso sostenible de la biodiversidad, el agua y el suelo, manteniendo la salud de los ecosistemas (Betancourt Ovalle, 2019).

El presente estudio se centra en identificar y analizar la percepción sociocultural, económica y ambiental de la especie *Lupinus sp.* por parte de las familias campesinas en Socotá, determinando los usos y costumbres asociados a esta. Dicha especie se encuentra ampliamente distribuida en las zonas de páramo y subpáramo, y se caracteriza por su capacidad de fijar nitrógeno e incorporar biomasa al suelo. Para desarrollar esta investigación, se realizó una inmersión en campo y se visitaron 18 familias rurales del páramo en la vereda Los Mortiños del municipio de Socotá, en Boyacá, donde se hicieron sesiones de intercambio de experiencias mediante diálogos abiertos y entrevistas semiestructuradas, aplicando un instrumento de información tipo encuesta. Este instrumento estuvo conformado por diferentes componentes, cada uno de los cuales se estructuró mediante preguntas abiertas, cerradas y de opción múltiple, que se valoraron en una escala de 0 a 5, donde 0 representa la peor condición y 5 la mejor condición posible.

La caracterización se dividió en dos partes. En primer lugar, se caracterizaron las condiciones socioeconómicas de las familias a partir de información sobre el nivel de vida de los habitantes de acuerdo con la calificación estandarizada de 0 a 5, así como sus condiciones tecnológicas y usos del suelo. Esta caracterización se enfocó en identificar las principales barreras socioeconómicas, tecnológicas y ambientales que enfrentan las comunidades rurales. En segundo lugar, se identificó la percepción que tienen las familias rurales sobre las interacciones ecosistémicas y culturales asociadas con la especie *Lupinus sp.*, su importancia para cada familia y agroecosistema, y sus usos y costumbres en las labores cotidianas. La información recolectada se tabuló en Excel y se representó mediante gráficos de barras, a partir de los cuales se trazaron las estrategias para la conservación de la especie.

En cada uno de los agroecosistemas se hizo una caracterización, la cual está compuesta por tres etapas. La primera etapa correspondió a las condiciones socioeconómicas; en esta se evidenció que los habitantes cuentan con condiciones aceptables que les permiten generar ingresos mensuales para el sostenimiento de sus familias, provenientes de las labores desarrolladas en las fincas. La segunda etapa correspondió a las condiciones tecnológicas; en esta se revisó el nivel de uso de la tecnología en las fincas y las actividades cotidianas; se evidenció un nivel bastante bajo (con una calificación de 2), pues las familias no reciben capacitación agrícola por la ausencia del Estado, lo que lleva a que los agricultores opten por los métodos tradicionales y se guíen por sus conocimientos empíricos. La tercera etapa correspondió al manejo del suelo y se relaciona con la etapa anterior; como los conocimientos de cada habitante son diferentes, la calificación varía (entre 1 y 3), destacando deficiencias en las labores de preparación de suelos y manejo de coberturas.

En cuanto a la percepción de los habitantes de la zona con respecto a la especie *Lupinus* sp., en el componente económico, se evidenció que las familias encuestadas utilizan el chocho como leña y no como alimento animal ni forraje. En el componente ambiental, se observó que las familias tienen distintas valoraciones sobre la especie: en las fincas Ojos de agua y Mortiños tienen una valoración alta de la especie, considerando que poseen una cantidad significativa de esta; mientras que las demás fincas tienen una valoración intermedia de la especie, considerando que su cantidad es más reducida, pero se encuentra en el área de monte donde presta algunos servicios ecosistémicos como alimento para abejas y refugio para animales silvestres; por otro lado, las familias de la mayoría de las fincas reconocen que el chocho hace un aporte significativo de materia orgánica. En el componente sociocultural, se reconoció que la especie tiene un gran valor paisajístico y decorativo debido a los colores vistosos de sus flores, las cuales se utilizan en adornos florales y para realizar objetos religiosos y otro tipo de simbolismos tradicionales como colocarla en medio de los cultivos para atraer la lluvia y alejar plagas y enfermedades.

La especie *Lupinus* sp. no es una planta más de las montañas sin ningún valor, en la zona del páramo tiene una gran importancia a nivel social, económico y ambiental. La especie aporta significativamente al ecosistema, por lo que su conservación es de vital importancia. Esta investigación presenta información amplia y detallada que permite desarrollar estrategias e implementar nuevos instrumentos para que la comunidad reduzca el uso indiscriminado de dicha especie.

## Referencias

- Betancourt Ovalle, M. (2019). *Valoración e identificación de servicios ecosistémicos culturales en páramo ubicado en zona de amortiguación del Parque Nacional Natural Los Nevados, Colombia* [trabajo de pregrado, Universidad de los Andes]. <https://hdl.handle.net/1992/45186>
- Pinos-Morocho, D., Morales-Matute, O. y Durán-López, M. E. (2021). Suelos de páramo: análisis de percepciones de los servicios ecosistémicos y valoración económica del contenido de carbono en la sierra sureste del Ecuador. *Revista de Ciencias Ambientales*, 55(2), 157-179. <https://doi.org/10.15359/rca.55-2.8>

# Inventario de estudios sobre nutrición y alimentación del Pirarucú (*Arapaima gigas*) como aporte para su producción sostenible

## Inventory of studies on nutrition and feeding of pirarucu (*Arapaima gigas*) as a contribution to its sustainable production

Jorge Andrés Zambrano Navarrete

<https://orcid.org/0000-0001-7886-1255>

jaznavarrete.ppgca@uesc.br

Laboratório de Nutrição e Alimentação de Organismos Aquáticos (AQUANUT), Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC)

## Resumen

La especie amazónica *Arapaima gigas* representa una oportunidad para el desarrollo de la acuicultura sostenible en América del Sur debido a su adaptabilidad al manejo en cautiverio (que contribuye a la reducción en la presión pesquera), parámetros de producción competitivos y alto valor en el mercado de la acuicultura. El presente trabajo consistió en realizar un inventario del conocimiento actual sobre los aspectos nutricionales y alimentarios del Pirarucú, a fin de identificar las áreas que requieren mayor investigación. Siguiendo los criterios de la *Declaración PRISMA 2020* para revisiones sistemáticas y las *Directrices ARRIVE 2.0* para ampliar la base del conocimiento a partir de estudios que aporten suficientes detalles metodológicos reproducibles, se identificaron 64 publicaciones elegibles de 822 referencias. Los artículos se clasificaron en 6 campos temáticos para facilitar la clasificación y el nivel de avance en el conocimiento.

Se identificaron los años de mayor productividad para cada campo, así como el nivel de producción y de divulgación de conocimiento por país, y se determinó la composición y estructura de las redes de autoría y coautoría establecidas.

Con relación a los aportes a la sostenibilidad productiva de la especie, se encontraron avances sobre el conocimiento de sus adaptaciones fisiológicas para la alimentación exógena y la respiración aérea del pez, los requerimientos de algunos nutrientes para algunas etapas de desarrollo, las tasas de digestibilidad de algunos ingredientes para el aprovechamiento de raciones artificiales formuladas, el estudio de sus hábitos alimentarios en estado salvaje y en cautiverio, y los beneficios del uso de probióticos en su salud e inmunidad. A pesar de los avances presentados, es necesario realizar más estudios sobre el *Arapaima gigas* a nivel metabólico, nutricional, alimenticio y etológico, así como evaluar el impacto de las prácticas nutricionales y alimentarias en el ambiente, la expresión génica y la calidad de la carne de esta especie.

**Palabras clave:** *Arapaima gigas*, prácticas nutricionales, prácticas alimentarias, impacto ambiental, conservación, acuicultura sostenible

## Abstract

The Amazonian species *Arapaima gigas* represents an opportunity for the development of sustainable aquaculture in South America due to its adaptability to captive management (which contributes to a reduction in fishing pressure), competitive production parameters and high value in the aquaculture market. The present work consisted of an inventory of current knowledge on the nutritional and feeding aspects of pirarucu, in order to identify areas requiring further research. Following the criteria of *The PRISMA 2020 statement* for systematic reviews and *The ARRIVE guidelines 2.0* for expanding the knowledge base from studies that provide sufficient reproducible methodological detail, 64 eligible publications out of 822 references were identified. Articles were categorised into 6 subject areas to facilitate classification and level of knowledge advancement. The years of highest productivity for each field were identified, as well as the level of knowledge production and dissemination by country, and the composition and structure of the established authorship and co-authorship networks were determined.

In relation to the contributions to the productive sustainability of the species, advances were found on the knowledge of its physiological adaptations for exogenous feeding and aerial respiration of the fish, the requirements of some nutrients for certain stages of development, the digestibility rates of some ingredients for the use of formulated artificial rations, the study of its feeding habits in the wild and in captivity, and the benefits

of the use of probiotics on its health and immunity. Despite the advances presented, more studies are needed on *Arapaima gigas* at the metabolic, nutritional, feeding and ethological levels, as well as to evaluate the impact of nutritional and feeding practices on the environment, gene expression and meat quality of this species.

**Keywords:** *Arapaima gigas*, nutritional practices, feeding practices, environmental impact, conservation, sustainable aquaculture

*Arapaima gigas* es una especie acuática amazónica, de rápido crecimiento y adaptable a la acuicultura. Algunos estudios sobre su potencial zootécnico exploran su intensificación, aumento de la productividad y sostenibilidad tanto económica como ambiental. Se ha investigado sobre sus aspectos biológicos y zootécnicos, así como sobre su manejo, reproducción, procesamiento y comercialización (Ferreira et al., 2020). Aunque ha habido un aumento de los estudios sobre su anatomía y fisiología digestiva, sus requerimientos nutricionales y las estrategias nutricionales y alimenticias para su producción en cautiverio, es importante promover la investigación en estos temas, ya que los aspectos relacionados con la nutrición y la alimentación representan la mayor parte de los costos de producción en acuicultura.

El propósito de este trabajo fue conocer el estado actual del conocimiento sobre requerimientos nutricionales, condiciones anatómicas y fisiológicas, y manejo nutricional y alimenticio de la especie amazónica *Arapaima gigas*, y su relación con la calidad de su carne. Para esto, se llevó a cabo una búsqueda en 3 idiomas, empleando 3 ecuaciones de búsqueda en las bases de datos Scopus, Web of Science, Wiley Online y SciELO, y siguiendo las pautas establecidas por la *Declaración PRISMA 2020* (Page et al., 2021) y por las *Directrices ARRIVE 2.0* (Percie du Sert et al., 2020). Se utilizó la herramienta especializada Rayyan para la gestión de títulos y resúmenes de publicaciones científicas, definiendo 3 criterios de elegibilidad: artículos originales; que aportaran al conocimiento de alguno de los 6 campos temáticos (anatomía-fisiología nutricional, requerimientos nutricionales, digestibilidad, uso de aditivos y probióticos, hábitos y frecuencia de alimentación, y genómica), y con más del 90 % de cumplimiento de los ítems de la lista de comprobación de las *Directrices ARRIVE 2.0* para experimentación en animales.

Se obtuvieron 64 artículos elegibles, recuperados en diferentes porcentajes en las cuatro bases de datos empleadas. El nivel de recuperación entre las bases de datos Scopus y Web of Science mostró un 94,5 % de similitud y una tasa de acierto superior al 50 %. Aunque se encontraron registros desde 1976, solo desde el 2001 se encuentran estudios sobre requerimientos nutricionales y de alimentación del *Arapaima gigas*. El 2019 fue el año de mayor productividad. Los campos de mayor interés investigativo son el uso de aditivos probióticos y los requerimientos nutricionales con 17 publicaciones cada uno,

seguidos por hábitos y frecuencia de alimentación con 15 publicaciones, anatomía y fisiología nutricional con 8 publicaciones, estudios de digestibilidad de ingredientes con 6 publicaciones y genómica con 1 publicación. Brasil contribuyó con más del 93% de las investigaciones incluidas, lo cual lo sitúa como un polo de desarrollo de investigación aplicada al *Arapaima gigas*. El estudio de autoría muestra clústeres de autores con una producción reciente desarticulados de la red principal, autores con una alta producción entre 10 y 15 años de antigüedad, clústeres de autores con más de 10 años investigando en el área e integrados con nuevos autores publicando artículos recientes, y casos de alto nivel de integración y de producción reciente.

Se identificaron estudios sobre las adaptaciones fisiológicas del *Arapaima gigas* en la etapa de reabsorción y aceptación de alimentación exógena, así como durante el paso de respiración branquial a aérea obligada. Si bien hay avances del conocimiento en los requerimientos de proteína, energía, lípidos y vitaminas, se requiere ampliar los estudios para todas las fases productivas y diferentes sistemas de producción. Existen únicamente 6 estudios de digestibilidad, lo cual es insuficiente, ya que la Base de Datos Internacional de Formulaciones de Alimentos para la Acuicultura (IAFFD) posee perfiles nutricionales de más de 700 ingredientes para 16 especies acuáticas diferentes. Se prevé el uso de alimento vivo considerando la posición de la especie en la cadena trófica; sin embargo, falta definir esquemas de alimentación para todo el ciclo productivo. El uso de probióticos y aceites esenciales fortalecen la inmunidad, mientras que el uso de enzimas exógenas reduce las tasas de excreción de N y P. Los estudios genómicos de la especie se enfocan en la evolución y la clasificación de poblaciones salvajes y sexaje en cautiverio, pero faltan estudios orientados a evaluar el efecto de prácticas nutricionales y alimenticias sobre la expresión génica y la calidad de la carne del *Arapaima gigas*.

En conclusión, el 77% de la investigación se centra en aditivos, requerimientos nutricionales y hábitos alimentarios de la especie. De manera que los estudios sobre digestibilidad, genómica, anatomía y fisiología nutricional requieren mayor participación. En efecto, es necesario igualar el nivel de comprensión alcanzado en otras especies acuáticas cultivadas. En particular, se requieren investigaciones sobre el impacto de las prácticas nutricionales y alimentarias en la expresión genética y la calidad de la carne del *Arapaima gigas*.

## Referencias

Ferreira, G., Marcovitch, J., & Val, A. L. (2020). A systematic review of the production chain of the *Arapaima gigas*, the giant fish of the Amazon. *Management of Environmental Quality*, 31(2), 349-363. <https://doi.org/10.1108/MEQ-11-2019-0238>

- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372(71). <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Percie du Sert, N., Hurst, V., Ahluwalia, A., Alam, S., Avey, M. T., Baker, M., Browne, W. J., Clark, A., Cuthill, I. C., Dirnagl, U., Emerson, M., Garner, P., Holgate, S. T., Howells, D. W., Karp, N. A., Lazic, S. E., Lidster, K., MacCallum, C. J., Macleod, M., ... & Würbel, H. (2020). The ARRIVE guidelines 2.0: Updated guidelines for reporting animal research. *PLOS Biology*, 18(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000410>

# La agrobiodiversidad como indicador de resiliencia en agroecosistemas familiares campesinos de Boyacá, Colombia

## Agrobiodiversity as an indicator of resilience in family farming agroecosystems in Boyaca, Colombia

Jorge Armando Fonseca Carreño

<https://orcid.org/0000-0003-2755-8111>

[jorge.fonseca@unad.edu.co](mailto:jorge.fonseca@unad.edu.co)

Semillero de Investigación en Agricultura Sustentable (SIAS)

Grupo de investigación GIGASS

José Alejandro Cleves Leguízamo

<https://orcid.org/0000-0001-9717-9753>

[jose.cleves@uptc.edu.co](mailto:jose.cleves@uptc.edu.co)

Grupo de investigación GIGASS

## Resumen

La agricultura familiar campesina contribuye a la seguridad alimentaria y es el modo de vida más frecuente en América Latina. Sin embargo, estos sistemas de agricultura a pequeña escala enfrentan dificultades para su competitividad y permanencia, además de los efectos adversos de la variabilidad y el cambio climático que aumentan su vulnerabilidad, generando procesos de migración de la población joven. Para determinar el índice de agrobiodiversidad (entendido como la dotación biológica, uso del suelo y arreglos productivos de las fincas), se identificó una población de

106 fincas en Boyacá, en las cuales se evaluaron 50 variables agrupadas en cinco capitales: económico, natural, humano, social y tecnológico, que definieron sus características. Posteriormente, se utilizó el método de Ward para identificar los dominios (grupos homogéneos de fincas). En una finca de cada dominio se determinó la agrobiodiversidad mediante la metodología de la Estructura Agroecológica Principal (EAP) de los agroecosistemas, que evaluó cinco criterios ecosistémicos y cinco culturales.

Los resultados evidenciaron que el capital humano posee los mejores niveles de cumplimiento, alcanzando el 74% del nivel óptimo para la región. Se identificó una correlación positiva entre el mayor tamaño de las fincas y el mejor nivel de desempeño de los capitales. El método de Ward estableció la existencia de 4 dominios. El índice de EAP mostró que las fincas de los dominios I y II presentan el mejor desempeño. El análisis de componentes principales explica el 93 % de su variabilidad, indicando que los criterios evaluados poseen alta correlación. Se determinó que el nivel de agrobiodiversidad (resiliencia) del dominio I está influenciado por el comportamiento del tamaño de la finca, el uso del suelo (US) y las prácticas de manejo (PM); mientras que el nivel de agrobiodiversidad del dominio II está influenciado por el uso y manejo de la materia orgánica (MMO), la diversidad de conectores externos (DCE) y las prácticas de manejo (PM).

**Palabras clave:** agroecosistemas, resiliencia, evaluación

## Abstract

Peasant family farming contributes to food security and is the most common way of life in Latin America. However, these small-scale farming systems face difficulties for their competitiveness and permanence, in addition to the adverse effects of climate variability and change that increase their vulnerability, generating migration processes of the young population. To determine the agrobiodiversity index (understood as the biological endowment, land use and productive arrangements of the farms), a population of 106 farms was identified in Boyaca, in which 50 variables grouped into 5 capitals were evaluated: economic, natural, human, social and technological, which defined their characteristics. Subsequently, Ward's method was used to identify the domains (homogeneous groups of farms). On one farm in each domain, agrobiodiversity was determined using the methodology of the Main Agroecological Structure (MAS) of the agroecosystems, which evaluated 5 ecosystemic and 5 cultural criteria.

The results showed that human capital has the best levels of compliance, reaching 74% of the optimal level for the region. A positive correlation was identified between the larger

the farm size and the better level of capital performance. Ward's method established the existence of 4 domains. The MAS index showed that farms in domains I and II have the best performance. The principal component analysis explains 93% of the variability, indicating that the criteria evaluated are highly correlated. It was determined that the level of agrobiodiversity (resilience) of domain I is influenced by the behaviour of farm size, land use (LU) and management practices (MP); while the level of agrobiodiversity of domain II is influenced by the use and management of organic matter (MOM), the diversity of external connectors (DEC) and management practices (MP).

**Keywords:** agroecosystems, resilience, assessment

La agricultura familiar campesina es fundamental para la seguridad alimentaria de la población de la mayoría de los países de América Latina, pues es el modo de vida más frecuente en la región; además, genera la mayor cantidad de empleos rurales (Chayanov, 2022). Dado que su importancia está demostrada, desde diferentes instancias, incluyendo gobiernos, gremios y la sociedad civil, se busca implementar estrategias que permitan que los productores agrarios mejoren sus niveles de bienestar y productividad (Bocco et al., 2019). Sin embargo, estos sistemas de agricultura a pequeña escala aún poseen enormes dificultades por sus escasos niveles de acceso a fuentes de financiación y a tecnología, así como el acceso limitado a fuentes de información técnica, comercial, de mercados y climática (Dilbilmmez, 2021; Vélez Vargas, 2015). Esto incide en la desaceleración de su productividad, generando procesos de migración de la población joven hacia actividades no agropecuarias o contextos fuera de la ruralidad (Pita et al., 2018). Adicionalmente, en los últimos años, estos sistemas han sufrido en mayor medida los efectos adversos de la variabilidad climática, que son particularmente severos en aquellos agroecosistemas con altos niveles de vulnerabilidad; de manera que aumentar su capacidad de resiliencia es un aspecto que sigue cobrando gran importancia.

La agrobiodiversidad se refiere al conjunto de condiciones de los agroecosistemas (fincas) en cuanto a su dotación biológica, uso del suelo y arreglos productivos, que se definen desde las capacidades de las familias campesinas y el contexto sociocultural, generando habilidades emergentes que permiten aumentar su resiliencia para adaptarse a la variabilidad climática. Para determinar el nivel de agrobiodiversidad de los agroecosistemas familiares campesinos en la microcuenca del río Cormechoque, se identificó una población de 106 fincas y se determinó el tamaño de la muestra. Se evaluaron 50 variables agrupadas en cinco capitales: económico, natural, humano, social y tecnológico, lo cual permitió determinar sus características.

A partir de estas características y mediante un análisis de agrupamiento usando el método de Ward, se identificaron los grupos o dominios de recomendación. Posteriormente, en una finca de cada dominio identificado se utilizó la metodología de la Estructura Agroecológica Principal (EAP) de los agroecosistemas (León Sicard, 2021), con una escala de 0 a 5 para evaluar los siguientes criterios ecosistémicos: conexión con la estructura ecológica del paisaje (CEEP), extensión de conectores externos (ECE), extensión de conectores internos (ECI), diversificación de conectores externos (DCE) y diversificación de conectores internos (DCI). Estos criterios se evaluaron mediante el análisis de fotografías satelitales de Google Earth Pro. Asimismo, se evaluaron los siguientes criterios culturales: uso del suelo (US), manejo de la materia orgánica (MMO), prácticas de manejo (PM), percepción-conciencia-conocimiento (PCC) y capacidad para la acción (CA). El índice EAP es el promedio ponderado de los 10 criterios anteriores mediante el método Delphi, los cuales se asumen como el índice de agrobiodiversidad o resiliencia de estos agroecosistemas.

Los resultados evidenciaron que el capital humano tiene los mejores niveles de cumplimiento llegando hasta 3,7 en la escala propuesta (74 % del nivel óptimo para la región). Le sigue el capital natural con 3,6. El menor desempeño lo tienen los capitales económico y social, con niveles entre 1,4 y 2,9. Se identifica una correlación positiva entre el mayor tamaño de las fincas y el mejor nivel de desempeño de los capitales. El método de Ward estableció la existencia de 4 grupos o dominios conformados por grupos de fincas que tienen características similares, pero que son diferentes a las fincas que conforman los demás dominios. Esto indica que existen por lo menos estas 4 distintas formas de manejo de las fincas, en las cuales se evaluaron los 10 criterios de la EAP y cuyo índice muestra que las fincas de los dominios I y II presentan el mejor desempeño con valores de 3,6 y 3,1; mientras que el dominio III tiene un índice de 2,1 y el dominio IV de 1,2 en la escala propuesta.

El análisis de los componentes principales redujo la dimensionalidad de los datos a 2 componentes que explican el 93 % de su variabilidad, indicando que los criterios evaluados tienen alta correlación. Se determinó que el nivel de agrobiodiversidad (resiliencia) del dominio I está influenciado por el comportamiento del tamaño de la finca, el uso del suelo (US), el criterio de percepción-conciencia-conocimiento (PCC) y las prácticas de manejo (PM); mientras que el nivel de agrobiodiversidad del dominio II está influenciado por el uso y manejo de la materia orgánica (MMO), la diversidad de conectores externos (DCE) y las prácticas de manejo (PM).

## Referencias

- Bocco, G., Castillo, B. S., Orozco-Ramírez, Q., & Ortega-Iturriaga, A. (2019). La agricultura en terrazas en la adaptación a la variabilidad climática en la Mixteca Alta, Oaxaca, México. *Journal of Latin American Geography*, 18(1), 141–168. <https://doi.org/10.1353/LAG.2019.0006>
- Chayanov, A. (2022). Organization of agricultural production at the local level. *Russian Peasant Studies*, 7(3), 21-34. <https://doi.org/10.22394/2500-1809-2022-7-3-21-34>
- Dilbilmez, D. (2021). Migration, agriculture and rural development: by Michele Nori and Domenica Farinella, Cham, Springer Nature Switzerland AG., 2020, 139 pp. *Mediterranean Politics*, 28(2), 340-342. <https://doi.org/10.1080/13629395.2021.1951935>
- León Sicard, T. E. (2021). *La estructura agroecológica principal de los agroecosistemas: perspectivas teórico-prácticas* (1.ª ed.). Editorial UNAL.
- Pita, Y. X., Botia Rodríguez, B. Y. y Fonseca Carreño, J. A. (2018). Caracterización y tipificación de los atributos ecosistémicos de la agricultura familiar campesina en la microcuenca del río Cormechoque (Boyacá). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 9(2), 49-62. <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/2134>
- Vélez Vargas, L. D. (2015). *Adaptabilidad y persistencia de las formas de producción campesina*. Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/84717>

# Los custodios de semillas del territorio andino: una muestra de nuestra riqueza agrícola y ancestral

## The seed custodians of the Andean territory: a sample of our agricultural and ancestral wealth

Manuel Torres Torres

<https://orcid.org/0000-0001-6033-4799>

[manuel.torres@unad.edu.co](mailto:manuel.torres@unad.edu.co)

Semillero de investigación Sembrando Nuevas Ideas Agroecológicas

### Resumen

A partir del 2018, desde la Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente (ECAPMA), la Zona Centro Boyacá ha venido realizando una serie de eventos en la región Andina para visibilizar a los custodios de semillas. Como resultado de estas actividades, se organizó el Primer Encuentro Internacional de Custodios y Semillas en abril del 2024. El objetivo principal de estos eventos ha sido destacar la diversidad de semillas nativas en la región Andina y el papel crucial que los custodios desempeñan en la preservación de las semillas criollas y nativas. Entre los hallazgos más significativos, se encontró que los custodios consideran esencial la autonomía en el manejo de las semillas, valorando tanto sus productos como su forma tradicional y ancestral de cultivar y comercializar sus cultivos.

No obstante, los custodios enfrentan desafíos como la pérdida de semillas criollas y nativas debido al cambio climático, con periodos de cosecha más largos y lluvias más intensas. A pesar de estos desafíos, los custodios han demostrado cooperación entre ellos y un gran interés en el cuidado y la preservación de las semillas y los ecosistemas. Por otra parte, a raíz del encuentro internacional, ha habido una respuesta gradual frente a estas actividades, permitiendo identificar posibles actores para establecer una red

de custodios a nivel nacional e internacional. Desde la Zona Centro Boyacá, se plantea llevar a cabo la propuesta de la red de custodios para recuperar las tradiciones agrícolas y culinarias ancestrales, fortaleciendo así la autonomía, la soberanía y la seguridad alimentaria de la región Andina.

**Palabras clave:** autonomía, seguridad alimentaria, soberanía alimentaria, cambio climático, preservación

## Abstract

Since 2018, from the School of Agricultural, Livestock and Environmental Sciences (ECAPMA), the Boyaca Central Zone has been holding a series of events in the Andean region to raise the visibility of seed custodians. As a result of these activities, the First International Meeting of Custodians and Seeds was organised in April 2024. The main objective of these events has been to highlight the diversity of native seeds in the Andean region and the crucial role that custodians play in the preservation of native and creole seeds. Among the most significant findings, it was found that custodians consider autonomy in seed management essential, valuing both their products and their traditional and ancestral way of cultivating and marketing their crops.

However, custodians face challenges such as the loss of native and creole seeds due to climate change, with longer harvesting periods and more intense rainfall. Despite these challenges, custodians have demonstrated cooperation among themselves and a strong interest in the care and preservation of seeds and ecosystems. Moreover, as a result of the international meeting, there has been a gradual response to these activities, allowing for the identification of possible actors to establish a network of custodians at national and international level. From the Boyaca Central Zone, it is proposed to carry out the proposal of the network of custodians to recover ancestral agricultural and culinary traditions, thus strengthening the autonomy, food sovereignty and security of the Andean region.

**Keywords:** autonomy, food security, food sovereignty, climate change, preservation

A nivel mundial, Colombia se destaca como uno de los países con mayor agrobiodiversidad; esto se evidencia por las miles de especies autóctonas y criollas que cultivan agricultores indígenas, afrocolombianos y campesinos. Las semillas, que son “patrimonio de las comunidades, al servicio de la humanidad”, han sido y continúan siendo el fundamento de su soberanía y autosuficiencia alimentaria; por tanto, deben permanecer en manos de los agricultores. La conservación de semillas locales y criollas en las zonas por parte de los custodios se basa en su accesibilidad y calidad, así como en la capacidad

de los agricultores para acceder a otros recursos productivos como la tierra, el agua, los abonos y la fuerza laboral.

A partir del 2018, desde la Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente (ECAPMA), la Zona Centro Boyacá ha venido realizando una serie de eventos en la región Andina para visibilizar el trabajo de los custodios de semillas (Ascencio 2017). Entre los hallazgos más significativos, se encontró que los custodios consideran esencial la autonomía en el manejo de las semillas. Sin embargo, enfrentan desafíos como la pérdida de semillas criollas y nativas debido al cambio climático, con periodos de cosecha más largos y lluvias más intensas. A pesar de estos desafíos, los custodios han demostrado cooperación entre ellos y un gran interés en el cuidado y la preservación de las semillas y los ecosistemas.

El objetivo principal de estos eventos ha sido destacar la diversidad de semillas nativas en la región Andina y el papel crucial que los custodios desempeñan en la preservación de las semillas criollas y nativas Gañan, L. M. (2018). Como resultado de estas actividades, se organizó el Primer Encuentro Internacional de Custodios y Semillas en abril del 2024. Para este, se realizaron reuniones con custodios de los departamentos de Boyacá y Cundinamarca, y con un cabildo indígena muisca; además, se gestionó la participación de conferencistas nacionales e internacionales a través de contactos con redes de docentes de otras universidades. En este encuentro participaron: 1 conferencista de Colombia, 1 de Bolivia y 3 de México. Asimismo, en la muestra e intercambio de semillas participaron custodios y custodias de Boyacá y Cundinamarca.

Por otra parte, a raíz del encuentro internacional, ha habido una respuesta gradual frente a estas actividades, permitiendo identificar posibles actores para establecer una red de custodios a nivel nacional e internacional. Desde la Zona Centro Boyacá, se plantea llevar a cabo la propuesta de la red de custodios para recuperar las tradiciones agrícolas y culinarias ancestrales, fortaleciendo así la autonomía, la soberanía y la seguridad alimentaria de la región Andina.

## Referencias

- Ascencio Aguirre, N. P. (2017), *Soberanía alimentaria y nuevas ciudadanía a partir de las y los custodios de semillas*. Editorial Corporación Universitaria Minuto de Dios.
- Gañan, L. M. (2018). *Tras las huellas de nuestras semillas ancestrales, Resguardo Indígena de San Lorenzo, Riosucio, Caldas*. Universidad Tecnológica de Pereira.

# Procesos productivos agroecológicos que se están desarrollando en comunidades rurales del Valle del Cauca

## Agroecological production processes that are being developed in rural communities in Valle del Cauca

**Andrea Martínez Flórez**

<https://orcid.org/0000-0002-7885-4423>

[amartinezflo@unadvirtual.edu.co](mailto:amartinezflo@unadvirtual.edu.co)

Semillero de investigación AGROAMBI

**Pedro Antonio Ojeda**

<https://orcid.org/0009-0004-9102-7563>

[pedro.ojeda@imca.org.co](mailto:pedro.ojeda@imca.org.co)

**Sandra Patricia Montenegro**

<https://orcid.org/0000-0003-0035-0089>

[sandra.montenegro@unad.edu.co](mailto:sandra.montenegro@unad.edu.co)

Semillero de investigación AGROAMBI

## Resumen

En el Valle del Cauca se están implementando producciones agroecológicas en invernaderos en comunidades rurales, como parte de un proyecto patrocinado por el Instituto Mayor Campesino (IMCA). Con el propósito de evaluar los indicadores que exigía la institución aliada, se realizó una valoración socioeconómica de 12 invernaderos; para esto, se vinculó un pasante del programa de Agronomía. Se planteó una investigación en campo principalmente de tipo cuantitativa, que se complementó con un enfoque

qualitativo para abordar los aspectos sociales. Los resultados evidenciaron que la producción de cultivos de ciclo corto en invernadero aporta a la seguridad y soberanía alimentaria de las familias rurales.

**Palabras clave:** agroecología, agronomía, invernadero, estudio de caso, pasantía

## Abstract

In Valle del Cauca, agroecological greenhouse production is being implemented in rural communities as part of a project sponsored by the Instituto Mayor Campesino (IMCA). In order to evaluate the indicators required by the partner institution, a socio-economic assessment of 12 greenhouses was carried out; for this purpose, an intern from the Agronomy programme was involved. Field research was mainly quantitative, complemented by a qualitative approach to address social aspects. The results showed that the production of short-cycle crops in greenhouses contributes to the food security and sovereignty of rural families.

**Keywords:** agroecology, agronomy, greenhouse, case study, internship

En los municipios de Florida, Tuluá y Guadalajara de Buga del departamento del Valle del Cauca se están desarrollando procesos productivos, patrocinados por el Instituto Mayor Campesino (IMCA). Esta institución realiza múltiples actividades con las comunidades rurales del departamento para proveer herramientas orientadas a fortalecer la seguridad y soberanía alimentaria, a través de un enfoque agroecológico. En este caso, se llevan a cabo procesos productivos con cultivos de ciclo corto (hortalizas y aromáticas) en invernadero. Para cumplir con algunos requerimientos relacionados con la sistematización de la apuesta agroecológica, el proyecto del IMCA incluyó la participación de un estudiante universitario en calidad de pasante, quien asumió un rol clave en el desarrollo de un estudio de caso en el que se realizó una valoración socioeconómica de 12 invernaderos, donde se evaluaron aspectos productivos, económicos y sociales.

El propósito de esta investigación fue evaluar los sistemas productivos de cultivos de ciclo corto en invernadero que se están implementando en Florida, Tuluá y Guadalajara de Buga, desde los enfoques técnico, productivo, económico y social. La valoración socioeconómica se llevó a cabo mediante una investigación de campo con un enfoque cuantitativo, a fin de medir distintos indicadores técnicos, productivos y económicos del sistema agroecológico en invernadero. Esta metodología se complementó con un análisis cualitativo que permitió examinar los aspectos sociales asociados a la implementación de esta estrategia.

El estudio adoptó un diseño basado en el estudio de caso, centrándose en la exploración del manejo aplicado en distintas etapas, como la preparación del terreno; el control de plagas, enfermedades y malezas; la fertilización, y el sistema de riego. Además, se consideraron los recursos materiales, económicos, humanos y ecosistémicos que facilitan el desarrollo de cada invernadero. También se analizaron factores como los niveles de producción, su destino para el autoconsumo o la comercialización, y el impacto social del proyecto agroecológico en las familias y asociaciones involucradas.

La población consiste en las organizaciones que cuentan con el sistema productivo anteriormente mencionado; por tanto, se trata de un muestreo por conveniencia con un total de 12 invernaderos. La recolección de datos se realizó mediante entrevistas semiestructuradas dirigidas a los encargados de cada invernadero en producción. Estas entrevistas se basaron en una guía de preguntas diseñadas para abordar aspectos técnicos, productivos, económicos y sociales relacionados con la propuesta agroecológica. Adicionalmente, se realizó un registro de las visitas, documentando la información recopilada para permitir un seguimiento detallado y facilitar el análisis de los datos obtenidos.

El manejo de los cultivos se realiza principalmente por las familias o por medio de mingas, a partir de prácticas de labranza mínima y siembra directa, control manual o con herramientas manuales de arvenses, y aplicación de insumos ecológicos preparados en la biofábrica (Biol, EM sólido y líquido, bocashi, compost y lombricompost, entre otros). La producción se basa en un sistema de policultivos, con producciones semestrales de 1258 kilos de tomate, 181 kilos de pepino y 178,4 kilos de frijol. Otras producciones importantes corresponden a habichuela, cebolla, pimentón, arveja, cilantro y lechuga. La producción se distribuye de la siguiente manera: 70 % para comercialización y 30% para autoconsumo.

Según la tendencia de precios consultada en el Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del Sector Agropecuario (SIPSA) (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2023), la producción total de frijol representaría 615 123 pesos colombianos y la de tomate, 5 951 598 pesos colombianos, considerando la producción destinada a comercialización y a autoconsumo. En este contexto, la estrategia agroecológica de producción de cultivos de ciclo corto en invernadero abordada en esta investigación demuestra ser eficaz para satisfacer las necesidades alimenticias a nivel familiar, pero no resulta viable para abastecer a poblaciones urbanas a gran escala, como ocurre con los sistemas convencionales. Si bien los ingresos generados no se comparan con los obtenidos en modelos basados en monocultivos, esta estrategia contribuye a la economía familiar al reducir la necesidad de comprar alimentos en supermercados y

generar ingresos adicionales a través de la venta en mercados locales, ferias campesinas y otros canales de comercialización.

En definitiva, más allá del aspecto económico, el enfoque agroecológico tiene un impacto social significativo. Además de fortalecer la seguridad y soberanía alimentaria, impulsa cambios en los estilos de vida, las formas de producción y la relación del ser humano con la naturaleza. De igual manera, fomenta la difusión de la agroecología no solo a través de la implementación y mantenimiento del sistema, sino también mediante la creación de redes sociales que facilitan el intercambio de conocimientos, experiencias e incluso semillas.

## Referencias

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2023). *Visualización de la variación de precios: Valle del Cauca, Cali, Tomate chonto*. Sistema de Información de Precios del Sector Agropecuario-SIPSA. [https://sen.dane.gov.co/variacionPrecio-MayoristaSipsa\\_Client/#/](https://sen.dane.gov.co/variacionPrecio-MayoristaSipsa_Client/#/)

# Semillas ancestrales y su relación con la seguridad alimentaria y nutricional

## Ancestral seeds and their relationship with food and nutritional security

**Diana Maritza Peñuela-Ramos**

<https://orcid.org/0009-0004-5534-0560>

[dpenuelar@unadvirtual.edu.co](mailto:dpenuelar@unadvirtual.edu.co)

Semillero de investigación SAFAP

**William Javier Cuervo-Bejarano**

<https://orcid.org/0000-0003-4097-8890>

[william.cuervo@unad.edu.co](mailto:william.cuervo@unad.edu.co)

Semillero de investigación SAFAP

## Resumen

La seguridad alimentaria y nutricional (SAN) es un tema importante en la agenda mundial en el contexto del cambio climático y los cambios sociales, políticos y económicos actuales. Los cultivos comerciales requieren de altas cantidades de insumos para alcanzar su máximo rendimiento; sin embargo, muchos de ellos no ofrecen calidad en términos nutricionales. Estos cultivos no siempre suplen las necesidades dietéticas en términos de cantidad, dadas las condiciones de carencia y pobreza de muchas comunidades y, en el caso de la nutrición, es peor. No obstante, en distintos países del mundo, quienes se dedican a la Agricultura Campesina, Familiar y Comunitaria (ACFC) se han puesto a la tarea de rescatar y conservar las Especies Cultivadas Abandonadas y Subutilizadas (ECAS), ya que, de acuerdo con los saberes ancestrales, son plantas que aportan a la salud y suelen ser robustas ante condiciones de estrés y de fácil cultivo y manejo.

El presente trabajo consistió en realizar una revisión sistemática del estado del arte de las investigaciones que relacionan a la SAN con las ECAS a nivel mundial. Se encontró

que la pandemia ocasionada por el COVID-19 fue un punto crítico que motivó el desarrollo de investigaciones en SAN y ECAS, principalmente en Sudáfrica, aunque con la participación de países de Asia y América. Para el caso de América Latina, se destacan países como México, Brasil, Perú, Colombia y Ecuador. En Colombia, se han logrado avances en cuanto a saberes ancestrales, agrobiodiversidad cultural, bioingeniería y soberanía alimentaria en escenarios de cambio climático y SAN para distintas variedades de yuca, quinua y amaranto.

**Palabras clave:** sostenibilidad, ancestral, cultivos, cambio climático

## Abstract

Food and nutritional security (FNS) is an important issue on the global agenda in the context of climate change and current social, political and economic changes. Cash crops require high amounts of inputs to achieve maximum yields; however, many of them do not provide nutritional quality. These crops do not always meet dietary needs in terms of quantity, due to the conditions of deprivation and poverty in many communities, and in the case of nutrition, it is even worse. Nevertheless, in different countries around the world, those involved in Peasant, Family and Community Agriculture (PFCA) have set themselves the task of rescuing and conserving Neglected and Underutilised Species (NUS), since, according to ancestral knowledge, they are plants that contribute to health and tend to be robust in stressful conditions and are easy to grow and manage.

This work consisted of a systematic review of the state of the art of research linking FNS with NUS worldwide. It was found that the pandemic caused by COVID-19 was a critical point that motivated the development of research on FNS and NUS, mainly in South Africa, although with contributions from countries in Asia and America. In the case of Latin America, countries such as Mexico, Brazil, Peru, Colombia and Ecuador stand out. In Colombia, advances have been made in terms of ancestral knowledge, cultural agrobiodiversity, bioengineering and food sovereignty in scenarios of climate change and FNS for different varieties of cassava, quinoa and amaranth.

**Keywords:** sustainability, ancestral, crops, climate change

La seguridad alimentaria y nutricional (SAN) se refiere al derecho a acceder a una alimentación balanceada y nutritiva (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 1996). Distintos factores afectan la SAN, como los conflictos sociales y territoriales, la dinámica económica y los desastres naturales. Cerca del 9,2 % de la población mundial padeció de hambre en el 2022, el 7,9 % en el 2019 y el 9,9 % en el 2020 (FAO et al., 2023). Además, la pobreza y la globalización inducen al consumo de

alimentos poco sanos (Martínez-Valdés et al., 2020). Como respuesta a esta situación, ha surgido la producción diversificada, la agricultura campesina y familiar, y el consumo de productos agroecológicos nutritivos a partir de semillas nativas (Mabhaudhi et al., 2018)).

En Colombia, la SAN es todo un desafío. No obstante, en Cundinamarca y el Eje Cafetero, se ha observado una tendencia hacia la promoción de una alimentación saludable enfocada en la conservación y diversificación de semillas autóctonas de maíces, frijoles, frutas nativas y papas ((Osorio Arias et al., 2024)). El objetivo de este trabajo fue realizar una revisión sistemática sobre el estado del arte de la importancia de los cultivos ancestrales en la SAN. Para esto, se utilizó un protocolo de mapeo con el fin de buscar literatura indexada referente a estudios que investigaran la relación entre la SAN y la siembra y el aprovechamiento de cultivos ancestrales. La pregunta principal se estructuró con base en el modelo PICO/PECO (Richardson et al., 1995). La búsqueda se realizó en Scopus y Web of Science, empleando las expresiones de búsqueda en el título, el resumen y las palabras clave de las referencias:

*Scopus:* (Native OR indigenous) AND (seed\* OR grain\*) AND (food\* OR nutr\* OR diet\*) AND (security OR food AND security)

*Web of Science:* (Native OR Indigenous) AND (Seeds OR Grains) AND (Food OR Nutrition OR Diet) AND (Security OR Food Security)

Se evidenció un crecimiento en la producción científica a partir del 2007, particularmente en el 2020. Sudáfrica es el país referente y sus investigaciones en especies de importancia cultural y alimentaria en comunidades de África subsahariana son clave. Se destaca el trabajo entre investigadores de Estados Unidos, Sudáfrica, India y China con relación a Especies Cultivadas Abandonadas y Subutilizadas (ECAS), y con alto potencial productivo en condiciones de estrés. En México, Brasil, Perú, Colombia y Ecuador, la mayoría de las investigaciones se han realizado en especies como *Sacha inchi*, papa y ají, y en temas como agricultura de conservación y fitoquímica. En Colombia, 2 universidades y 1 entidad de investigación suman 18 publicaciones indexadas durante el periodo evaluado. Las investigaciones se centran en la contribución de los saberes ancestrales, la agrobiodiversidad cultural, la bioingeniería y la soberanía alimentaria en escenarios de cambio climático con énfasis en especies como yuca, quinua y amaranto, en los departamentos del Tolima y Amazonas.

Solamente 20 especies proveen el 90 % de los requerimientos mundiales de alimentos, de las cuales el trigo, el maíz y el arroz aportan el 60 % de la dieta (Prescott-Allen y Prescott-Allen, 1990). Además, las crisis sanitarias y económicas han llevado a la exploración de conocimientos ancestrales sobre el manejo de ECAS. La investigación en

ECAS ha sido relevante en los últimos 15 años, lo cual se puede explicar por una mayor consciencia sobre la alimentación saludable basada en estos cultivos y los cambios sociales, económicos y culturales posteriores a la pandemia. Por otro lado, Sudáfrica es un referente en las investigaciones que proponen nuevas ideas para América Latina. En India y China, las investigaciones se relacionan con los programas enfocados en la ecologización de áreas.

En Colombia, existen acciones de conservación y uso de maíces, frijoles y papas nativas; sin embargo, es necesario integrar el conocimiento ancestral y las tecnologías emergentes para la caracterización de especies cultivadas nativas. A nivel nacional, es importante impulsar la investigación en ECAS y su papel en la cultura y la SAN. En cada región, hay diferentes especies que se han adaptado a condiciones edafoclimáticas y que son una opción en términos de SAN en escenarios de cambio climático. En ese sentido, se requiere estudiar el genotipado y fenotipado de las plantas de interés para definir su manejo, de modo que se maximicen los rendimientos y se conserven estas especies. Por otra parte, las experiencias de intercambio a través de custodios de semillas deberían ser más inclusivas y se debería democratizar la tecnología para facilitar la comprensión de la convergencia entre los saberes ancestrales y las tecnologías emergentes.

## Referencias

- Augustin, M. A., Riley, M., Stockmann, R., Bennett, L., Kahl, A., Lockett, T., Osmond, M., Sanguansri, P., Stonehouse, W., Zajac, I., & Cobiac, L. (2016). Role of food processing in food and nutrition security. *Trends in Food Science & Technology*, 56, 115-125. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2016.08.005>
- FAO, FIDA, OMS, PMA, & UNICEF. (2023). El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2023. Urbanización, transformación de los sistemas agroalimentarios y dietas saludables a lo largo del continuo rural-urbano. <https://doi.org/10.4060/cc3017es>
- Mabhaudhi, T., Chibarabada, T. P., Chimonyo, V. G. P., Murugani, V. G., Pereira, L. M., Sobratee, N., Govender, L., Slotow, R., & Modi, A. T. (2019). Mainstreaming underutilized indigenous and traditional crops into food systems: a South African perspective. *Sustainability*, 11(1). <https://doi.org/10.3390/su11010172>
- Martínez-Maces, H., et al. (2023). Diversidad biológica del sistema milpa y su papel en la seguridad alimentaria en la Sierra Mixe, Oaxaca. *Revista Fitotecnia Mexicana*. <https://doi.org/10.35196/rfm.2023.2.105>

- Masekoameng, M., et al. (2023). *Contribution of indigenous food preservation and processing practices to food security of rural households in Sekhukhune district of Limpopo province*. South Africa. <https://www.ajol.info/index.php/jfec/article/view/191563>
- Martínez-Valdés, M. G., Mercado-Mancera, G., Rivera-Custodio, E., Méndez, V. H. V., Martínez-Valdés, M. G., Mercado-Mancera, G., Rivera-Custodio, E., & Méndez, V. H. V. (2020). Aspectos que influyen en el desarrollo de la seguridad alimentaria en el sector social. *Población y Desarrollo*, 26(51), 51–70. <https://doi.org/10.18004/PDFCE/2076-054X/2020.026.51.051>
- Osorio Arias, M. del M., Rosero Arias, S. J., Sánchez Tróchez, D. X., & Ruano Ibarra, L. E. (2024). Soberanía y seguridad alimentaria en familias campesinas colombianas. *Revista de Ciencias Sociales*, 30(9), 459-475. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9645082&info=resumen&idioma=SPA>
- Prescott-Allen, R., & Prescott-Allen, C. (1990). How many plants feed the world? *Conservation Biology*, 4(4), 365-374. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.1990.tb00310.x>
- Richardson, W. S., Wilson, M. C., Nishikawa, J., & Hayward, R. S. (1995). The well-built clinical question: a key to evidence-based decisions. *ACP Journal Club*, 123(3), A12-3. <https://doi.org/10.7326/acpjc-1995-123-3-a12>



**Sello Editorial**

Universidad Nacional  
Abierta y a Distancia

**Sede Nacional José Celestino Mutis**  
**Calle 14 Sur 14-23**  
**PBX: 344 37 00 - 344 41 20**  
**Bogotá, D.C., Colombia**

[www.unad.edu.co](http://www.unad.edu.co)