



Revista Científica

LA CALERA

ISSN 1998 - 7846
Volumen 24 - N° 42, junio 2024



LA CALERA

Información General

La **Revista La CALERA** es una publicación nacional y regional sobre avances y aplicaciones de las ciencias agropecuarias, forestales y ciencias ambientales en Nicaragua, para promover un aprovechamiento de los Recursos Naturales más acorde a las posibilidades ecológicas y necesidades sociales de la región.

Está dirigida a satisfacer las necesidades de información de investigadores, extensionistas, técnicos, agrónomos, zootecnistas, médicos veterinarios, forestales y planificadores en el campo de las ciencias agropecuarias y de los recursos naturales.

¿Por qué la Calera? La revista científica de la Universidad Nacional Agraria toma su nombre como un tributo a la historia de la investigación agropecuaria en Nicaragua. El primer centro experimental agropecuario de la región del pacífico de Nicaragua fue establecido en la hacienda La Calera, ubicada en km 12 ½ de la carretera Norte Managua, sitio ocupado en la actualidad por la Universidad Nacional Agraria.

Esta publicación es editada por la Dirección Académica de la Universidad Nacional Agraria a través de la Dirección del Departamento de Investigación e Innovación.

Datos de publicación: La Revista La Calera, es una publicación semestral (junio y diciembre) en versión impresa y electrónica; es editada en español y se distribuyen en forma gratuita a docentes investigadores, profesionales e instituciones colaboradoras de la UNA. Se autoriza la reproducción parcial o total de la información contenida en esta revista, siempre y cuando se cite la fuente.

La **Revista La CALERA** no asume la responsabilidad por las opiniones y afirmaciones expresadas por los autores en sus páginas. Las ideas expresadas por los autores no reflejan necesariamente el punto de vista de la institución.

La revista científica La Calera se encuentra en el catálogo 2.0 de Latindex :

<https://www.latindex.org/latindex/ficha/9618>

e indizada en los siguientes directorios, catálogos y repositorios:

DIALNET: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/revista?codigo=28057>

Directorio de revistas de acceso abierto: <https://doaj.org/>

Crossref: <https://search.crossref.org/?q=La+calera>

Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico: <https://redib.org/>

Central American Journal OnLine (CAMJOL): <https://camjol.info/index.php/CALERA>

Portal de Revistas Nacionales de Nicaragua: <https://www.revistasnicaragua.net.ni/index.php/CALERA>

AmeliCA: <http://portal.amelica.org/revista.oa?id=306>

Repositorio Centroamericano SIIDCA: <https://repositoriosiidca.csuca.org/>

Repositorio Universitario CNU: <https://repositorio.cnu.edu.ni/>

Repositorio Institucional UNA: <https://repositorio.una.edu.ni/>



Los artículos de la revista La Calera de la Universidad Nacional Agraria, Nicaragua, se comparten bajo términos de la licencia Creative Commons: Reconocimiento, No Comercial, Compartir Igual. Las autorizaciones adicionales a las aquí delimitadas se pueden obtener en el correo donald.juarez@ci.una.edu.ni

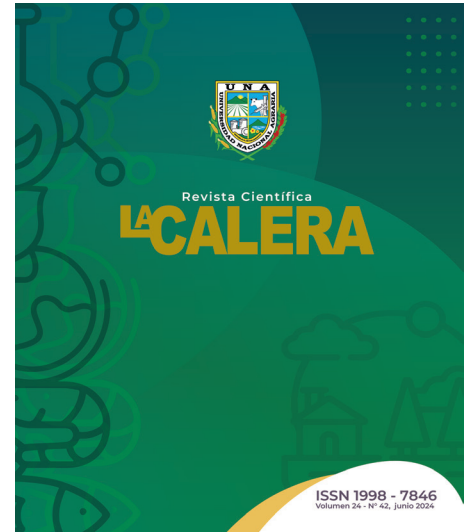
© Copyright 2024. Universidad Nacional Agraria

Revista La Calera

Revista Científica de la Universidad Nacional Agraria, volumen 24, N° 42, junio, 2024.

Publicación semestral: ISSN 1998 – 7846 (versión impresa) * 1998 – 8850 (versión electrónica).

Publicaciones periódicas, Nicaragua, Agricultura, Universidad Nacional Agraria.



**REVISTA
CIENTÍFICA
DE LA
UNA**

Colaboraciones

Con el propósito de promover mayor publicación de información generada por personas e instituciones relacionadas con las ciencias Agropecuarias y ambientales, y agilizar el proceso de edición e impresión de la revista, las colaboraciones (artículos, notas técnicas, etc.) solicitamos sean enviadas a la siguiente dirección:

**Universidad
Nacional Agraria
(UNA)**

Dirección Académica
Apartado postal 453
Managua, Nicaragua

(505) 2233-1265 / 2233-1267

donald.juarez@ci.una.edu.ni
Sitio web: www.una.edu.ni

Revista La Calera:
<https://lacialera.una.edu.ni>

Revista La Calera

Revista Científica de la Universidad Nacional Agraria, volumen 24, N° 42, junio, 2024.

Publicación semestral: ISSN 1998 – 7846 (versión impresa) * 1998 – 8850 (versión electrónica).

Publicaciones periódicas, Nicaragua, Agricultura, Universidad Nacional Agraria.

Publicación de la Universidad Nacional Agraria (UNA)

Autoridades Institucionales

MSc. Alberto Sediles Jaen
Rector

MSc. Eva Isabel Gutiérrez Espinoza
Vicerrectora

MSc. Erick Gustavo Cruz Pérez
Secretario General

Consejo editorial:

Director

MSc. Donald Juárez Gámez
Departamento de Investigación
donald.juarez@ci.una.edu.ni

Editor

MSc. Roberto C. Larios González
Departamento de Investigación
roberto.larios@ci.una.edu.ni

Miembros

Dr. Fernando Mendoza Jara
Universidad Nacional Agraria, Nicaragua
fmendoza@ci.una.edu.ni

Dr. Pedro Pablo del Pozo Rodríguez
Universidad Agraria de La Habana, Cuba
delpozo@unah.edu.cu

Dr. Leonardo Mendoza Blanco
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
UNAN-León
lmendoza@ct.unanleon.edu.ni

Dra. Maricela María González Pérez
Universidad de Pinar del Río, Cuba
maricela@upr.cu

Dr. Róger E. Sánchez Alonso
Universidad Nacional de Ingeniería, Nicaragua
roger.sanchez@di.uni.edu.ni

MSc. Juan Asdrúbal Flores Pacheco
Bluefields Indian & Caribbean University (BICU)
asdrubal.flores@do.bicu.edu.ni

Dra. Beverly Estela Castillo Herrera
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua,
UNAN-Managua, CUR - Estelí
bcastillo@unan.edu.ni

PhD. Carlos Alberto Zúniga-González
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
(UNAN-León)
czuniga@ct.unanleon.edu.ni

MSc. Teisey Teresa Allen Amador
Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa
Caribe Nicaragüense (URACCAN), Nicaragua
teisey.allen@uraccan.edu.ni

Dra. Alba Veranay Díaz Corrales
Universidad Nacional de Ingeniería, CUR - Estelí,
Nicaragua
alba.diaz@norte.uni.edu.ni

MSc. Cristina Margalet Mori Alvez
Universidad de la República Oriental del Uruguay
moricristina332@gmail.com

Dr. Alvaro José Noguera Talavera
Universidad Nacional Agraria, Nicaragua
alvaro.noguera@ci.una.edu.ni

Diagramación / Soporte técnico

Ing. Ernesto Correa Vásquez
Universidad Nacional Agraria, Nicaragua
ecorrea@ci.una.edu.ni

Contenido

CIENCIA DE LAS PLANTAS

EFFECTIVIDAD DE DOS AISLADOS VIRALES EN EL GUSANO VERDE LEPIDOPTERO: NOCTUIDAE, *Spodoptera exigua* Y GUSANO RAYADO LEPIDOPTERO: NOCTUIDAE, *Spodoptera sunia*. Luis Emilio Maradiaga Gutiérrez.

P 1-4

MICROPROPAGACIÓN DE TECA (*Tectona grandis* LINN F.) CON EL EMPLEO DE BIORREACTORES ECONÓMICOS DE INMERSIÓN TEMPORAL. Alexander Josué Cajina Silva, César Ramón Mendoza Blandón, Marbell Danilo Aguilar Maradiaga, Roxana Yadira Cruz Cardona.

P 5-14

NEMATODOS FITOPARÁSITOS ASOCIADOS AL CULTIVO DE GUAYABA (*Psidium guajava* L.) EN PARCELA MANEJADA CON ENFOQUE AGROECOLÓGICO. Markelyn Rodriguez-Zamora, Lixania Treminio-Suarez, Jorge Gómez-Martinez, Jorge López-Somarriba, Roberto Carlos Larios González.

P 15-20

MICROORGANISMOS COMO AGENTES BIOLÓGICOS PARA EL MANEJO DE LA ROYA DEL CAFÉ (*Hemileia vastatrix* BERK & BROOME), MADRIZ, NICARAGUA. Víctor Monzón Ruiz, Eliar Noe Navarrete Castillo, Juan Ramon Diaz Bustamante.

P 21-27

DISPONIBILIDAD DE BIOMASA Y CONTENIDO DE PROTEÍNA CRUDA EN DOS PASTOS DE CORTE, KING GRASS Y CAMERÚN EN Y SIN ASOCIO CON *Leucaena leucocephala* CV CUNNINGHAM.

Álvaro José González Martínez, María de la Concepción Siézar Martínez, José Ramón Guido Álvarez.

P 28-35

DESARROLLO RURAL

MELIPONICULTURAS CONTEMPORÁNEAS EN NICARAGUA: DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES DESDE LA AGROECOLOGÍA. Yorlis Gabriela Luna Delgado, Elda Miriam Aldasoro Maya, Peter Michael Rosset, Helda Morales, Eric Vides Borrel.

P 36-47

AGROECOLOGÍA

RIQUEZA DE UNA FINCA AGROPECUARIA Y SU RECONFIGURACIÓN: UNA PROPUESTA DE OFERTA TURÍSTICA AGROECOLÓGICA. Alfonso José Fernández.

P 48-53

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

ESTRUCTURA GRÁFICA DESCRIPTIVA DE CIRCUITOS TURÍSTICOS EN PLAYA GIGANTE Y PLAYA AMARILLO EN EL MUNICIPIO DE TOLA, RIVAS, NICARAGUA. Kimberly Joseth Martínez Guadamuz, Emelina Tapia Lorío, Rosa María Reyes Pérez.

P 54-60

INFLUENCIA DEL USO DEL SUELO EN LOS NIVELES ESTÁTICOS DE POZOS DE LA MICROCUENCA DEL RÍO LA CARRETA, SAN JUAN DE CINCO PINOS, CHINANDEGA, NICARAGUA. Mariann José Espinoza Acuña, Félix López Barrientos.

P 61-68

CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

SISTEMA MULTIPLATAFORMA PARA LA SISTEMATIZACIÓN PRODUCTIVA DE HATOS GANADEROS BOVINO. Elvin Ramón Sánchez Benítez1, Guadalupe Enoc Suazo Robleto2, David Ernesto Peñalba Berrios3, Maynor Antonio Fernández Obregón4, Axel Josué López López.

P 69-76

CIENCIA DE LAS PLANTAS

Efectividad de dos aislados virales en el gusano verde Lepidoptero: Noctuidae, *Spodoptera exigua* y gusano rayado Lepidoptero: Noctuidae, *Spodoptera sunia*

Effectiveness of two viral isolates on the green worm Lepidoptera: Noctuidae, *Spodoptera exigua* and striped worm Lepidoptera: Noctuidae, *Spodoptera sunia*

Luis Emilio Maradiaga Gutiérrez

Ingeniero en Agroecología Tropical. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-León. Escuela de Ciencias Agrarias y Veterinarias, departamento de Agroecología, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2043-3431> / luis.maradiaga@curj.unanleon.edu.ni



RESUMEN

El virus de la poliedrosis nuclear es un entomopatógeno que se ha usado para el manejo de insecto noctuidae, teniendo un alto porcentaje de efectividad. El objetivo de este estudio fue evaluar la efectividad del virus crudo de la poliedrosis nuclear (líquido) en mezclas de dos aislados virales, virus de la poliedrosis nuclear *Spodoptera exigua* (SeVPN), virus de la poliedrosis nuclear *Spodoptera sunia* (SsVPN) en sus propios huéspedes en condiciones de campo y laboratorio. Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones; siendo las unidades experimentales las larvas sobre alimentadas con hojas infestadas con virus de la poliedrosis nuclear. Los tratamientos evaluados fueron: 1) virus de SeVPN, 2) virus SsVPN, 3) Mezcla de virus de SeVPN+SsVPN (100 %) y 4) Mezcla de Virus de SeVPN+SsVPN (50 %). La aplicación de estos tratamientos se realizó utilizando el virus crudo (líquido) en cada una de las parcelas de cultivo de ajonjolí en horas de la tarde. Después de 24 horas de la aplicación, se colectaron las hojas del cultivo del estrato medio de las plantas para ser trasladadas al laboratorio de virus del Centro de Investigación y Reproducción de Controladores Biológico de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN, León), donde las larvas terminaron su desarrollo. La variable en estudio fue mortalidad. Se realizó un análisis de prueba de normalidad para la variable y se realizó un post hot según SNK en SPSS v. 2.1. No se determinaron

ABSTRACT

The nuclear polyhedrosis virus is an entomopathogen that has been used to manage noctuidae insects, having a high percentage of effectiveness. The objective of this study was to evaluate the effectiveness of crude nuclear polyhedrosis virus (liquid) in mixtures of two viral isolates, *Spodoptera exigua* nuclear polyhedrosis virus (SeVPN), *Spodoptera sunia* nuclear polyhedrosis virus (SsVPN) in their own hosts in field and laboratory conditions. A Randomized Complete Block Design was used with four treatments and four repetitions; The experimental units being the larvae overfed with leaves infested with VPN. The treatments evaluated were: 1) SeVPN virus, 2) SsVPN virus, 3) SeVPN+SsVPN virus mixture (100%) and 4) SeVPN+SsVPN virus mixture (50%). The application of these treatments was carried out using the crude virus (liquid) in each of the sesame cultivation plots in the afternoon. After 24 hours of application, the leaves of the crop were collected from the middle stratum of the plants to be transferred to the virus laboratory of the Center for Research and Reproduction of Biological Controllers of the National Autonomous University of Nicaragua (UNAN, León), where the larvae completed their development. The variable under study was mortality. A normality test analysis was performed for the variable and a post hot was performed according to SNK in SPSS v. 2.1. No statistical differences were determined between treatments, but low mortality values were determined, being 38%

Recibido: 14 de febrero del 2023
Aceptado: 30 de enero del 2024



Los artículos de la revista La Calera de la Universidad Nacional Agraria, Nicaragua, se comparten bajo términos de la licencia Creative Commons: Reconocimiento, No Comercial, Compartir Igual. Las autorizaciones adicionales a las aquí delimitadas se pueden obtener en el correo donauld.juarez@ci.una.edu.ni

© Copyright 2024. Universidad Nacional Agraria (UNA).

CIENCIA DE LAS PLANTAS

diferencias estadísticas entre los tratamientos, pero si valores bajos de mortalidad, siendo de 38 % para Se+SsVPN100%, 39 % para Se+SsVPN50%, SeVPN con 37 % y en el caso de SsVPN de 21 %. La baja mortalidad posiblemente se debió a que en el estudio influyeron factores bióticos como contaminación por bacterias y hongos o por la influencia de la radiación solar en el campo.

Palabras clave: Baculoviridae, virus de la poliedrosis nuclear, cogollero, ajonjolí, aislado.

for Se+SsVPN100%, 39% for Se+SsVPN50%, SeVPN with 37% and in the case of SsVPN 21%. The low mortality was possibly due to the fact that the study was influenced by biotic factors such as contamination by bacteria and fungi or by the influence of solar radiation in the field.

Keywords: Baculoviridae, nuclear polyhedrosis virus, fall armyworm, sesame, isolated.

Durante varios años, los insecticidas químicos fueron los únicos medios de control de insectos plaga en cultivos de todo el mundo; estos insecticidas químicos generan problemas de contaminación ambiental y de alimentos, de intoxicaciones humanas por manipulación para su aplicación, desarrollo de resistencia a los insecticidas y eliminación de insectos benéficos dentro del ecosistema (Pest Management Research Centre, 2000).

En países como Colombia, el uso de virus entomopatógenos se obtuvo de larvas enfermas colectadas en el campo, generando controles superiores al 90 %, sin embargo, el problema para los agricultores radica en que muchas veces no se encuentra material disponible (larvas infectadas) o en cantidad suficiente en el momento que aparece la plaga (Calvache *et al.*, 2000).

En Nicaragua, la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, desde 1986, ha trabajado en el desarrollo de Virus de la Poliedrosis Nuclear (VPN), y actualmente dispone de un laboratorio de producción de tres aislados virales: aislados viral de *Spodoptera frugiperda* (SfVPN), *Spodoptera exigua* (SeVPN) y *Spodoptera sunia* (SsVPN); que han sido utilizados por productores de diferentes sectores del país en su forma cruda (líquida) (Rizo y Narváez, 2001). Dentro de los organismos utilizados para controlar plagas en los cultivos, los baculovirus han sido usados ampliamente porque tienen la capacidad de controlar la especie plaga sin generar patogenicidad cruzada a otras especies no blanco, las que pueden actuar como enemigos naturales de las mismas plagas (Ojeda *et al.*, 2002).

Los VPN se han mostrado muy prometedores como insecticidas biológicos para el manejo de plagas agrícolas y forestales (Moscardi, 1999).

Se puede afirmar que los nucleopoliedrovirus (NPV) son virus de ADN circular de doble cadena pertenecientes a la familia Baculoviridae que infectan letalmente a los insectos, en particular a los estadios larvales de los lepidópteros (Fuxa y Tanada, 1987). Para completar el ciclo de infección se necesita organismos activos, los VPN requieren dos tipos de viriones que sean genéticamente idénticos, pero morfológicamente distintos (Agüero *et al.*, 1996; Volkman,

1997), en la que los viriones derivados de la oclusión inician la infección primaria en las células epiteliales del intestino medio del huésped, luego de la ingestión de follaje contaminado. Las células infectadas dan lugar a viriones germinados, que transmiten la infección de una célula a otra dentro del huésped (Tumilasci *et al.*, 2003).

Sin embargo, el principal problema de utilizar VPN crudo (líquido), es que requiere de temperaturas bajas de almacenamiento (Knittel y Fairbrother, 1987), cuando en el cultivo se presentan diferentes tipos de especie de plagas como *S. sunia* y *S. exigua*, se necesitarían dos productos y esto elevaría los costos de producción. Esta es una limitante para los pequeños agricultores que no cuentan con las condiciones económicas y de almacenamiento, por esta razón el objetivo de esta investigación es determinar si la mezcla de dos aislados virales SsVPN y SeVPN, tiene la misma efectividad que cada aislado individual.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. Para evaluar la efectividad de dos aislados virales mezclados SeVPN y SsVPN, se utilizó una mezcla de virus no formulado (líquido). La investigación se realizó en campo y en el laboratorio de producción de virus entomopatógenos del departamento de agroecología, ubicado en el campus agropecuario de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-León), a 1.5 km Carretera a La Ceiba. El campus agropecuario cuenta con una temperatura promedio anual de 27.85 °C, humedad relativa de 77 %, precipitación promedio anual 1 273.4 mm y evapotranspiración media mensual de 4.87 mm (Bárceñas *et al.*, 2017).

Establecimiento del bioensayo. Se tomaron 150 larvas equivalentes (LE) del aislado viral de *S. sunia* (SsVPN) e igual cantidad para el aislado viral de *S. exigua* (SeVPN) por separado; se considera una larva equivalente a aquellas de último estadio muerta por virus. Luego se maceraron estas con 5 ml de agua destilada, se filtraron utilizando una tela de organdí, para separar los restos de cápsulas cefálicas y patas de larvas y se diluyeron en 200 ml de agua. El virus obtenido se dividió en dos volúmenes iguales, tanto de

CIENCIA DE LAS PLANTAS

SsVPN y SeVPN, luego se mezcló un volumen igual del 50 % de ambos aislados y el 50 % restante se dejó sin mezclar, para los tratamientos individuales. Ambos se almacenaron en un congelador a 0 °C para mantener su viabilidad. La aplicación de estos tratamientos se realizó utilizando el virus crudo (líquido), de SeVPN en horas de la tarde, así como el virus de SsVPN, aplicando 17 ml de virus líquido en 20 litros de agua.

Después de 24 horas de la aplicación en plantas de ajonjolí en campo, se colectaron 80 hojas del cultivo del estrato medio de la planta, las cuales mostraron una buena consistencia de color verde y se trasladaron al laboratorio del Centro de Investigación y Reproducción de Controladores Biológico para colocar una hoja con una larva por plato petry de segundo instar (1.5 cm.), siendo estas larvas procedentes de la cría de insectos del laboratorio de virus de la Poliedrosis Nuclear (VPN) de la UNAN-León. Una vez que las larvas se alimentaron por 24 horas de la hoja de ajonjolí infestada, se trasladaron a recipientes plásticos de 3.5 onzas conteniendo dieta artificial de soya en los que completaron su desarrollo.

Diseño experimental. Se realizó un diseño de bloque completo al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones para un total de 16 unidades experimentales, siendo las unidades experimentales las larvas sobre alimentadas con hojas infestadas con el virus de la Poliedrosis Nuclear. Los tratamientos evaluados fueron: 1) virus de SeVPN, 2) virus SsVPN, 3) Mezcla de virus de SeVPN+SsVPN (100 %) y 4) Mezcla de Virus de SeVPN+SsVPN (50 %).

Análisis estadístico. La variable evaluada fue el porcentaje de mortalidad ocasionada por el efecto del virus VPN expuesta a 24 hora de luz solar en campo por cada uno de los tratamientos. Se realizó comparación de porcentaje de mortalidad y análisis de varianza, previo a un análisis de homogeneidad de varianza a través de la prueba de Levenne; luego se realizó una prueba de Tukey con un nivel de confianza del 95 %, para detectar diferencias estadísticas o no entre los aislados. Se utilizó el programa estadístico SPSS v. 2.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se registran diferencias estadísticas entre los tratamientos. El porcentaje de mortalidad fue baja en todos los tratamientos así para SeVPN+SsVPN 50 %, denominado en la Figura 1 como Ss+Se50% fue 39 %, para SeVPN+SsVPN 100 % (Ss+Se100%) de 38 %, en el caso del tratamiento SeVPN fue de 37 % y para SsVPN la mortalidad fue de 21 % (Figura 1).

El comportamiento de la mortalidad pudo deberse a la incidencia de la temperatura que en el occidente de Nicaragua presenta un promedio de 27.85 °C, factor que pudo ocasionar la disminución de la actividad del virus VPN (Bárceñas *et al.*, 2017). La baja mortalidad posiblemente

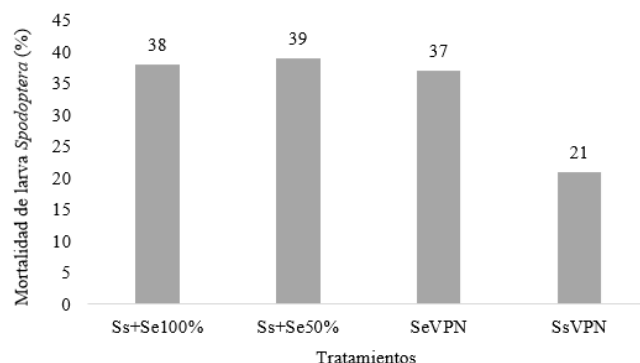


Figura 1. Porcentaje de mortalidad de larvas de *Spodoptera* después de 24 horas de aplicación de dos aislados de virus de la poliedrosis nuclear (VPN).

también pudo deberse a que en el estudio influyeron factores bióticos como contaminación por bacterias y hongos que se presentan en el laboratorio en donde se realizó el bioensayo.

Otro factor que pudo haber influido en la baja mortalidad es la radiación solar, la que pudo haber desactivado las partículas de inclusión poliedral. Entwistle y Evans (1985), Rizo y Narváez (2001) mencionan que la radiación solar y el fotoperíodo son muy importantes para preservar la actividad biológica de los virus, debido a que la luz ultravioleta desactiva las partículas virales. En algunos casos, la temperatura del suelo es importante para la sobrevivencia del virus. La persistencia del virus en el ambiente se da por medio del follaje de las plantas y del suelo. También pueden persistir en el mismo hospedante, sin embargo, Harish *et al.* (2021), especifican que para que exista una eficacia en el desarrollo de formulaciones estables y eficaces se debe tomar en cuenta el modo de acción, la patogenicidad, el tiempo que dura la infección, la especificidad y la persistencia del aislado viral. Vargas *et al.* (2011) indican que al probar la efectividad de la formulación líquida del virus, se logró identificar individuos con sintomatología viral, sin embargo, la formulación líquida alcanzó una baja mortalidad en su aplicación, posiblemente por la degradación del virus frente a la luz ultravioleta, lo que podría relacionarse con los resultados de este estudio, por lo que es necesario evaluar las radiofrecuencias (mW/m²) en diferentes horas del día y su efecto en el Virus de la Poliedrosis Nuclear.

CONCLUSIONES

Se logró conocer que la infección provocada por la mezcla de los aislados virales no provocó ninguna diferencia en cuanto a la mortalidad en larvas de *Spodoptera*, posiblemente por factores externos, pero a la vez la tasa de efectividad del virus en solución líquida fue baja debido a que no se pudo comprobar verazmente que las larvas murieran por efecto del virus o por otros factores como la radiación solar, la temperatura o las condiciones de sanidad del laboratorio.

CIENCIA DE LAS PLANTAS**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Agüero, M. M., Alves, S. B., Arcas, J., Benintende, G., Brehelin, M., Boemare, N. y Stock, S. P. (1996). *Microorganismos patógenos empleados en el control microbiano de insectos plaga*.
- Bárcenas, M., Rostran, J. y Silva, P. (2017). *Condiciones climáticas del campus agropecuario junio 2017*. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/5445/1/B0001.pdf>
- Calvache, H., Franco, P., Aldana, J. y Aldana, R. (2000). *Plagas de la palma de aceite en Colombia*. Cenipalma.
- Entwistle, P. F. & Evans, H. F. (1985). Viral Control. In L. I. Gilbert & G. A. Kerkut (Eds.), *Comprehensive Insect Physiology Biochemistry and Pharmacology* (pp. 347-412). Pergamon Press.
- Fuxa, J. R. y Tanada, Y. (1987). *Epizootiology of insect diseases*. John Wiley & Sons.
- Harish, S., Murugan, M., Kannan, M., Parthasarathy, S., Prabhukarthikeyan, S. R. y Elango, K. (2021). Virus entomopatógenos. En Omkar (Ed.), *Enfoques microbianos para el manejo de plagas de insectos*. https://doi.org/10.1007/978-981-16-3595-3_1
- Knittel, M. D. y Fairbrother, A. (1987). Efectos de la temperatura y el pH sobre la supervivencia del virus de la poliedrosis nuclear libre de *Autographa californica*. *Microbiología aplicada y ambiental*, 53(12), 2771-2773.
- Moscardi, F. (1999). Assessment of the application of baculoviruses for control of Lepidoptera. *Annu. Rev. Entomol*, 44, 257-289.
- Ojeda P., Z. Z., Rocha S., P. J. y Calvache G., H. H. (2002). Baculovirus como insecticida biológico. *Revista Palmas*, 23(4), 27-37.
- Pest Management Research Centre. (2000). *Baculoviruses as microbial pest control agents: potential benefits of biotechnology*. Agriculture & Agri – Food. Canada Publication.
- Rizo Z., C. M. y Narváez S., C. (2001). *Uso y producción de Virus de la Poliedrosis Nuclear en Nicaragua*. <https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/6896/A2134e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Tumilasci, V. F., Leal, E., Zannotto, P. M., Luque, T. & Wolff, J. L. (2003). Sequence analysis of a 5.1 kbp region of the *Spodoptera frugiperda* multicapsid nucleopolyhedrovirus genome that comprises a functional ecdysteroid UDP-glucosyltransferase (egt) gene. *Virus Genes*, 27, 137-144.
- Vargas Leandro, J. A., Duran Román, L., Carranza Rodríguez, V., Víquez Zamora, A. y Villalba Velásquez, V. (2011). Colecta, identificación y multiplicación de virus entomopatógenos en el género *Spodoptera* presente en el cultivo del maíz. *Tecnología en Marcha*, 24(1), 17-24. https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/75/74
- Volkman, L. E. (1997). Interacciones de nucleopoliedrovirus con sus insectos huéspedes. *Adv. Resolución de virus*, 48, 313-348.

CIENCIA DE LAS PLANTAS

Micropropagación de teca (*Tectona grandis* Linn F.) con el empleo de biorreactores económicos de inmersión temporal

Micropropagation of teak (*Tectona grandis* Linn F.) using economical temporary immersion bioreactors

Alexander Josué Cajina Silva¹, César Ramón Mendoza Blandón², Marbell Danilo Aguilar Maradiaga³, Roxana Yadira Cruz Cardona⁴

¹ Graduado de la carrera de Ingeniería Agronómica, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-6552-4204> / alexcajina.99@gmail.com

² Graduado de la carrera de Ingeniería Agronómica, ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7689-0802> / mendozacesar1699@gmail.com

³ M.Sc. en Biotecnología de plantas y especialista en mejora genética de plantas, Dirección de Ciencias Agrícolas
<https://orcid.org/0009-0000-9350-6358> / marbell.aguilar@ci.una.edu.ni

⁴ M.Sc. En Biotecnología, Dirección de Ciencias Agrícolas, <https://orcid.org/0009-0004-2989-6338>/ roxana.cruz@ci.una.edu.ni
Universidad Nacional Agraria

Autor de correspondencia: marbell.aguilar@ci.una.edu.ni



RESUMEN

La micropropagación de teca (*Tectona grandis* Linn F.) permite multiplicar plantas elites de forma asexual en ambientes controlados. Con el empleo de biorreactores económicos de inmersión temporal, innovación generada en el laboratorio de cultivo de tejidos de la Universidad Nacional Agraria, en Managua, Nicaragua, se realizó esta investigación con el objetivo de evaluar el efecto de reguladores del crecimiento en yemas apicales y axilares en las fases de multiplicación y enraizamiento. Este trabajo se desarrolló en tres fases posteriores a la obtención del material vegetal *in vitro* que corresponden a: 1) respuesta morfogénica de segmentos de tallos, 2) respuesta morfogénica a la densidad de siembra y 3) respuesta rizogénica de segmentos de tallos. Se demostró que, en la micropropagación de teca con yemas apicales individuales y segmentos de tallos con un entrenudo y sin yema apical, resultó mejor el promedio de número de hojas con la adición de 1.00 mg L⁻¹ de 6-BAP y 0.10 mg L⁻¹ de GA₃, mientras que con yemas apicales con dos o tres entrenudos el promedio de número de hojas resultó superior en el medio de cultivo que contenía 0.50 mg L⁻¹ de 6-BAP combinado con 0.05 o 0.10 mg L⁻¹ de GA₃. La densidad de

ABSTRACT

Micropropagation of teak (*Tectona grandis* Linn F.) allows the asexual multiplication of elite plants in controlled environments. With the use of economical bioreactors of temporary immersion, an innovation generated in the tissue culture laboratory of the Universidad Nacional Agraria, in Managua, Nicaragua, this research was carried out with the objective of evaluating the effect of growth regulators in apical and axillary buds in the multiplication and rooting phases. This work was developed in three phases after obtaining the *in vitro* plant material, corresponding to: 1) morphogenic response of stem segments, 2) morphogenic response to plant density and 3) rhizogenic response of stem segments. It was shown that, in teak micropropagation with single apical buds and stem segments with one internode and without apical bud, the average number of leaves was better with the addition of 1.00 mg L⁻¹ of 6-BAP and 0.10 mg L⁻¹ of GA₃, while with apical buds with two or three internodes the average number of leaves was higher in the culture medium containing 0.50 mg L⁻¹ of 6-BAP combined with 0.05 or 0.10 mg L⁻¹ of GA₃. The planting density of 30 apical buds with two internodes and density of 40 apical or axillary buds

Recibido: 6 de septiembre del 2023
Aceptado: 19 de abril del 2024



Los artículos de la revista La Calera de la Universidad Nacional Agraria, Nicaragua, se comparten bajo términos de la licencia Creative Commons: Reconocimiento, No Comercial, Compartir Igual. Las autorizaciones adicionales a las aquí delimitadas se pueden obtener en el correo donald.juarez@ci.una.edu.ni

Copyright 2024. Universidad Nacional Agraria (UNA).

CIENCIA DE LAS PLANTAS

siembra de 30 yemas apicales con dos entrenudos y densidad de 40 yemas apicales o axilares logra mayor número de hojas. Con yemas apicales y axilares con dos entrenudos, las variables longitud del tallo, número de hojas y número de raíces, presentan similar comportamiento con las adiciones de 0.25 mg L⁻¹, 0.50 mg L⁻¹ y 0.75 mg L⁻¹ de ácido indol acético, además, la categoría de buen vigor se obtiene en mayor porcentaje (60 % - 70 %) con el uso de estas variantes de medio de cultivo.

Palabras clave: yemas apicales, yemas axilares, respuesta morfogénica, respuesta rizogénica, medio de cultivo.

Abreviaturas: BEIT: Biorreactor Económico de Inmersión Temporal, AIA: Ácido Indol Acético, BAP: Bencil Amino Purina, GA₃: Ácido Giberélico.

achieved higher leaf number. With apical and axillary buds with two internodes, the variables stem length, number of leaves and number of roots, show similar behavior with the additions of 0.25 mg L⁻¹, 0.50 mg L⁻¹ and 0.75 mg L⁻¹ of indole acetic acid, in addition, the category of good vigor is obtained in a higher percentage (60 % - 70 %) with the use of these variants of culture medium.

Keywords: apical buds, axillary buds, morphogenic response, rhizogenic response, culture medium.

Abbreviations: BEIT: Economical Temporary Immersion Bioreactor, IAA: Indole Acetic Acid, BAP: Benzyl Amino Purine, GA₃: Gibberellic Acid.

En Nicaragua, en el año 2015 las plantaciones forestales se estimaron en 39 078 km², lo que representa el 30 % del territorio nacional que beneficia a 80 mil trabajadores, que equivale al 0.8 por ciento de la fuerza laboral formal (De Camino, 2018).

Upadhyay *et al.* (2005) y Bhat e Índira, (1997) citados por Rodríguez *et al.* (2014) destacan que la madera de teca es de alto valor comercial, debido a sus propiedades físico-mecánicas que la hacen una de las más apropiadas y durables para la construcción, fabricación de muebles, puertas y ventanas; y es considerada la de mejor estabilidad dimensional, por su bajo punto de saturación de fibra y contracción.

La producción de plántulas a partir de semillas produce mucha variabilidad en el crecimiento, mientras que con el uso de la reproducción vegetativa se obtiene material uniforme y de calidad, se transportan a distancias considerables sin producir mortalidad, se planta con mayor facilidad y rapidez. Además, el crecimiento posterior a la siembra es más rápido y vigoroso (Fonseca, 2004, p. 30). Engelmann y Takagi, (2000) citados por Abdelnour y Muñoz (2005) destacan que la inclusión de técnicas de micropropagación en los programas de mejoramiento genético y establecimiento de plantaciones permite la clonación masiva de los árboles superiores en tiempo y espacio reducido, conservando las características valiosas de los materiales. Otra ventaja de la micropropagación es que facilita la comercialización y transporte de las plantas a lugares y países lejanos con menores restricciones aduaneras y menores posibilidades de pérdida de materiales.

Polo Santos *et al.* (2013), plantean que una alternativa para la reproducción vegetativa de teca es la propagación de plantas a través de la micropropagación, que se fundamenta en la clonación de material vegetal

élite, presentando altas tasas de multiplicación y buenas características genotípicas y fenotípicas como altura, rectitud de fuste, copa y alto rendimiento de madera (p. 85). Además “permite propagar árboles seleccionados por sus características fenotípicas y alto rendimiento de la madera, incrementando la tasa de multiplicación y manteniendo un alto nivel de sanidad y estabilidad genética” (p. 83).

Castillo *et al.* (2019) recomiendan que, para emplear la micropropagación de teca como actividad comercial, es necesario disponer de tecnologías como los biorreactores de inmersión temporal, que utiliza medios líquidos. Los medios líquidos presentan la ventaja que los explantes tienen mayor facilidad de absorción de los nutrientes, debido a la formación de una película acuosa que cubre el tejido vegetal.

Los Biorreactores Económicos de Inmersión Temporal (BEIT) desarrollados en la Universidad Nacional Agraria (UNA) en Managua, capital de Nicaragua, funcionan en un solo recipiente de vidrio, donde se inyecta aire comprimido suministrado por una bomba de vacío, permitiendo que el medio de cultivo líquido suba hasta la parte superior del material poliuretano donde se colocan los tejidos, permitiendo que se remuevan los tejidos y se oxigenen durante el tiempo de inmersión y una vez que se suspenda la presión de aire, el medio líquido se asienta. Además, para evitar la contaminación de microorganismos dentro de los biorreactores, sobre la tapa de este se colocan dos filtros de acetato de celulosa (Cruz, 2020, p. 15).

Con la utilización de los biorreactores en la micropropagación de teca y el empleo de diferentes tipos de tejidos es posible mejorar el proceso de producción masiva en la micropropagación de teca. El objetivo de este estudio es evaluar la respuesta morfogénica y rizogénica de segmentos de tallos de teca con el uso de biorreactores económicos de inmersión temporal.

CIENCIA DE LAS PLANTAS

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio. El estudio se realizó de febrero del 2021 a agosto del 2022 en el laboratorio de cultivo de tejido de la Universidad Nacional Agraria (UNA), ubicado en el km 12 ½ Carretera Norte en el departamento de Managua, capital de Nicaragua; se localiza en las coordenadas geográficas de 12°08'58.3'' de latitud Norte y 86°09'37.0'' de longitud Oeste.

Selección del material y establecimiento. Se extrajeron brotes de los árboles de teca establecidos en el vivero del laboratorio de cultivo de tejido de la UNA. Una vez extraídos los brotes, se sumergieron en una solución preparada con detergente comercial durante 20 minutos y posteriormente se realizaron tres lavados sucesivos con detergente; con ayuda de cepillos se extrajeron los residuos de polvo y suciedad. En la cámara de flujo laminar, los tejidos se redujeron a un tamaño aproximado de 0.5 cm con ayuda de escalpelos previamente esterilizados para establecerlos en tubos de ensayo en un medio de cultivo con sales de Murashige y Skoog (MS, 1962) con 30 g L⁻¹ de sacarosa. Después de ocho semanas que se formaron las plantas, se procedió a efectuar la primera multiplicación para incrementar la cantidad de yemas apicales y axilares.

Una vez obtenido el material vegetal, el estudio se desarrolló en tres fases, cada una con su propia metodología y análisis estadístico.

Fase 1. Repuesta morfogénica de segmentos de tallos. Se estudió la respuesta de nueve tipos de segmentos de tallos: yema apical individual, segundo entrenudo individual y tercer entrenudo individual (Figura 1); segmento de tallo con yema apical, yema apical con dos entrenudos y yema apical con tres entrenudos (Figura 2); segmentos de tallo con un entrenudo sin yema apical, segmentos de tallo con dos entrenudos sin yema apical y segmentos de tallo con tres entrenudos sin yema apical (Figura 3).

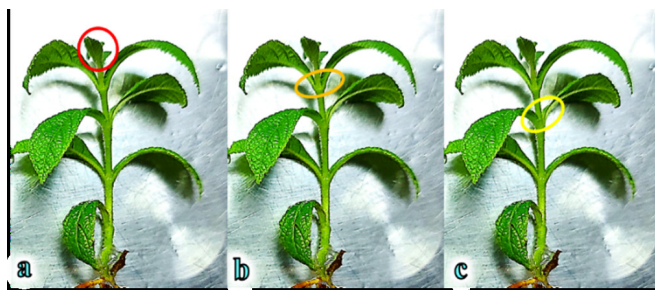


Figura 1. Extracción de yemas individuales. a) segmento de tallo con el primer entrenudo, b) segmento de tallo con el segundo entrenudo y c) segmento de tallo con el tercer entrenudo.



Figura 2. Segmentos de tallo individuales de teca con yema apical, a) yema apical con un entrenudo, b) yema apical con dos entrenudos y c) yema apical con tres entrenudos.



Figura 3. Segmentos de tallo individuales de teca sin yema apical, a) sin yema apical con un entrenudo, b) sin yema apical con dos entrenudos y c) sin yema apical con tres entrenudos.

Cada tipo de segmento fue establecido en BEIT de vidrio con capacidad de un litro, a los que se le agregó 200 ml de medio de cultivo constituido por las sales básicas de Muraschige y Skoog (MS, 1962), con 30 g L⁻¹ de sacarosa y con las variantes de concentraciones de reguladores del crecimiento correspondientes a cada tratamiento (Cuadro 1). El pH se ajustó a 5.8, con ácido clorhídrico (HCl) a 0.5 N e hidróxido de potasio (KOH) a 0.5 N. Por cada tipo de segmento de teca, se sembraron 20 tejidos en BEIT (nueve recipientes por tratamiento) con cada uno de los cuatro tratamientos obtenidos de la combinación de las hormonas 6-BAP y GA₃.

Cuadro 1. Medios de cultivos empleados en la fase de multiplicación de segmentos de tallo de teca.

Tratamiento	Reguladores de crecimiento	
	6-BAP* (mg L ⁻¹)	GA ₃ ** (mg L ⁻¹)
6-BAP+GA ₃	0.50	+ 0.05
6-BAP+GA ₃	0.50	+ 0.10
6-BAP+GA ₃	1.00	+ 0.05
6-BAP+GA ₃	1.00	+ 0.10

*6-Bencil amino purina, **Ácido giberélico.

Posteriormente los BEIT se trasladaron al cuarto de crecimiento donde se realizó un riego de inmersión de dos minutos por día, la intensidad de luz establecida fue de 2 000 lux por 12 horas luz natural durante el período que se determinó para evaluar los resultados de la fase 1.

CIENCIA DE LAS PLANTAS

Variable evaluada. En esta primera fase, a las cuatro semanas después de realizada la siembra de los segmentos de tallo, se evaluó el número de hojas en plantas formadas en los BEIT según el tipo de segmentos. El proceso consistió en contabilizar el número de hojas nuevas producidas por los segmentos de tallo. En plantas como teca, la producción de hojas por planta es muy importante, porque en la base del pecíolo se encuentra una yema axilar que brotará cuando se corte cada segmento de tallo, y en el caso de los segmentos de tallo que tienen su yema apical, por acción de los constituyentes del medio de cultivo líquido o semisólido, continuarán con su crecimiento.

Diseño estadístico. Para evaluar el número de hojas, se estableció un Diseño Completo al Azar (DCA) con arreglo unifactorial. Como unidad experimental se consideró un BEIT que contenía 20 segmentos de tallos cada uno originando una planta debidamente formada a los 28 días y se evaluaron aleatoriamente 15 por cada tratamiento. Se realizó análisis de varianza (ANDEVA) y para determinar las diferencias estadísticas entre los tratamientos, se empleó la prueba de rangos múltiples de Duncan con $\alpha = 0.05$. Los procedimientos estadísticos se realizaron con el programa estadístico INFOSTAT versión 2020.

Fase 2. Respuesta morfogénica a la densidad de siembra. Se estudió la respuesta en el crecimiento de segmentos de tallo con yema apical y con yemas axilares conteniendo dos pares de hojas por efecto de la densidad de siembra de 30, 40, 50 y 60 segmentos por BEIT de tres litros de capacidad, conteniendo cada uno 700 ml de medio de cultivo líquido. Se empleó el medio de cultivo que contenía concentraciones de 1.00 mg L⁻¹ de 6-BAP y 0.10 mg L⁻¹ GA3 considerando que resultó favorable en la emisión de hojas en la fase 1.

Variables evaluadas. A las cuatro semanas de establecida la fase 2, se evaluaron las variables número de hojas y la longitud del tallo producida por los dos tipos de segmentos de tallo; la longitud del tallo se midió con una regla milimétrica graduada en centímetro bajo condiciones de asepsia en la cámara de flujo laminar; considerando la longitud de la base de la planta hasta la yema apical. En el caso de los segmentos de tallos que para efectos del estudio se les eliminó la yema apical, se midió la longitud del brote principal.

Diseño estadístico. Se utilizó un DCA con un arreglo bifactorial 4 x 2 (cuatro densidades de siembra y dos tipos de yemas) para un total de ocho tratamientos, requiriéndose en las cuatro densidades de siembra 180 segmentos de tallo por cada tipo de yema. Como unidad experimental se consideró un BEIT y se evaluaron por cada tratamiento 15 tejidos tomados al azar. A los datos obtenidos se les realizó un análisis de

varianza (ANDEVA) y para determinar las mejores medias de los tratamientos, se empleó la prueba de rangos múltiples de Duncan $\alpha = 0.05$. Los datos se procesaron y analizaron en el paquete estadístico INFOSTAT versión 2020.

Fase 3. Respuesta rizogénica de segmentos de tallos. Los tratamientos consistieron en la adición de 0, 0.25, 0.50, 0.75 y 1.00 mg L⁻¹ de Ácido Indol Acético (AIA). Se agregó una cantidad de 700 ml de medio de cultivo en cada BEIT con capacidad de tres litros. Se definieron cinco variantes de medios de cultivo y a cuatro de ellas se les agregó AIA (Cuadro 2). En esta fase se utilizaron 350 segmentos de tallo apicales y 350 de tallo axilares que fueron extraídos de plantas formadas en los BEIT en la fase 2.

Cuadro 2. Medios de cultivo empleados en la fase de enraizamiento de segmentos de tallo

Variantes de medios de cultivo	Concentración de AIA* (mg L ⁻¹)
MS	0.00
MS + AIA	0.25
MS + AIA	0.50
MS + AIA	0.75
MS + AIA	1.00

*Ácido Indol Acético.

Variables evaluadas. A las cuatro semanas, se tomaron 15 plantas al azar por tratamiento y a cada una se le evaluaron cuatro variables: a) número de hojas producidas por segmentos de tallos; b) longitud del tallo, considerando la longitud de la base de la planta hasta la yema apical y en el caso de los segmentos de tallos que se les eliminó la yema apical, se midió la longitud del brote principal axilar; c) el número de raíces producidas por segmentos de tallo y d) vigor de las plantas, en esta variable se definió una escala de vigor de acuerdo a las expresiones morfológicas de las hojas formadas: Bajo vigor: hojas del segundo entrenudo con ancho < 0.50 cm y largo < de 1 cm y longitud de tallo < de 8 cm. Vigor mediano: hojas del segundo entrenudo con ancho entre 0.5 y 1 cm y largo entre 1 cm y 2 cm, con longitud de tallo entre 8 cm y 10 cm. Las hojas con Buen vigor corresponden a aquellas en el segundo entrenudo con ancho > a 1cm y largo > a 2 cm, con longitud de tallo > de 10 cm (Figura 4).

Diseño estadístico. Se utilizó un DCA con un arreglo bifactorial 5 x 2 (5 variantes de medios de cultivo y 2 tipos de yemas) para un total de 10 tratamientos con una sola réplica a la que se le realizó un análisis de varianza (ANDEVA) y prueba de rangos múltiples de Duncan $\alpha = 0.05$. Los datos se procesaron y analizaron en el paquete estadístico INFOSTAT versión 2020. Por cada tratamiento se sembraron 70 segmentos de tallo con dos hojas, que es el tipo de tejido que reportan

CIENCIA DE LAS PLANTAS

Polo Santos *et al.* (2013) como el que regularmente se emplea en la rutina de multiplicación de teca. El análisis estadístico se realizó por tipo de yema (con yema apical o sin yema apical) en BEIT de tres litros, empleándose 350 segmentos de tallo con yema apical en los cinco tratamientos e igual número para la siembra de los segmentos de tallo sin yema apical. En total se sembraron 700 segmentos de tallo en diez BEIT y después de cuatro semanas se evaluaron al azar 30 plantas por cada tratamiento. Cada BEIT constituyó una unidad experimental.

presentaron mayor número de hojas en el tratamiento con 0.50 mg L⁻¹ de 6-BAP y 0.05 mg L⁻¹ de GA₃. Las yemas individuales que se extrajeron del tercer entrenudo no difieren estadísticamente (Cuadro 3).

Cuadro 3. Número de hojas en yemas individuales según variantes de medios de cultivo

Tratamientos			Yema individual		
6-BAP (mg L ⁻¹)	GA ₃ (mg L ⁻¹)	Yema apical	Segundo entrenudo	Tercer entrenudo	
0.50	+	0.05	2.47 ab	3.27 a	2.67 a
0.50	+	0.10	1.87 b	2.80 ab	2.33 a
1.00	+	0.05	2.53 ab	2.40 b	2.00 a
1.00	+	0.10	2.87 a	2.60 b	3.40 a

Letras desiguales difieren para $p \leq 0.05$.



Figura 4. Vigor de plántulas y hojas de teca del segundo entrenudo en la fase de enraizamiento; a) bajo vigor, b) vigor mediano y c) buen vigor.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fase 1. Repuesta morfogénica de segmentos de tallos

Número de hojas según yemas apicales individuales. En yema apical con adiciones de 0.50 mg L⁻¹ de 6-BAP y 0.10 mg L⁻¹ de GA₃ se presentó la menor cantidad de hojas, superado estadísticamente solo por el tratamiento que contenía 1.00 mg L⁻¹ de 6-BAP y 0.10 mg L⁻¹ de GA₃. Con yemas axilares individuales del segundo entrenudo, los brotes principales

Rojas y Abdelnour (2012) recomiendan la experimentación en la inducción de brotación ya que el comportamiento de las diferentes maderables y aún de los diferentes explantes de una misma especie pueden responder de manera particular, logrando en teca los mejores resultados con el uso de AIA como único regulador del crecimiento que fue más efectivo para estimular la brotación de las yemas dormantes en los nudos y para evitar la formación de callo que podría conducir a variantes no deseadas.

Con el empleo de los tres tipos de yemas individuales en la fase de multiplicación se demostró que en teca las adiciones combinadas de BAP y de GA₃ estimularon la brotación que formaron plantas completas únicas. En esta fase no se adicionó AIA considerando los resultados de Abdelnour y Muñoz (2005), quienes reportan incrementos en el porcentaje de microestacas que produjeron callo en lugar de brotes (45 %) cuando agregaron al medio de multiplicación una concentración de 0.20 mg L⁻¹ de AIA, además disminuyó la brotación en 55 %, lo mismo que el número de ejes por estacas (dos ejes).

Rojas y Abdelnour (2012) en la micropropagación de teca, atribuyen a la adición de bencilaminopurina (BA) como responsable primario de la formación de callo, puesto que cuando el AIA fue combinado con concentraciones de 0.50, 1 y 2 mg L⁻¹ de BA, se produjeron altos porcentajes de formación de callo. Mendoza *et al.* (2007) citados por Santos Polo *et al.* (2013), afirman que en la micropropagación de teca la adición exógena de citocininas promueve el rompimiento de la dominancia apical y estimula la activación del crecimiento de los meristemas axilares presentes en los explantes cultivados *in vitro*.

Número de hojas según segmento de tallo con yema apical.

Los segmentos de tallos conformados por la yema apical y un entrenudo presentaron similar respuesta estadística en todas las combinaciones de 6-BAP y GA₃. Los segmentos de tallo con yema apical y dos entrenudos obtuvieron la mejor media de número de hojas en el tratamiento que contenía

CIENCIA DE LAS PLANTAS

0.50 mg L⁻¹ de 6-BAP combinado con 0.05 o 0.10 mg L⁻¹ de GA₃. La mayor cantidad de hojas en las yemas apicales con tres entrenudos se obtuvo con la adición de 0.50 o 1.00 mg L⁻¹ de 6-BAP combinado con 0.05 mg L⁻¹ de GA₃, (Cuadro 4).

Cuadro 4. Número de hojas por segmento de tallo con yemas apicales según variante

Tratamientos			Yema apical		
6-BAP (mg L ⁻¹)	GA ₃ (mg L ⁻¹)		Un entrenudo	Dos entrenudos	Tres entrenudos
0.50	+	0.05	3.07 ab	4.00 a	5.60 a
0.50	+	0.10	3.60 a	3.40 ab	4.33 b
1.00	+	0.05	3.53 a	2.40 bc	5.07 a
1.00	+	0.10	3.27 a	2.00 c	3.67 b

Estos resultados fueron superiores al número de hojas logradas con los tres tipos de yemas individuales, respuesta que puede atribuirse a que estas yemas tienen menos reservas nutritivas y hormonales en los segmentos nodales. Allcaco (2016) logró mejores resultados en frambuesa roja *Rubus idaeus* var. Heritage con el empleo de segmentos apicales en el medio de cultivo MS con 1.50 mg L⁻¹ de 6-BAP, obteniendo un promedio de 1.80 ± 0.42 brotes por explante, mientras que con tejidos de miniestacas resultó mejor el promedio de brotación con 5.40 ± 0.98 brotes por explante en el medio de cultivo MS que contenía 1.00 mg L⁻¹ de 6-BAP con 0.50 mg L⁻¹ de GA₃.

Número de hojas en segmentos de tallo sin yema axilar.

En los segmentos de tallos con un entrenudo el promedio de número de hojas producidas en el medio de cultivo con 1.00 mg L⁻¹ de 6-BAP y 0.10 mg L⁻¹ de GA₃ únicamente superó a la media obtenida en el medio de cultivo con 0.50 mg L⁻¹ de 6-BAP y 0.05 mg L⁻¹ de GA₃. En esta misma variable empleando segmentos de tallo que tenían dos o tres entrenudos no presentaron diferencias estadísticas en las cuatro combinaciones de 6-BAP y de GA₃ (Cuadro 5).

Cuadro 5. Número de hojas en segmentos de tallo sin yema apical según variante de medio de cultivo

Tratamientos			Yema axilar		
6-BAP (mg L ⁻¹)	GA ₃ (mg L ⁻¹)		Un entrenudo	Dos entrenudos	Tres entrenudos
0.50	+	0.05	2.35 b	3.20 a	3.60 a
0.50	+	0.10	2.70 ab	3.50 a	3.90 a
1.00	+	0.05	3.00 ab	3.50 a	4.30 a
1.00	+	0.10	3.35 a	3.60 a	4.20 a

En la primera fase, se evaluó la producción de hojas en las plantas formadas en cada tipo de tejido, con el objetivo de conocer si los reguladores de crecimiento adicionados a los medios de cultivo tenían efecto en la eliminación de la dominancia en esos segmentos de tallo. Además del efecto del BAP y del GA₃, otro factor que puede contribuir en la

eliminación de la dormancia de las yemas son las condiciones internas que presenta el biorreactor modelo BEIT que favorece la activación fisiológica de las yemas, ya sea de forma individual o conteniendo dos o tres entrenudos con o sin yema apical. Con los resultados obtenidos consideramos que es posible mejorarlos, experimentando con otros reguladores de crecimiento adicionados solos o combinados y probando además diferentes concentraciones. También es necesario experimentar el efecto en la micropropagación de teca aumentado la frecuencia de inmersión de los tejidos en el modelo de biorreactor BEIT. Igarza *et al.* (2015) empleando Biorreactores de Inmersión Temporal

(SIT) en la variedad de papa cv. Andinita’ observaron que las plantas obtenidas con una inmersión de medio de cultivo cada cuatro horas se desarrollaron entre tres y cinco nuevos tallos a partir de sus yemas axilares, a diferencia de las plantas que se obtuvieron con una inmersión cada dos horas, en las cuales no se estimuló la brotación de estas yemas.

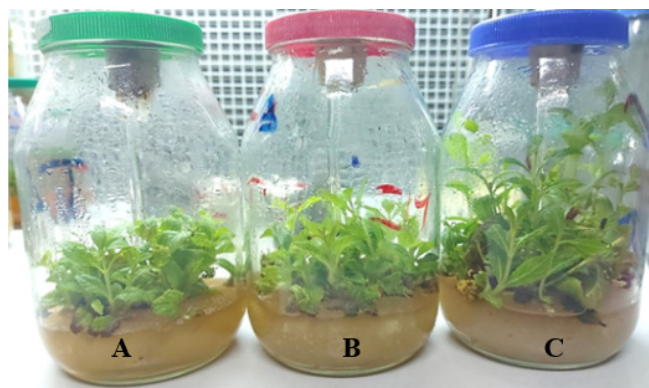


Figura 5. Plantas formadas en BEIT a la cuarta semana. A) yemas apicales con un entrenudo, (B) yemas apicales con dos entrenudos y C) yemas apicales con tres entrenudos.

Fase 2. Respuesta morfogénica a la densidad de siembra.

De la fase anterior, se selecciona el medio de cultivo de 1.00 mg L⁻¹ de 6- BAP con 0.10 mg L⁻¹ de GA₃ debido a los resultados favorables. En esta fase, las yemas axilares fueron evaluadas sobre la base de la brotación del tallo principal.

Longitud del tallo. No se presentaron diferencias estadísticas entre las densidades de siembra de 30, 40, 50 y 60 segmentos de tallo extraídos de yemas apicales y axilares.

Número de hojas. La densidad de siembra de 30 segmentos de tallo con yema apical superó en número de hojas a las

CIENCIA DE LAS PLANTAS

obtenidas con el empleo de yemas axilares con igual densidad, así como a las yemas apicales y axilares con densidades de 50 y 60 segmentos de tallo (Cuadro 6).

Cuadro 6. Longitud de tallo y número de hojas según densidad de siembra y tipo de yema

Tratamientos	Densidad	Tipo de yema	Longitud de tallo (cm)	Número de hojas
T1	30	Yema axilar	3.63 a	3.53 c
T2	30	Yema apical	3.60 a	5.80 a
T3	40	Yema axilar	3.37 a	5.07 ab
T4	40	Yema apical	3.28 a	5.53 ab
T5	50	Yema axilar	2.40 a	3.73 c
T6	50	Yema apical	2.70 a	4.53 bc
T7	60	Yema axilar	3.30 a	4.40 bc
T8	60	Yema apical	3.00 a	4.47 bc

Letras desiguales difieren para $p \leq 0.05$.

La densidad de siembra de los tejidos en teca de acuerdo con los resultados parece tener influencia en el crecimiento de las plantas. Por tanto, es necesario comprobar si la densidad es determinante en la respuesta morfológica por efecto que se produce por la competencia por luz, por la cantidad de medio de cultivo que le corresponde a cada tejido o por la frecuencia y duración de la inmersión.

Aguilar *et al.* (2019) experimentando con densidades de cultivo de 30 y 60 explantes nodales de teca por biorreactor modelo RITA®, en un medio suplementado con $0.50 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de BA y Kinetina, determinaron que el número promedio de brotes por explante aumentó ligeramente con una densidad de 30 explantes en comparación a 60 explantes por biorreactor, mostrando diferencias significativas en el primer experimento de cultivo de 45 días.

Fase 3. Respuesta rizogénica de segmentos de tallo

Longitud del tallo en segmentos de dos entrenudos con yema apical. El tratamiento con la adición 0.75 mg L^{-1} de AIA registra 12.15 cm de longitud y superó a la media de 10.94 cm lograda en el tratamiento sin AIA (Figura 6).

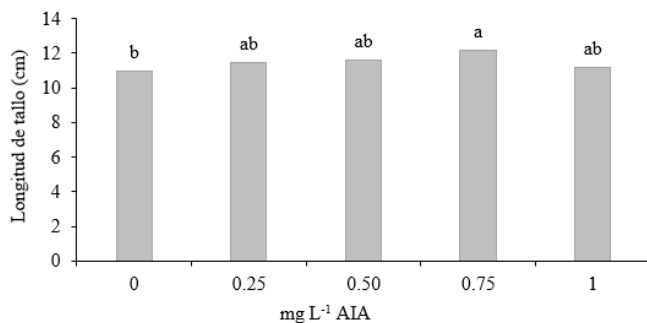


Figura 6. Longitud del tallo por efecto de concentraciones de ácido indol acético.

Número de hojas en segmentos de tallos con dos entrenudos con yema apical. En la variable número de hojas se presentaron diferencias estadísticas entre la media de 7.80 hojas producidas con el tratamiento de 0.75 mg L^{-1} de AIA y las obtenidas con los tratamientos de 1.00 mg L^{-1} de AIA y el testigo (Figura 7).

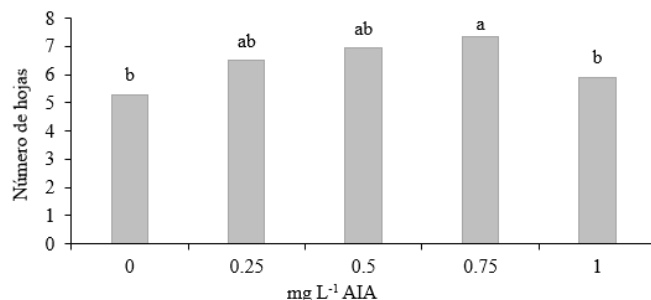


Figura 7. Número de hojas por efecto de concentraciones de ácido indol acético.

Número de raíces en segmentos de tallos con dos entrenudos con yema apical. No se presentaron diferencias estadísticas entre las medias de los diferentes tratamientos (Figura 8). Estos resultados indican que el enraizamiento de plantas in vitro de teca fue reducido, oscilando los valores de las medias de raíces entre 1.45 y 1.85 . La baja respuesta al enraizamiento in vitro de teca lo reportan Castro *et al.* (2002) señalando que es una limitante particularmente si se requiere propagar masivamente esta especie forestal.

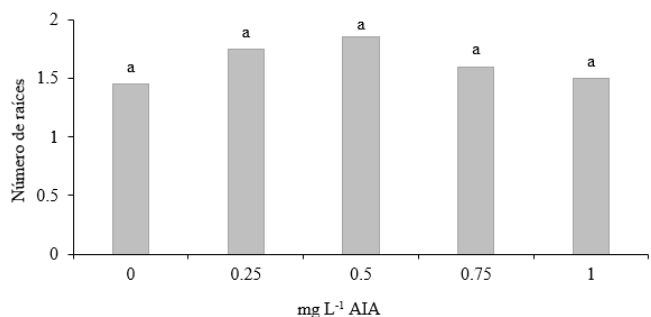


Figura 8. Número de raíces en segmentos de tallo con dos entrenudos con yema apical.

Vigor de plantas de segmentos de tallos con dos entrenudos con yema apical. Se obtuvieron entre 60% y 70% de plantas con buen vigor usando las variantes de medios de cultivos suplementados con AIA. No se registran plantas con mediano vigor cuando se adicionan a los medios 0.25 mg L^{-1} , 0.50 mg L^{-1} y 0.75 mg L^{-1} de AIA. El menor porcentaje de plantas con buen vigor se presentó con el tratamiento sin AIA (Figura 9). La inducción de raíces por efecto de los tratamientos fue reducida, aunque en longitud de planta y

CIENCIA DE LAS PLANTAS

plantas con buen vigor se obtuvieron los mejores resultados con todas las adiciones de AIA. Aldelnour y Muñoz (2005) inoculando brotes apicales de teca con dos o tres en las sales MS (1962) al 100 % o reducidas a la mitad y en ausencia de reguladores de crecimiento, observaron que únicamente el 8 % y el 18 % respectivamente desarrollaron raíces.

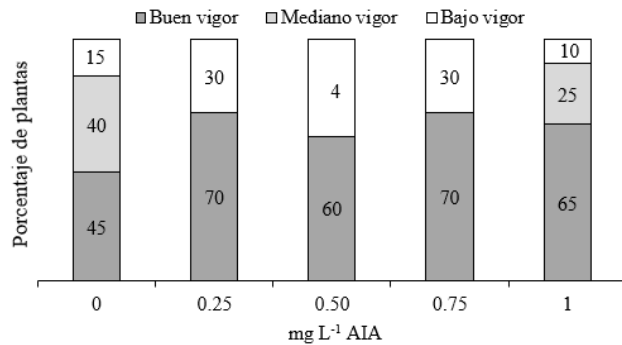


Figura 9. Vigor de plantas (%) de segmentos de tallo con dos entrenudos con yema apical según variante de medio de cultivo.

Plantas con buen vigor facilitan la inducción de raíces cuando se hace *ex vitro* en la aclimatación como lo recomiendan Daquinta *et al.* (2001) quienes además reportan buenos resultados de enraizamiento cuando trataron plantas *in vitro* de teca tratadas con 1 000 mg L⁻¹ de ANA y 1 000 mg L⁻¹ de AIB incrementando así el número y longitud de raíces.

Longitud del tallo en segmentos de tallo con dos entrenudos sin yema apical. En longitud de tallo, los tratamientos que contenían dosis de 0.50 y 0.75 mg L⁻¹ de AIA obtuvieron medias de 12.35 cm y 12.37 cm, superando a las medias logradas en los tratamientos sin adición de AIA y con 1.00 mg L⁻¹ de AIA, con medias respectivas de 6.10 cm y 11.40 cm (Figura 10).

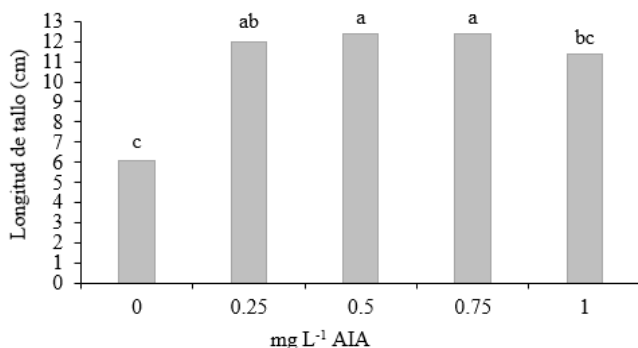


Figura 10. Longitud del tallo (cm) de segmentos de tallo con dos entrenudos apical según variante de medio de cultivo.

En todas las fases estudiadas a las cuatro semanas de evaluación no se observó que los segmentos de tallos estimularan la brotación múltiple, sino que los segmentos de

tallo formaron plantas individuales producto de la activación de la yema apical o de solo una de las yemas de los segmentos nodales sin yema apical.

Número de hojas en segmentos de tallo con dos entrenudos sin yema apical. El número de hojas obtenida con la adición de 1.00 mg L⁻¹ de AIA resultó significativamente inferior a las logradas con adiciones de 0.25, 0.50 y 0.75 mg L⁻¹ de AIA (Figura 11).

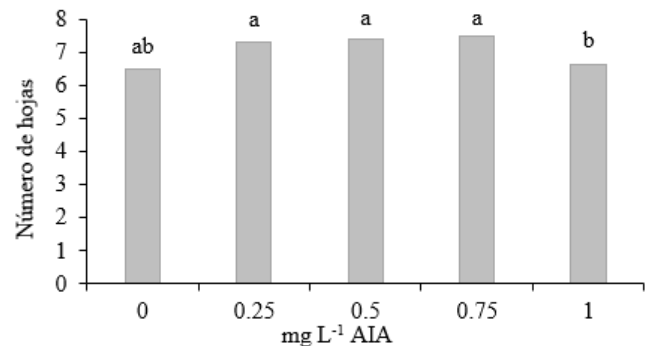


Figura 11. Número de hojas empleando segmentos de tallo con dos entrenudos con yema apical según variante de medio de cultivo.

Número de raíces en segmentos de tallo con dos entrenudos sin yema apical. Al igual que el número de raíces en segmentos de tallo con dos entrenudos con yema apical (Figura 8), sin yema apical no se presentan diferencias estadísticas (Figura 12).

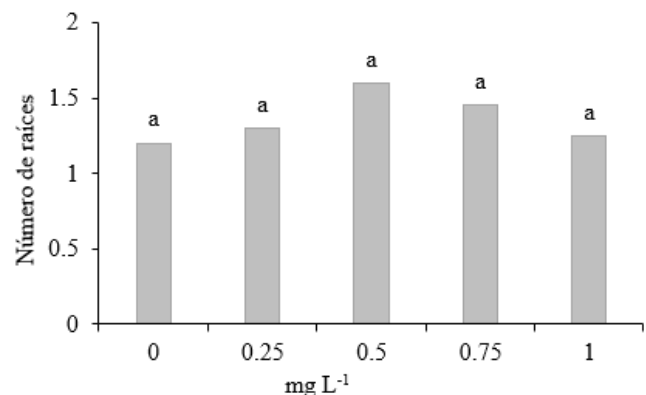


Figura 12. Número de raíces empleando segmentos de tallo con dos entrenudos sin yema apical.

Polo Santos *et al.* (2013) señalan que independientemente de su tamaño, las raíces formadas *in vitro* se caracterizan en general, por ser fisiológicamente poco eficientes y funcionales debido a la fácil hidratación y nutrición de los tejidos a partir del medio de cultivo. Prameela (2018) reporta que Nemeth (1986) y Gaspar y Coumans (1987) consideran que tradicionalmente, los brotes

CIENCIA DE LAS PLANTAS

se micropropagan sujetos a un enraizamiento *in vitro* para la producción de la planta, sin embargo, este método a menudo produce raíces no funcionales y callos en la base, lo que resulta en una mala conexión vascular entre el brote y la raíz. Abdelnour y Muñoz (2005) citan a Monteus *et al.* (1998) diciendo que no es necesario utilizar sustancias enraizadoras cuando los materiales son sembrados en condiciones climáticas favorables para el crecimiento de la especie. Hurtado (1991) citado por Quintero *et al.* (2003), recomienda que las plantas deben de tener de dos a tres nudos y un sistema radicular desarrollado para ser transplantadas al suelo.

Vigor de plantas de segmentos de tallos con dos entrenudos sin yema apical. El mejor vigor de planta se logró en los medios de cultivos que contenían 0.25, 0.50 y 0.75 mg L⁻¹ de AIA con valores entre 60 % y 70 %, mientras que con el medio de cultivo con 1.00 mg L⁻¹ de AIA se registra el mayor porcentaje de plantas con bajo vigor (30 %) (Figura 13). Lograr que en la fase de enraizamiento se obtengan plantas con buen vigor, permite que en el proceso de aclimatación se obtenga mayor sobrevivencia, debido a que un buen desarrollo de raíces facilita una mejor nutrición de las plantas respecto aquellas de bajo vigor.

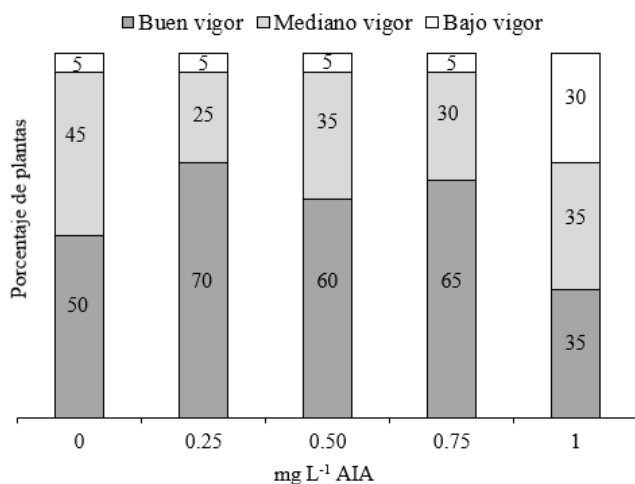


Figura 13. Vigor de plantas (%) de segmentos de tallo con dos entrenudos sin yema apical según variante de medio de cultivo.

La longitud de planta, número de hojas producidas y el vigor obtenido en la fase de enraizamiento, resultan superiores a los valores obtenidos en las primeras dos fases de multiplicación; posiblemente debido a que la teca respondió mejor fisiológicamente al Ácido Indol Acético que a las combinaciones de 6-BAP con GA₃.

Las ventajas de los sistemas de inmersión en medio líquido sobre la micropropagación tradicional es el resultado de las condiciones físicas creadas en el biorreactor, como son: aporte más eficiente de los elementos nutritivos, mínima interrupción del intercambio de gases entre el explante o embrión y la atmósfera, la no existencia de acumulación excesiva de gases nocivos para los tejidos y la dispersión de los tejidos por efecto del flujo de aire en el recipiente (Pérez *et al.*, 1998).

CONCLUSIONES

Con adición de 1.00 mg L⁻¹ de 6-BAP y 0.10 mg L⁻¹ de GA₃ el promedio de número de hojas producidas resultó mejor con el empleo de yemas apicales individuales y segmentos de tallos con un entrenudo sin yema apical; mientras que con yemas apicales con dos o tres entrenudos fue en el medio de cultivo que contenía 0.50 mg L⁻¹ de 6-BAP combinado con 0.05 o 0.10 mg L⁻¹ de GA₃.

Con densidad de siembra de 30 yemas apicales con dos entrenudos y densidad de 40 yemas apicales o axilares se logró la mejor respuesta en el número de hojas.

Con yemas apicales y axilares con dos entrenudos, las variables longitud del tallo, número de hojas y número de raíces, presentan similar comportamiento con las adiciones de 0.25 mg L⁻¹, 0.50 mg L⁻¹ y 0.75 mg L⁻¹ de ácido indol acético, además la categoría de buen vigor se obtiene en mayor porcentaje (60 % - 70 %) con el uso de estas variantes de medio de cultivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdelnour, A. y Muñoz, A. (2005). Micropropagación de (*Tectona grandis* L. F.). *Kurú Revista Forestal (Costa Rica)*, 2(5), 1-11. https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/7222/Micropropagacion_teca.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Aguilar, M. E., Garita, K., Kim, Y. W., Kim, J. A. & Moon, H. K. (2019). Simple Protocol for the micropropagation of teak (*Tectona grandis* Linn.) in semi-solid and liquid media in RITA® Bioreactors and ex vitro rooting. *American Journal of Plant Sciences*, 10, 1121-1141. https://www.scirp.org/pdf/AJPS_2019071114343836.pdf
- Allcaco Cuya, J. J. (2016). *Estandarización de un medio de cultivo para la propagación clonal in vitro de Rubus idaeus var. Heritage "frambuesa roja" de importancia comercial* [Tesis de Licenciatura, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio Institucional. https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/1009/Allcaco_jj.pdf?sequence=1

CIENCIA DE LAS PLANTAS

- De Camino Venoza, R. (2018). *Diagnóstico del sector forestal en nicaragua: movilizand o el sector forestal y atrayendo inversiones*. <https://publications.iadb.org/es/diagnostico-del-sector-forestal-en-nicaragua-movilizand o-el-sector-forestal-y-atrayendo-inversiones>
- Castillo A., Ashfield R., Bentancor M., Bentancor L., Bonilla M. B., Cepp a M., Franco, R., Silva, N., Cabrera, D., Rodríguez, P. y Zoppolo, R. (2019). Micropropagación de plantas en biorreactores de inmersión temporal (BIT). *Revista INIA*, 56, 88-91. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/12606/1/Revista-INIA-56-biotec.pdf>
- Castro R, D., Díaz G, J. y Linero J. C. (2002). Propagación clonal in vitro de árboles élite de teca. (*Tectona grandis* L.). *Revista Colombiana de Biotecnología*, 4(1), 49-53. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/artic le/view/30089>
- Cruz Cardona, R. Y. (2020). *Embriogénesis somática con explantes foliares de Coffea arabica cv. centroamericano y Coffea canephora cv. Conilon* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/4395/1/tmf62c957.pdf>
- Daquinta, M., Ramos, L., Capote, I., Lezcano, Y., Rodríguez, R., Trina, D. y Escalona, M. (2001). Micropropagación de la teca (*Tectona grandis* L. F.). *Revista Forestal Centroamericana*, 10(35), 25-28. <https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/10038/Micropropagaci-n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fonseca González, W. (2004). *Manual para productores de Teca (Tectona grandis L. F) en Costa Rica*. <https://es.scribd.com/document/93107452/Manual-Productores-Teca-Costa-Rica-pdf>
- Igarza Castro, J., Agramonte, D., de Feria, M., Jaime, J., Pérez, M. y San Román, M. (2011). Obtención de microtubérculos de papa cv. ‘Andinita’ en sistemas de inmersión temporal. *Biotecnología Vegetal*, 11(1), 59-62 <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/artic le/view/216/823>
- Prameela, U. (2018). *Micropropagation of teak (Tectona grandis L.) from nodal explant* [Master of Science dissertation, Indian National Agricultural Research Institute]. Institutional Repository. <https://krishikosh.egranth.ac.in/items/5ed55b0c-2ea5-406d-ade5-eddbf661485e>
- Polo Santos, J. M., Suarez Padrón, I. E. y Gatti, K. C. (2013). Micropropagación de *Tectona grandis* L. F. a partir de meristemas preexistentes. *Temas Agrarios*, 18(2), 83–93. <https://doi.org/10.21897/ta.v18i2.718>
- Pérez Ponce, J. N., Jiménez, E. y Agramonte, D. (1998). *Aumento de la eficiencia de la propagación masiva: en propagación y mejora genética de las plantas por biotecnología*. Universidad Central de las Villas.
- Quintero, I., Polo, J., Jarma, A. y Espitia, A. (2003). Enraizamiento in vitro de *Dioscorea* sp. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 5(2), 51-56. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/artic le/view/575>
- Rodríguez Anda, R., Zamora Natera, J. F., Silva Guzmán, J. A., Salcedo Pérez, E. y Fuentes Talavera, F. J. (2014). Propiedades físico-mecánicas de madera de teca de plantaciones comerciales. *Revista mexicana de Ciencias Forestales*, 5(24), 12-25. <https://www>

CIENCIA DE LAS PLANTAS

Nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de guayaba (*Psidium guajava* L.) en parcela manejada con enfoque agroecológico

Phytoparasitic nematodes associated with guava (*Psidium guajava* L.) crop in agroecologically managed plots

Markelyn Rodríguez-Zamora¹, Lixania Treminio-Suarez², Jorge Gómez-Martínez³, Jorge López-Somarrriba⁴, Roberto Carlos Larios González⁵

¹ MSc. Sanidad vegetal, responsable del laboratorio de Nematología Agrícola, Universidad Nacional Agraria, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6826-1897> / markelyn.rodriguez@ci.una.edu.ni

² Ingeniera Agrónomo, responsable de laboratorio de ciencias de la Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense-Siuna, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-8618-6285> / esthersuarez475@gmail.com

³ MSc. Agroecología y Desarrollo Sostenible, Universidad Nacional Agraria - Dirección Específica de Ciencias Agrícolas, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4157-4874> / jorge.gomez@ci.una.edu.ni

⁴ Ingeniero Agrónomo, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-9721-4672> / jorgelopez2696@gmail.com

⁵ MSc. Agroecología y Desarrollo Sostenible, Universidad Nacional Agraria - Dirección Específica de Ciencias Agrícolas, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4290-2216> / roberto.larios@ci.una.edu.ni

Autor de correspondencia: markelyn.rodriguez@ci.una.edu.ni



RESUMEN

Los nematodos fitoparásitos provocan necrosis, descortezamiento y pudriciones suaves en los tejidos corticales (sistema radicular) en diversos cultivos de importancia económica, social y ambiental. El objetivo de este estudio fue identificar los géneros de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de guayaba en una parcela manejada con enfoque agroecológico. Este trabajo se realizó en la Universidad Nacional Agraria, en Managua, Nicaragua. En la parcela con enfoque agroecológico se realizó el muestreo de suelos y raíces para la identificación de los géneros de nemátodos. El muestreo de suelo y raíces se realizó con un barreno graduado y a una profundidad de 0 cm a 15 cm. Se obtuvieron 10 submuestras al azar por árbol en el área de goteo; las submuestras se homogenizaron para obtener una muestra de 1 kg de suelo y 10 gramos de raíces. Los nematodos del suelo se extrajeron por el método de centrifugación flotación y los del sistema radicular por el método de embudo de

ABSTRACT

Phytoparasitic nematodes cause necrosis, bark splitting, and soft rot in the cortical tissues (root system) of various economically, socially, and environmentally important crops. The objective of this study was to identify the genera of phytoparasitic nematodes associated with guava cultivation in an agroecologically managed plot. This research was conducted at the Universidad Nacional Agraria, in Managua, Nicaragua. In the agroecological plot, soil and root sampling were performed to identify the nematode genera. Soil and root samples were collected using a graduated auger at a depth of 0 cm to 15 cm. Ten random sub-samples were taken per tree within the drip area, and these sub-samples were homogenized to obtain a composite sample of 1 kg of soil and 10 grams of roots. Soil nematodes were extracted using the centrifugation-flotation method, while root nematodes were extracted using the Berman funnel method. Nematodes were identified at the genus level using

Recibido: 31 de mayo del 2023
Aceptado: 29 de mayo del 2024



Los artículos de la revista La Calera de la Universidad Nacional Agraria, Nicaragua, se comparten bajo términos de la licencia Creative Commons: Reconocimiento, No Comercial, Compartir Igual. Las autorizaciones adicionales a las aquí delimitadas se pueden obtener en el correo donauld.juarez@ci.una.edu.ni

Copyright 2024. Universidad Nacional Agraria (UNA).

CIENCIA DE LAS PLANTAS

Berman. Los nematodos se identificaron a nivel de género mediante microscopía de luz, caracteres morfológicos y claves taxonómicas propuesta por S' Jacob y Bezooijen (1984). Los datos fueron ingresados a una hoja de cálculos de Microsoft Excel con el que se determinó la frecuencia absoluta y relativa. Las poblaciones se determinaron a través del conteo de los individuos. Se identificaron cinco familias y diez géneros de nematodos en muestra de suelos y raíces, asociados como especies fitoparásitos al cultivo de guayaba, mayoritariamente con hábito alimenticio ectoparásito.

Palabras clave: *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Helicotylenchus*, ectoparásito, hábito alimenticio, agroecología.

light microscopy, morphological characters, and taxonomic keys proposed by S' Jacob and Bezooijen (1984). Data were entered into a Microsoft Excel spreadsheet, where absolute and relative frequencies were determined. Populations were assessed through individual counts. Five families and ten genera of nematodes were identified in soil and root samples, predominantly as ectoparasitic species associated with guava cultivation.

Keywords: *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Helicotylenchus*, ectoparasite, feeding habit, agroecology.

La guayaba (*Psidium guajava* L.) es una fruta originaria de Mesoamérica, se desarrolla en el trópico y aporta nutrientes a cientos de millones de personas; es preferida por su sabor y alto contenidos de vitaminas C (200-500 mg 100 g⁻¹ de fruta) y vitamina A (250-400 mg 100 g⁻¹ de fruta) (Bogantes-Arias y Mora-Newcomer, 2010). En Nicaragua este cultivo es producido por pequeños productores. Por ser un cultivo perenne, presenta problemas de plagas y enfermedades.

El rendimiento y calidad del fruto son afectados por plagas insectiles, enfermedades fúngicas y nematodos fitoparásitos, constituyendo una limitante para la producción y soberanía alimentaria de millones de personas (Talavera *et al.*, 2014).

Moosavi (2012) indica que a nivel mundial los nematodos fitoparásitos causan pérdidas entre 5 % y 12.3 % en los trópicos; Avelar *et al.* (2003) reportan 28 géneros asociados a cultivos, entre ellos *Meloidogyne* spp., *Rotylenchulus* spp., *Pratylenchus* spp., *Hoplolaimus* spp., *Tylenchorhynchus* spp. y *Helicotylenchus* spp., en cambio González (2009), refiere que el género de mayor importancia en el cultivo de guayaba es *Meloidogyne*, nematodo que ocasiona daños en las raíces en forma de agallas o nódulos (cámaras de alimentación) que forma la hembra para su reproducción, daño que impide la traslocación de nutriente y formación de raíces de absorción, perjudicando el crecimiento y desarrollo de las plantas y el fruto, así como la calidad organoléptica.

Otros daños reportados son los ocasionados por *Pratylenchus* sp., quien afecta las raíces al alimentarse del contenido celular y provocar su descortezamiento, daño que se manifiesta como clorosis, marchites y defoliación de las plantas (Lugo *et al.*, 2007).

Guzmán y Castaño (2010); Hernández y Hernández (2006) identificaron a los géneros *Meloidogyne*, *Pratylenchus* y *Helicotylenchus* como género fitoparásitos asociados al cultivo de guayaba; Pereira *et al.* (2018) también reportan a *Meloidogyne* y *Pratylenchus* como género de importancia

agrícola en la producción de este cultivo, colonizando el sistema radicular.

En Nicaragua no existe un registro de poblaciones de nematodos fitoparásitos asociado al cultivo de guayaba, que podrían afectar el crecimiento, rendimiento y calidad de los frutos, por lo que el objetivo de esta investigación es identificar géneros de nematodos que producen afectaciones en el cultivo de guayaba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación y descripción de la parcela. Esta parcela tiene un propósito experimental y académico, se encuentra ubicada en la Universidad Nacional Agraria (UNA) en el km 12.5 Carretera Norte, en Managua, capital de Nicaragua. La parcela se localiza en las coordenadas geográficas de 12°08'36" de latitud Norte y 86°09'49" de longitud Oeste. La variedad establecida es Taiwán 1, que se caracteriza según Hernández y Tinoco (2017) por producir frutos de buen tamaño, redondos de color verde y mesocarpio grueso de color crema.

La parcela presenta un sistema de siembra a tres bolillos con distanciamiento de tres metros entre planta y tres metros entre surco para una población de 190 plantas. El área de la parcela es de 0.43 hectáreas. El manejo agronómico estuvo a cargo del responsable de la parcela y consistió en un manejo con enfoque agroecológico, entre las actividades de manejo estuvieron (control de maleza, riego, poda fitosanitaria y poda de fructificación).

El propósito de la parcela fue suministrar las muestras de suelo y raíces para la identificación de los géneros de nematodos, determinación que se realizó en el laboratorio de nematología agrícola de la UNA. El período del estudio fue de abril a agosto del 2022.

Colecta de muestras. El muestreo se realizó entre las 7:00 am y las 9:00 am con la ayuda de un barreno graduado a una profundidad de 0 cm a 15 cm. Se obtuvieron 10 submuestras al azar; una por árbol y extraídas en el área de goteo; las

CIENCIA DE LAS PLANTAS

submuestras se homogenizaron para obtener una muestra de 1 kg de suelo y 10 gramos de raíz, las que se colocaron en bolsas plásticas debidamente rotuladas y depositadas en un termo con hielo para su traslado al laboratorio de Nematología agrícola de la UNA. En total se colectaron 16 muestras de suelo y raíz.

Extracción de nematodos del suelo. Se utilizó el método de centrifugación flotación propuesto por Herrera y Bijlmakers (1993.) que consiste en homogenizar un kilogramo de suelo, del que se utilizan 200 gramos y se decanta en 1.5 litros de agua sin cloro, posteriormente se homogeniza con la ayuda de una espátula metálica y se deja reposar por 30 segundo, para ser decantado en un juego de tamices (0.425, 0.25, 0.1 y 0.045 mm de diámetro del poro), repitiendo el proceso dos veces consecutivas; el sedimento obtenido de los primeros dos tamices superiores (0.425 y 0.25 mm) se lavan con una pizeta sobre los tamices últimos de menor diámetro (0.1 y 0.045 mm) y se decantan en vasos de centrifuga para su centrifugación por un periodo de cinco minutos a una velocidad 3 000 revoluciones por minuto (rpm), luego se decanta el sobrenadante y se aplican 20 ml de solución azucarada con una densidad de 1.18 g cm³, se homogeniza y luego se coloca en los vasos de centrifuga a una velocidad 3 000 rpm, el sobrenadante se colecta en el tamiz de 0.01 mm y se realiza un lavado con agua sin cloro para eliminar la solución azucarada y se coloca en las gradillas de conteo para su identificación y conteo de poblaciones.

Extracción de nematodos de raíz. Las muestras se procesaron por el método de embudo de Berman propuesto por Herrera y Bijlmakers (1993.), consiste en lavar 30 gramos de raíces con abundante agua sin cloro (agua en reposo por 24 horas) de este se toman 10 gramos y se cortan en trozos de 10 cm con una tijera; estos se descantan en un vaso de licuadora de dos velocidades y se agregan 100 ml de agua libre de cloro para su trituración por 15 segundos por velocidad, luego se descanta en una bandeja metálica cubierta con papel toalla para ser colocada en un plato con 200 ml de agua para incubación durante 72 horas, posteriormente se decanta en un el sobrenadante en un biker para su respectivo conteo de géneros de nemátodos.

Identificación de nematodos. Los nematodos se identificaron a nivel de género mediante microscopía de luz, caracteres

morfológicos y claves taxonómica propuesta por S' Jacob y Bezooijen (1984).

Análisis de datos. Los datos fueron ingresados a una hoja de cálculos de Microsoft Excel 2016, donde se determinó la frecuencia absoluta y relativa según las fórmulas propuestas por Balzarini *et al.* (2015).

$$\text{Frecuencia absoluta: FA} = \frac{\text{Número de muestras que contiene una especie}}{\text{Número total de muestra recolectadas}} \times 100$$

$$\text{Frecuencia relativa: FR} = \frac{\text{Frecuencia de una especie}}{\text{Suma de la frecuencia de todas las especies}} \times 100$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Nematodos asociados a guayaba. Se identificaron cinco familias y diez géneros de nematodos fitoparásitos en muestra de suelos y raíces (Cuadro 1).

Cuadro 1. Orden, familia, género y hábitos alimenticio de nematodos identificados en muestras de raíz y suelo

Clase	Orden	Familia	Género	Hábito alimenticio
Secernentea	Tylenchida	Tylenchida	<i>Pratylenchus</i>	Ectoparásito migratorio
			<i>Rotylenchulus</i>	Ectoparásito
			<i>Tylenchus</i>	Semi endoparásitos sedentarios
			<i>Paratylenchus</i>	Ectoparásito
		Heteroderidae	<i>Meloidogyne</i>	Endoparásito sedentario
		Criconeematidae	<i>Criconemoides</i>	Ectoparásito sedentario
		Hoplolaimidae	<i>Rotylenchus</i>	Semi endoparásitos sedentarios
			<i>Helicotylenchus</i>	Semi endoparásitos migratorios
			<i>Scutellonema</i>	Ectoparásitos
		Adenophorea	Dorilaymidae	Dorilaymidae

Estos diez géneros por su hábito alimenticio se asocian como fitoparásitos del cultivo de guayaba. Guzmán y Castaño (2010) identifican los géneros *Meloidogyne*, *Helicotylenchus* y *Pratylenchus* asociados a este cultivo; en cambio Gandarilla *et al.* (2014) se refieren a 60 especies, de las cuales, el género de mayor importancia, en cuanto a la incidencia y daño, es *Meloidogyne* spp. (Figura 1).

Género de nematodos asociados al suelo. En la Figura 1 se presentan nueve géneros asociados a las muestras del suelo, indicando menor cantidad de nematodos los del género *Paratylenchus*.

De estos nueve géneros, Madhu *et al.* (2019) reportan como agentes fitoparásitos de la guayaba a *Meloidogyne incógnita*, *Rotylenchulus reniformis*, *Helicotylenchus spp* y *Xiphinema*; en cambio Nayba *et al.* (2012) así como Castellano *et al.* (2012), reportan a *Rotylenchulus* y *Paratylenchus*.

CIENCIA DE LAS PLANTAS

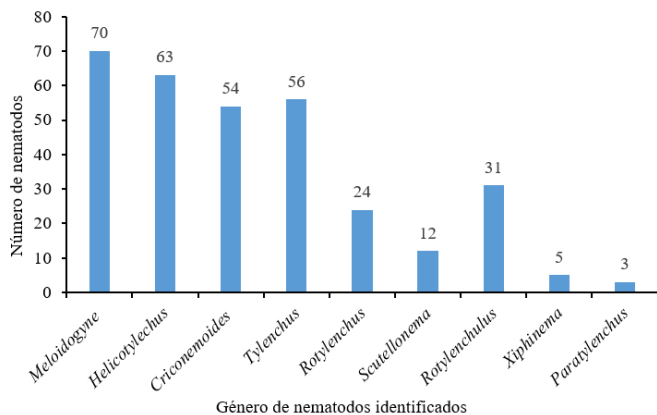


Figura 1. Géneros y cantidad de nematodos asociados en muestras de suelo.

La identificación de estos géneros y sus hábitos alimenticios permite orientar un manejo agroecológico orientado al mantenimiento de la sostenibilidad del sistema. Baños *et al.* (2010) encontraron un efecto positivo sobre la reducción de la infestación de nematodos fitoparásitos usando gallinaza y melaza, lo que permite incorporar nutrientes al suelo y liberación de sustancias nematicidas, favoreciendo la salud y calidad del suelo, en cambio Araya *et al.* (2014) reportan que uno de los principales factores limitantes en la salud del sistema radicular es la presencia de nematodos fitoparásitos, lo que puede representar entre 5 % y 9 % de los costos de producción. Bulluck *et al.* (2002) registran que, con el uso de enmiendas orgánicas en sistemas agroecológicos, se promueve el incremento de microorganismos benéficos que disminuyen los efectos de los organismos holobiontes (en este caso, fitopatógeno) que afectan el sistema radicular y la salud del suelo.

Género de nematodos asociados a raíz. Ocho géneros de nematodos fitoparásitos se encontraron en el sistema radicular y nueve en el sistema suelo. La mayor población pertenece al hábito alimenticio ectoparásito.

Se observó que los géneros *Meloidogyne* y *Tylenchus* presentan las mayores poblaciones y que los géneros *Xiphinema*, *Helicotylenchulus* y *Rotylenchulus* registran las menores poblaciones (Figura 2).

Los géneros *Meloidogyne* y *Tylenchus* registran las mayores poblaciones y los géneros *Xiphinema*, *Helicotylenchulus*, *Rotylenchulus* y *Criconemoides* fueron los que presentaron las menores poblaciones (Figura 2).

El género *Meloidogyne* es un fitoparásito polífago con una amplia distribución en todo los cultivares a nivel mundial y gran capacidad de interacción con otros fitopatógenos, incluidos géneros de nematodos, hongos y bacterias causando pérdidas en la agricultura (Moens *et al.*, 2009).

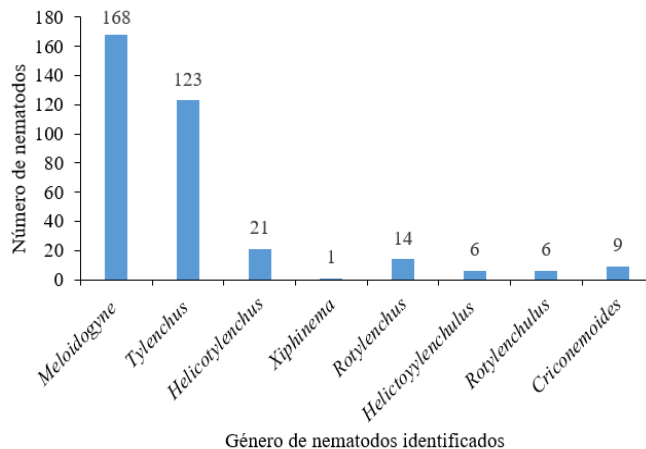


Figura 2. Géneros y cantidad de nematodos asociados al sistema radicular.

Guzmán y Castaño (2010) y Madhu *et al.* (2019) refieren que *Meloidogyne* presenta las mayores densidades poblacionales en el cultivo de guayaba, dato que coincide con los resultados en este estudio. En cambio, Apreza y Roa (2001) reportan a los géneros *Rotylenchulus*, *Helicotylenchulus* y *Criconemoides* afectando raíces de guayaba.

Peraza (2010) afirman la importancia de la actualización de los géneros de nematodos por cultivos y zonas geográficas, caracterizando la patogenicidad y ecología de los géneros para un manejo sostenible de sus poblaciones.

Los resultados en esta investigación son relevantes para la contextualización de los géneros de nematodos asociados al cultivo de guayaba, siendo una fruta comercial de importancia para pequeños y medianos productores de Nicaragua.

En la Figura 3 se observan los nematodos de mayor población en raíces.

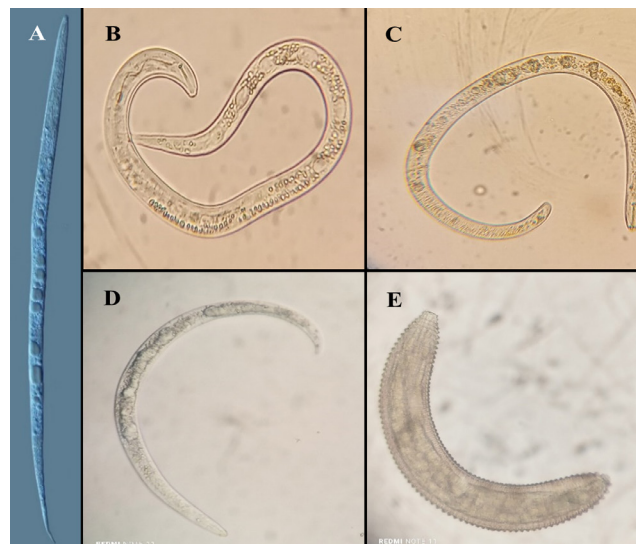


Figura 3. Nemátodos con mayor población asociados a raíces del cultivo de guayaba. A) *Meloidogyne*, B) *Tylenchus*, C) *Helicotylenchulus*, D) *Rotylenchulus*, E) *Criconemoides*.

CIENCIA DE LAS PLANTAS

Frecuencia absoluta y relativa por género. Se registró una población total de 666 nematodos fitopatógenos. Los géneros de nematodos con la mayor frecuencia absoluta (porcentaje del género asociado al número total de muestra) fue *Meloidogyne* y *Criconeoides* seguido de *Tylenchus* y *Helicotylenchus*, en cambio el género con los menores porcentajes de frecuencia absoluta y relativa fue *Paratylenchus* y *Xiphinema*. La mayor frecuencia relativa (porcentaje del género asociado al total de géneros registrados) se presenta con el género *Meloidogyne* seguido de *Tylenchus* y *Criconeoide* (Cuadro 2).

Cuadro 2. Frecuencia absoluta y relativa de nematodos asociados a guayaba

Género de nematodos	Número de individuos	FA (%)	FR (%)
<i>Meloidogyne</i>	70	68.75	22.01
<i>Tylenchus</i>	56	43.75	17.60
<i>Helicotylenchus</i>	63	25.00	7.86
<i>Criconeoides</i>	54	68.75	17.00
<i>Xiphinema</i>	5	6.25	1.57
<i>Rotylenchus</i>	24	18.75	7.54
<i>Scutellonema</i>	12	12.50	3.77
<i>Rotylenchulus</i>	31	12.50	9.74
<i>Paratylenchus</i>	3	6.25	0.94

FA: Frecuencia absoluta, FR: Frecuencia relativa.

Chávez (2014) reporta a *Meloidogyne* como el género con las poblaciones más altas, también indica una frecuencia absoluta similar a la registrada para el género de *Helicotylenchus* en la parcela con enfoque agroecológico, por su parte Madhu *et al.* (2019) reportan una frecuencia absoluta para *Meloidogyne incognita* de 72.2 %, 63.2 %, 56.3 % y 53.3 % en distintos distritos de la India.

La presencia de nemátodos en la parcela de guayaba también podría estar asociado al historial de cultivos

establecidos, los que tienen una relación directa con la presencia de estas especies, por ejemplo, en años anteriores se ha cultivado plátano (*Musa paradisiaca* L.), papaya (*Carica papaya* L.) y piña (*Ananas comosus* L.). Lara *et al.* (2016) exponen que: “Los nematodos fitoparásitos constituyen uno de los principales problemas fitosanitarios que afectan el cultivo de plátano a nivel mundial” (p. 116). En el caso del cultivo de piña, Vera *et al.* (2016), reportan a los géneros *Helicotylenchus*, *Tylenchus*, *Meloidogyne* y *Pratylenchus* presentes en muestras de raíces. Estos mismos géneros fueron reportados por Jiménez *et al.* (2001), como los de mayor abundancia asociados al cultivo de piña. Condori *et al.* (2021) reportan a estos mismos géneros como especies presentes en el cultivo de papaya, así como a *Xiphinema*.

Los resultados obtenidos entre estos autores y los de este estudio, se relaciona con el hábitos alimenticios de estos nematodos, los que se encuentran en una alta variedad de cultivares y considerados como potencial plaga en cultivos de importancia económica.

CONCLUSIÓN

Los géneros *Meloidogyne*, *Tylenchus*, *Helicotylenchus*, *Xiphinema*, *Rotylenchus*, *Helicotylenchulus*, *Rotylenchulus*, *Criconeoides*, *Scutellonema* y *Paratylenchus*, están asociados como especies fitoparásitos al cultivo de guayaba en la parcela manejada con enfoque agroecológico, sin embargo, *Scutellonema* y *Paratylenchus* por su comportamiento y hábito alimenticio, son detectados únicamente en las muestras de suelo.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Agraria por financiar esta investigación y permitir el uso de la parcela agroecológica y las instalaciones del laboratorio de nematología agrícola.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apreza García, R. C. y Roa Noriega, S. K. (2001). *Identificación y estudio de la dinámica poblaciones de la nematofauna asociada a cultivares de guayaba (Psidium guajava L.) en el municipio zona bananera, departamento del Magdalen* [Tesis de Ingeniería, Universidad del Magdalena, Colombia]. Repositorio Institucional <http://repositorio.unimagdalena.edu.co/handle/123456789/2517>
- Avelar Mejía, J. de J., Cárdenas Soriano, E., Téliz Ortiz, D. y Cid del Prado Vera, I. (2003). Efecto del declinamiento del guayabo en la anatomía de rama y raíz de *Psidium guajava* L. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 21(3), 309-315. <https://www.redalyc.org/pdf/612/61221311.pdf>
- Balzarini, M., González, L., Tabalado, E., Casanoves, A. y Di Rienzo, C. (2015). *Infostat manual del usuario*. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/10346/Manual_INFOSTAT_2008.pdf?sequence=1
- Baños, Y. S., Concepción, A. D. B., Lazo, R. C., González, I. A. y Morejón, L. P. (2010). Efecto de enmiendas orgánicas y *Trichoderma* spp. en el manejo de *Meloidogyne* spp. *Revista Brasileira de Agroecología*, 5(2), 224-233. https://orgprints.org/id/eprint/24512/1/Ba%C3%B1os_Efecto.pdf
- Bogantes-Arias, A. y Mora-Newcomer, E. (2010). Evaluación de cuatro patrones para injertos de guayaba (*Psidium guajava* L.). *Agromonía mesoamericana*, 21(1), 103-111. <https://doi.org/10.15517/am.v21i1.4916>
- Bulluck L. R., Brosius M., Evanylo, G. K. & Ristaino, J. B. (2002). Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial, physical and chemical properties on organic and conventional farms. *Applied Soil Ecology*, 19(2), 147-160. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0929139301001871>

CIENCIA DE LAS PLANTAS

- Araya, M., Tapia, A., Mata, Ar., Serrano, E. y Acuña, O. (2014). Efecto de la aplicación de compost y nematocida sobre la dinámica de las poblaciones de microorganismos, nematodos fitoparásitos del suelo y salud del sistema radical en el cultivo del banano (*Musa aaa*) sembrando en domos. *Agronomía Costarricense*, 38(2), 93-105
- Castellano, G., Casassa-Padrón, A. M., Ramírez-Méndez, R., Pérez-Pérez, E., Burgos, M. E. y Crozzoli, R. (2012). Nematodos fitoparásitos asociados a frutales estratégicos en el municipio Baralt del estado Zulia, Venezuela. *Fitopatología Venezolana*, 25(1), 2-6. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20133097399>
- Chávez, M. (2014). *Densidad y diversidad de nematodos fitoparásitos y de suelo en sistemas orgánicos y convencionales de café en asocio con banano en el Valle Central y Occidental de Costa Rica. Periodo 2013-2014* [Tesis de maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza]. Repositorio institucional. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/7122>
- Condori, G. B. C., Medina, I. L., Portocarrero, R. Y. B., Tito, K. B., & Coila, V. H. C. (2021). Nematodes associated with Andean papaya (*Carica pubescens* L.) in Sandia district, Puno, Perú. *Bioagro*, 33(3), 191-202. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8135615>
- Gandarilla Basterrechea, H., Rivas Bofill, O. y Fernández González, E. (2014). Fitonematodos asociados a los cultivos de frutos tropicales. *Fitosanidad*, 18(3), 187-197. <https://www.redalyc.org/pdf/2091/209143451009.pdf>
- González Gaona, E., Velásquez Valle, R., Perales de la Cruz, M. A. y Sánchez Lucio, R. (2009). Nematodos asociados con el cultivo de guayabo. En E. González Gaona (Ed.), *Identificación y control de nematodos que afectan al cultivo del guayabo en México* (pp. 37-62). https://www.academia.edu/27956049/Identificaci%C3%B3n_y_control_de_nematodos_que_afectan_al_cultivo_del_guayabo_en_M%C3%A9xico
- Guzmán Piedrahita, O. A. y Castaño Zapata, J. (2010). Identificación de nematodos fitoparásitos en guayabo (*Psidium guajava* L.), en el municipio de Manizales (Caldas), Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 34(130), 117-125. <https://xdoc.mx/preview/identificacion-de-nematodos-fitoparasitosen-5c2fbda44b3b4>
- Hernández Cruz, G. K. y Tinoco Arteta, J. K. (2017). *Producción y comercialización de la guayaba taiwanesa en el municipio La Concordia departamento de Jinotega. Periodo 2013-2016* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.unan.edu.ni/4839/1/17809.pdf>
- Hernández Hernández, R., Vallín, G del. y Hernández, D. (2006). Diagnóstico de fitonematodos en suelos de cultivos frutales. *Fitosanidad*, 10(4), 261-264. <https://www.redalyc.org/pdf/2091/209116183002.pdf>
- Herrera, I. y Biljmakers, H. (1993). *Manual de prácticas de nematología agrícola*. Universidad Nacional Agraria.
- Jiménez, N., Crozzoli, R., Petít, P. y Greco, N. (2001). Nematodos fitoparasiticos asociados con el cultivo de la piña, *Anannas comosus*, en los estados Lara y Trujillo, Venezuela. *Nematol. Medit.* 29, 13-17. https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://journals.flvc.org/nemamedi/article/view/86638/83554&ved=2ahUKEwjkoHrvrOGAxVZTDABHVYsCoIQFnoECBYQAQ&usq=AOvVaw0dLlg2_L0fgflo_TkVI3he
- Lara Posadas, S. V., Núñez Sánchez, Á. E., López-Lima, D. y Carrión, G. (2016). Nemátodos fitoparásitos asociados a raíces de plátano (*Musa acuminata* AA) en el centro de Veracruz, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 34(1), 116-130. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33092016000100116
- Lugo, Z., Crozzoli, R., Perichi, G., Medina, R. y Castellano, G. (2007). Nematodos fitoparasíticos asociados a plantas cultivadas y silvestres en el municipio Miranda del estado Falcón, Venezuela. *Fitopatología Venezolana*, 20(1), 15-20. https://www.researchgate.net/publication/328368602_Nematodos_fitoparasiticos_asociados_a_plantas_cultivadas_y_silvestres_en_el_municipio_Miranda_del_Estado_Falcon_Venezuela/link/5bc9038ca6fdcc03c7939a34/download?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uliwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn9
- Madhu, M. R., Verma, K. K. & Vinod, K. (2019). Distribution, prevalence and intensity of guava decline in western Haryana. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 7(4), 521-524. <https://www.entomoljournal.com/archives/2019/vol7issue4/Part1/7-4-39-134.pdf>
- Moens, M., Perry, R. N. y Starr, J. L. (2009). Meloidogyne species - a diverse group of novel and important plant parasites. En R. N. Perry, M. Moens, y J. L. Starr. (Eds.), *Root-Knot Nematodes* (pp. 1-17). https://www.researchgate.net/publication/281508596_Meloidogyne_species_-_a_diverse_group_of_novel_and_important_plant_parasites
- Moosavi, M. R. (2012). Nematicidal effect of some herbal powders and their aqueous extracts against *Meloidogyne javanica*. *Nematropica*, 42(1), 48-56. <https://journals.flvc.org/nematropica/article/view/79581>
- Nayba, N., Javed, N., Khan, S. A., Ullah, Z. & Khan, H. U. (2012). Estimation of prevalence and population densities of plant parasitic nematodes associated with twelve fruit trees in Pakistan. *Pakistan Journal of Phytopathology*, 24(1), 63-68. <https://www.pjp.pakps.com/files/63-68-zia-paper.pdf>
- Peraza Padilla, W. (2010). Nematofauna asociada al cultivo de café (*Coffea arábica*) orgánico y convencional en Aserrí, Costa Rica. *Ingenierías & Amazonia*, 3(2), 105-112. <https://www.uniamazonia.edu.co/documentos/docs/Facultades/Facultad%20de%20Ingenieria/Publicaciones/Revista%20ingenieria%20y%20amazonia/2010/Volumen%203%20No.%202/105-112.pdf>
- Pereira, K. C., Martins Soares, P. L., dos Santos, J. M. y de Carvalho Felisberto, P. A. (2018). Reação de cultivares de goiabeiras à *Pratylenchus brachyurus*. *Summa Phytopathologica*, 44(4), 386-390. <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/92cdab6c-6653-4ba2-ad67-e7c9bec08f54/content>
- S' Jacob, J. J. y Bezooijen, J. V. (1984). *Practical work in nematology*. Universidad Nacional Agraria
- Talavera Rubia, M., Salmerón Parra, T., Chiroso-Ríos, M., Fernández Fernández, M. M. y Verdejo Lucas, S. (2014). *Nematodos fitoparásitos en cultivos hortícolas*. https://www.researchgate.net/publication/322386863_Nematodos_fitoparasitos_en_cultivos_horticolas
- Vera Obando, N. Y., Maicelo Quintana, J. L., Guevara Heredia, E. y Oliva Cruz, S. M. (2016). Nematodos fitoparásitos asociados al cultivo

CIENCIA DE LAS PLANTAS

Microorganismos como agentes biológicos para el manejo de la roya del café (*Hemileia vastatrix* Berk & Broome), Madriz, Nicaragua

Microorganisms as biological agents for the management of coffee rust (*Hemileia vastatrix* Berk & Broome), Madriz, Nicaragua

Víctor Monzón Ruiz¹, Eliar Noe Navarrete Castillo², Juan Ramon Diaz Bustamante³

¹ MSc. Agroecología y Desarrollo Sostenible, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9018-5026> / victor.monzon@ci.una.edu.ni

² Ingeniero Agrónomo graduado en la Universidad Nacional Agraria, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0725-6520> / eliarnavarrete@gmail.com

³ Ingeniero Agrónomo graduado en la Universidad Nacional Agraria, ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-3584-2140> / juanramon_97_1@hotmail.com

Universidad Nacional Agraria, Nicaragua

Autor de correspondencia: victor.monzon@ci.una.edu.ni



RESUMEN

Los microorganismos antagonísticos representan una alternativa para el manejo de la roya del café (*Hemileia vastatrix* Berk & Broome), enfermedad de importancia económica en los cafetales nicaragüenses. Con el objetivo de evaluar diferentes alternativas de manejo biológico para esta enfermedad, en el municipio de San Lucas, Madriz, Nicaragua, se estableció un experimento con medidas repetidas en el tiempo con submuestras, en una plantación de café de ocho años, variedad caturra con presencia de roya; los tratamientos evaluados fueron: 1) *Lecanicillium* spp, 2) *Trichoderma* spp, 3) *Bacillus subtilis* (Serenade® ASO), 4) Azoxistrobina + Cyproconazole (Amistar Xtra®), y 5) Testigo absoluto (sin aplicación); las variables evaluadas fueron número de hojas totales, número de hojas sanas, incidencia (%) y severidad (%). Se realizó un análisis de varianza y separación de medias por Tukey con 95 % de confiabilidad. Las aplicaciones y muestreos se realizaron aproximadamente cada 15 días. El tratamiento Amistar Xtra® presentó los valores más bajos de incidencia y severidad de la roya del café; sin embargo, el mejor producto biológico fue *Lecanicillium* spp, registrando los niveles más bajos de incidencia (15.76 %) y severidad (11.33 %) en la última fecha de muestreo,

ABSTRACT

Antagonistic microorganisms represent an alternative for the management of coffee rust (*Hemileia vastatrix* Berk & Broome), an economically important disease in Nicaraguan coffee plantations. In order to evaluate different biological management alternatives for this disease, an experiment was conducted in the municipality of San Lucas, Madriz, Nicaragua. The experiment involved repeated measurements over time with subsampling in an eight-year-old coffee plantation of the caturra variety with rust presence. The evaluated treatments were: 1) *Lecanicillium* spp, 2) *Trichoderma* spp, 3) *Bacillus subtilis* (Serenade® ASO), 4) Azoxystrobin + Cyproconazole (Amistar Xtra®), and 5) Absolute control (no application). The assessed variables included total leaf count, healthy leaf count, incidence (%), and severity (%). An analysis of variance and Tukey's mean separation with 95 % confidence were performed. Applications and samplings were conducted approximately every 15 days. The Amistar Xtra® treatment showed the lowest values of coffee rust incidence and severity. However, the best biological product was *Lecanicillium* spp, which recorded the lowest levels of incidence (15.76 %) and severity (11.33 %) at the last sampling date. Starting from the fifth application, incidence

Recibido: 27 de noviembre del 2023
Aceptado: 4 de junio del 2024



Los artículos de la revista La Calera de la Universidad Nacional Agraria, Nicaragua, se comparten bajo términos de la licencia Creative Commons: Reconocimiento, No Comercial, Compartir Igual. Las autorizaciones adicionales a las aquí delimitadas se pueden obtener en el correo donald.juarez@ci.una.edu.ni

Copyright 2024. Universidad Nacional Agraria (UNA).

CIENCIA DE LAS PLANTAS

en relación con el resto de los productos biológicos a partir de la quinta aplicación, la incidencia disminuyó en 74 % y la severidad en 66 % respecto a la última fecha de muestreo, representando una alternativa biológica para el manejo de la roya del café.

Palabras clave: *Lecanicillium* spp, *Trichoderma* spp, *Bacillus subtilis*, incidencia, severidad.

decreased by 74 %, and severity decreased by 66 % compared to the last sampling date, representing a biological alternative for coffee rust management.

Keywords: *Lecanicillium*, *Trichoderma*, *Bacillus subtilis*, incidence, severity.

La roya del café (*Hemileia vastatrix* Berk & Broome) es una enfermedad de importancia en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.), ha sido manejada tradicionalmente mediante métodos químicos, sin embargo, este agente causal puede manejarse con el uso de productos biológicos, a los que se les reconoce como insumos amigables con el ambiente.

El cultivo de café es un rubro de importancia en Nicaragua para la economía nacional. Representa alrededor del 30 % del PIB agrícola y 50 % de las divisas provenientes de las exportaciones. La actividad cafetalera emplea 31.5 % del total de la mano de obra agrícola nacional (Moraga *et al.*, 2011).

Según el Banco Central de Nicaragua (BCN, 2011) como se cita en Escobedo *et al.* (s.f.) en Nicaragua, el café representa el 25 % del área de cultivos dedicados a la exportación y genera un tercio del empleo rural (más de 300 000 empleos), aportando el 2 % del Producto Interno Bruto (PIB) nacional. Este cultivo es producido por 44 519 productores que cultivan un área de 126 154 ha⁻¹ (180 220 manzanas); del total de productores, el 97.4 % son pequeños y medianos productores [Instituto Nacional de Información de Desarrollo y Ministerio Agropecuario y Forestal (INIDE y MAGFOR, 2012)].

Guharay *et al.* (2000) indican que este cultivo es limitado por factores que afectan su producción, como condiciones edáficas, problemas de plagas como el minador (*Leucoptera coffeella* Guerin - Meneville), broca (*Hypothenemus hampei* Ferrari.), cochinilla harinosa (*Planococcus citri* L.) entre otros; y enfermedades como la roya del café (*Hemileia vastatrix* Berk & Broome), mancha de hierro (*Cercospora coffeicola* Berk & Cke), antracnosis (*Colletotrichum* spp. Noack), ojo de gallo (*Mycena citricolor* Berk & Curt), derrite (*Phoma costarricensis*), mal de hilachas (*Pellicularia koleroga* Cooke).

La roya del café provoca la caída prematura de las hojas, reduce la capacidad fotosintética, debilitamiento, y en infecciones severas, puede ocasionar muerte regresiva en ramas e incluso la muerte de los árboles (Guharay *et al.*, 2000).

Entre las alternativas de manejo biológico de enfermedades se encuentra el uso de microorganismos benéficos tales como hongos, bacterias, nematodos y virus, que por diferentes mecanismos atacan y regulan a los patógenos de las plantas y las enfermedades que ellos causan (Cristancho, 2003), sin embargo, debido a diversos problemas fitosanitarios como plagas y enfermedades, el principal método de manejo es el uso de agroquímicos, que incluyen plaguicidas con diversos grados de toxicidad y de residualidad, causando daños al ambiente y a la salud humana (Perfecto *et al.*, 2007).

De acuerdo con Hernández *et al.* (2021), la efectividad de los biofungicidas basados en bacterias, se sitúa entre 50 % para el control de la germinación de esporas patógenas y 90 % para lesiones en tejido foliar, cuando son aplicados previamente a la exposición de las esporas de la roya del café. Para que se presenten los efectos benéficos, las bacterias necesitan colonizar el tejido de las hojas de los cafetos, lo que provoca un aumento en el sistema inmune de la planta, genera un ambiente competitivo por espacio y restricción de nutrientes (Silva *et al.*, 2012). Haddad *et al.* (2009) afirman que, la concentración del inóculo de un biofungicida también es un factor importante para promover el buen desarrollo de las bacterias benéficas y proteger a los cafetos de la infección por roya del café.

Los biofungicidas basados en hongos tienen modos de acción similar a las bacterias, induciendo resistencia sistémica a las plantas y coadyuvando al vigor general de ella (Herrera-Estrella y Chet, 2004). Pero también pueden actuar como micoparásitos o hiperparásitos, proceso mediante el cual, el micelio del agente de control biológico penetra diferentes estructuras del hongo patógeno y degrada parcialmente sus células, mediante la acción de enzimas líticas como quitinasas, glucanasas y proteasas (Viterbo *et al.*, 2002; Herrera-Estrella y Chet, 2004).

El objetivo de esta investigación es evaluar diferentes alternativas de manejo biológico de la roya del café como un mecanismo antagónico que pueda usarse dentro de un plan de manejo integrado de plagas en la agricultura sustentable.

CIENCIA DE LAS PLANTAS

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio. Esta investigación se realizó en una plantación de café ubicada en la comunidad El Chichicaste, municipio de San Lucas, departamento de Madriz, a 230 km de la capital Managua. Se seleccionó la Finca Las Pilas del productor Claudio de Jesús Alvarenga, ubicada en las coordenadas 13°22'34" de latitud Norte y 86°36'41" de longitud Oeste a una altitud de 1 130 msnm, con temperatura promedio anual de 22 °C y precipitación promedio anual de 1 300 mm [Instituto de Promoción Humana Somoto (INPRHU, 2018)]. La investigación se realizó de noviembre del 2018 a marzo del 2019.

Descripción general del estudio. El área experimental se diseñó para ser analizadas con medidas repetidas en el tiempo con submuestras. La variedad presente es Caturra de ocho años y con incidencia de la roya de café, los tratamientos evaluados fueron: 1) *Lecanicillium* spp 2) *Trichoderma* spp 3) *Bacillus subtilis* cepa QST 713 Serenade® ASO 4) Producto químico a base de Azoxistrobina + Cyproconazole (Amistar Xtra®) y 5) Testigo absoluto (sin aplicación de producto). Las aplicaciones de los tratamientos se realizaron cada 15 días a partir del 30 de noviembre del 2018 hasta el 11 de marzo del 2019; se utilizó una bomba de mochila con capacidad de 20 litros con boquilla tipo cónica regulable, este tipo de boquilla es la más recomendable para la aplicación de estos productos debido a su alta turbulencia y gotas más finas, lo que permite una buena cobertura (Unisem, 2014).

Descripción de los tratamientos. Se evaluaron tres tratamientos de origen biológico, dos de ellos a base de hongos antagonistas (*Lecanicillium* spp, *Trichoderma* spp) con dosis de 300 g ha⁻¹, y uno con el uso de la bacteria *Bacillus subtilis* a una dosis de 3.6 L ha⁻¹; también se evaluó un producto sintético en dosis comercial 0.35 L ha⁻¹. Un quinto tratamiento fue el testigo absoluto (sin aplicación de producto).

***Lecanicillium* spp.** El hongo *Lecanicillium* spp se obtuvo del laboratorio de hongos entomopatógenos de la Universidad Nacional Agraria; proviene de la finca cafetalera Santa Emilia, ubicada en el Tuma, comunidad de La Dalia, en el departamento de Matagalpa, en la zona central Norte de Nicaragua. Este hongo se extrajo de hojas infestadas con roya hiperparasitadas por *Lecanicillium* spp.

***Trichoderma* spp cepa T0301.** El hongo *Trichoderma* spp, también se obtuvo del mismo laboratorio y fue extraído de muestras de suelo de una plantación de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), ubicada en El Viejo, municipio del departamento de Chinandega, en el occidente de Nicaragua.

***Bacillus subtilis* cepa QST 713 (Serenade® ASO).** Es un fungicida bactericida biológico preventivo para múltiples cultivos, contiene la bacteria *Bacillus subtilis* cepa QST 713; microorganismo que está presente también en la naturaleza y que previene el crecimiento de agentes patógenos al competir con ellos por su espacio vital y por los nutrientes, cuando se aplica en la zona radicular. La bacteria, además, favorece la resistencia de las plantas y sintetiza sustancias que actúan perforando y desorganizando la membrana celular (BAYER, 2024, parr. 4).

***Azoxistrobina* + *Cyproconazole* (Amistar Xtra®).** Es un fungicida sintético sistémico para el manejo de enfermedades foliares en diferentes cultivos. Amistar Xtra® combina la destacada acción preventiva y antiesporulante de azoxistrobina, perteneciente al grupo de las estrobilurinas, con el efecto curativo y erradicante de cyproconazole, perteneciente al grupo de los triazoles. La mezcla de ambos principios activos determina una acción combinada, bloqueando el proceso respiratorio y la síntesis de ergosterol en los hongos. Esta acción asegura un amplio espectro de control durante un periodo prolongado y reduce el riesgo de aparición de cepas resistentes (Syngenta, 2019).

Testigo absoluto. No se realizó ninguna aplicación y el manejo fitosanitario fue de acuerdo con lo que tradicionalmente realiza el productor que consiste en podas sanitarias y fertilización edáfica y foliar.

Variables evaluadas

Número de hojas totales. Se contabilizó el total de hojas en tres bandolas (ramas productivas) ubicadas cada una en la región alta, media y baja de la planta. Para el análisis estadístico se usó el promedio del número de hojas obtenidas del total de muestreo (ocho momentos).

Número de hojas sanas. Se contabilizaron las hojas que visiblemente no presentaban síntomas de enfermedad o presenciade hongos. Su análisis fue idéntico al de número de hojas totales.

Incidencia de roya (%). La incidencia de roya se medió utilizando el total de hojas afectadas con roya del café de cada bandola, dividido entre el total de hojas por bandola multiplicadas por cien, para obtener el porcentaje de incidencia según la ecuación propuesta por Vargas (2017).

$$\text{Incidencia de roya (\%)} = \frac{\text{Total de hojas con roya por bandola}}{\text{Total de hojas muestreadas por bandola}} \times 100$$

CIENCIA DE LAS PLANTAS

Severidad de roya (%). Se utilizó la metodología empleada por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2013), quien emplea una escala que presenta un porcentaje de daño desde el grado cero, que representa la hoja completamente sana, hasta el grado 4, que es una hoja con más del 50 % de su área afectada. En el Cuadro 1, se indica el grado de severidad en función del porcentaje de daño ocasionado por la roya del café.

Cuadro 1. Escala de severidad para roya

Grado	Porcentaje de daño en la hoja
0	Sana (sin síntomas visibles)
1	1% - 5 % de área afectada
2	6 % - 20 % de área afectada
3	21 % - 50 % de área afectada
4	> 50 % de área afectada

Fuente: SAGARPA (2013).

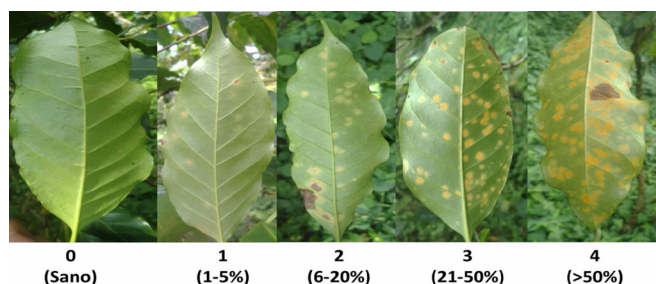


Figura 1. Escala de severidad de roya del café según sintomatología. Fuente: DGSV-Sinavef-Lanref, citado por SAGARPA (2013).

Esta escala permite determinar la severidad sobre la base del porcentaje de afectación que se usa en la ecuación de Townsend y Heuberger (1943):

$$\text{Severidad de roya (\%)} = \frac{(N_0 \times 0) + (N_1 \times 1) + (N_2 \times 2) + (N_3 \times 3) + (N_4 \times 4) \times 100}{N \times 4}$$

Donde:

- N: Número total de hojas por muestreo
- N₀: Número de hojas con valor 0 de la escala
- N₁: Número de hojas con valor 1 de la escala
- N₂: Número de hojas con valor 2 de la escala
- N₃: Número de hojas con valor 3 de la escala
- N₄: Número de hojas con valor 4 de la escala

Análisis estadístico. Se realizó un análisis de varianza para todas las variables, transformando los datos de incidencia y severidad de roya en arcoseno ($\sqrt{x/100}$); en el caso del número de hojas totales y número de hojas sanas, se transformaron en raíz ($\sqrt{x+0.5}$), luego se hicieron comparaciones de medias por Tukey ($\alpha=0.05$). Se utilizó el programa estadístico SAS versión 9.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Número de hojas totales. Se registran diferencias significativas para esta variable ($p = 0.0001$), siendo el tratamiento *Bacillus subtilis* (Serenade® ASO) el que presenta mayor cantidad de hojas totales por bandola (Figura 2).

¹R. C. Larios-González (comunicación personal, 6 de diciembre, 2023) indica que el revestimiento es una fase fenológica de la planta de café que consiste en la formación de nuevas hojas; es favorecida por agentes del clima, principalmente, las precipitaciones y la temperatura, así como por el nivel de fertilidad del suelo y el estado sanitario de la planta.

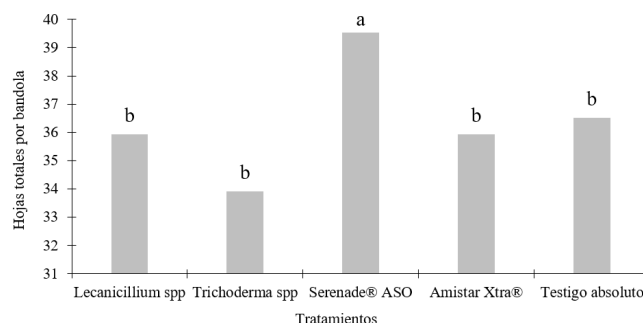


Figura 2. Número de hojas promedio por bandola según tratamiento.

La edad de la planta influye en la susceptibilidad a la roya de café. Perfect daily grind (2019), plantea que las plantas de café después de cinco años son más vulnerables a la roya del café. Según González (2013), a partir del 60 % de incidencia, la planta inicia el proceso de defoliación como mecanismo de autodefensa ante la enfermedad, lo que representa un menor número de hojas totales.

Bettiol y Varzea (1992) en condiciones controladas y utilizando dosis altas de *Bacillus subtilis* registran un 100 % de control sobre la roya del café cuando las aplicaciones se realizan de manera preventiva. También Guerra y Welchez (2013) determinaron que aplicaciones de *Bacillus subtilis* y *Trichoderma* spp permiten un control a largo tiempo de esta enfermedad, así como un aumento en el número de hojas.

El testigo absoluto tiene igual efecto que Amistar Xtra®, *Trichoderma* spp y *Lecanicillium* spp. Según Barquero (2013), la realización de prácticas agronómicas como la poda del café tienen un efecto directo sobre la capacidad productiva de la plantación, pero además y de forma indirecta, si se realizan bien, limitan el progreso de la roya, así como de otras enfermedades del cultivo. También la poda reduce el número total de hojas en la planta.

Número de hojas sanas. Se registran diferencias estadísticas entre los tratamientos ($p = 0.0001$). La mayor cantidad de hojas sanas se obtiene con el tratamiento Azoxistrobina + Cyproconazole (Amistar Xtra®) con 31 hojas por bandola,

¹R. C. Larios-González (comunicación personal, 6 de de diciembre, 2023)

CIENCIA DE LAS PLANTAS

seguido de *Bacillus subtilis* (Serenade® ASO) con 26 hojas sanas; el tratamiento con el menor número de hojas sanas es *Trichoderma* spp con 15 hojas por bandola (Figura 3).

El manejo del cultivo, las variedades de café, la densidad de siembra, el estado nutricional de la planta, el uso y manejo de sombra, el control de plantas arvenses y, muy en especial, la edad de la planta de café, son otros factores que tienen influencia e implicaciones en las funciones fisiológicas y en el desarrollo de la roya del café (Virginio y Astargo, 2015).

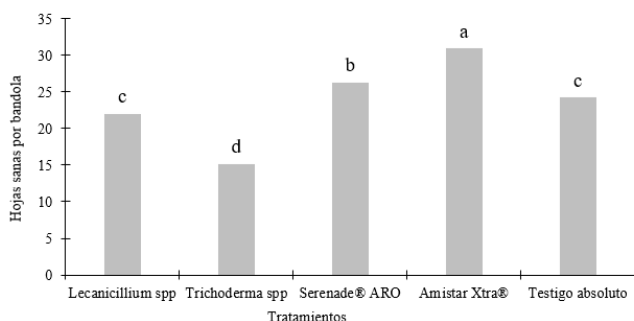


Figura 3. Número de hojas sanas promedio por bandola según tratamiento.

El cultivo de café bajo sombra regulada proporciona condiciones de microclima que propician el desarrollo de la roya del café, lo que coincide con Virginio y Astargo (2015) quienes señalan que, bajo condiciones de sombra, las hojas se mantienen mojadas por más tiempo posterior a un evento lluvioso, lo que favorece la germinación de las esporas, las temperaturas son cercanas a las óptimas para la germinación y penetración del hongo y hay una mayor humedad relativa.

El estrato alto de la planta de café presenta el mayor porcentaje de hojas sanas (26 %), seguido del estrato medio con un porcentaje de 23 %. El estrato bajo presenta el menor porcentaje de hojas sanas con un promedio de 22 %.

El estrato bajo de la planta presenta los menores porcentajes de número de hojas totales y número de hojas sanas debido a que en las hojas de los estratos medio y bajo se aloja el inóculo residual de la roya, el que se beneficia con las primeras lluvias y acelera el proceso infeccioso; esto mismo ha sido reportado por Barquero (2013) quien indica que el inóculo residual se encuentra en las hojas internas de las bandolas, principalmente la de los estratos medio y bajo de la planta.

Incidencia de roya (%). Se determinaron diferencias estadísticas entre las fechas de muestreos y tratamientos para esta variable ($p = 0.0001$) obteniendo alto porcentaje de incidencia de roya

en todo el periodo de estudio, que sobrepasan los niveles aceptables, el que debe ser de 10 % según Sierras-Sanz y Montoya-Restrepo (1995) y el Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA, 2017). En la segunda semana del mes de diciembre del 2018 se presentó la menor incidencia de roya con 11.98 % en el tratamiento testigo (sin aplicación de producto), seguido del tratamiento *Lecanicillium* spp con 15.76 % en la última semana de muestreo (marzo, 2019). La mayor incidencia se registra en la última semana de enero del 2019 con 79.81 % en el tratamiento *Trichoderma* spp y manteniendo alta incidencia en los meses de febrero y marzo (Figura 4).

Algunos de los factores que influyeron en estos resultados son: existencia de lotes con edad mayor de 10 años, manejo inadecuado de plagas y enfermedades y el predominio de la variedad Caturra, la que es altamente susceptible al ataque de la roya del café. Estrada (2015) indica que la variedad Caturra, es susceptible al ataque de roya, y propone el uso de cultivares resistentes como medida eficaz para el manejo de roya. Sin embargo, no se debe descartar el uso de productos biológicos de manera constante como una alternativa amigable con el ambiente, aunque con el producto químico Azoxistrobina + Cyproconazole (Amistar Xtra®) se haya registrado 0.91 % de incidencia en la segunda semana de enero y 0 % en el resto de las fechas muestreadas.

Severidad de roya (%). Se determinan diferencias significativas entre las fechas de muestreos y tratamientos ($p = 0.0001$). Los porcentajes de severidad de roya (para todos los casos) en la primera fecha de muestreo varía entre 19.67 % y 38 %. En enero se registra alta severidad de roya en el testigo (38.67 %) y con el uso de *Trichoderma* spp (37 %), clasificándose en el grado 3 de acuerdo con la escala de severidad.

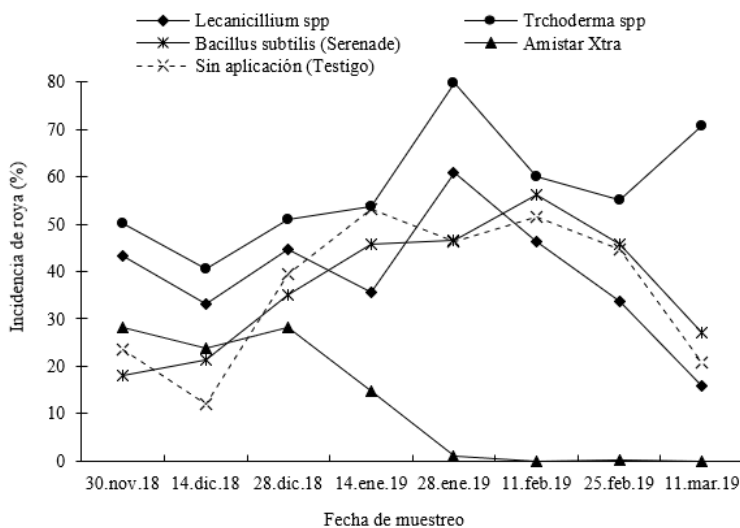


Figura 4. Incidencia de roya según momento de muestreo y tratamiento

CIENCIA DE LAS PLANTAS

En marzo del 2019 se presentó la menor severidad de roya con 11.33 % correspondiente a 2 en la escala y se registró en el tratamiento *Lecanicillium* spp, siendo este producto biológico la mejor alternativa para el manejo de roya ante el uso de productos químicos, aunque con Azoxistrobina + Cyproconazole (Amistar Xtra®) se haya registrado 1.33 % a finales de enero y 0 % de severidad de roya en febrero y marzo del 2019 (Figura 5).

Los altos porcentajes de severidad de roya que se presentaron en la última semana de noviembre del 2018 y en la segunda semana del mes de enero de 2019 se debió a que en este periodo del año las afectaciones por roya aumentan por las condiciones favorables para su desarrollo y las nulas labores de manejo durante la temporada de cosecha. Los recolectores (cortadores) también se convierten en agentes diseminadores de la enfermedad.

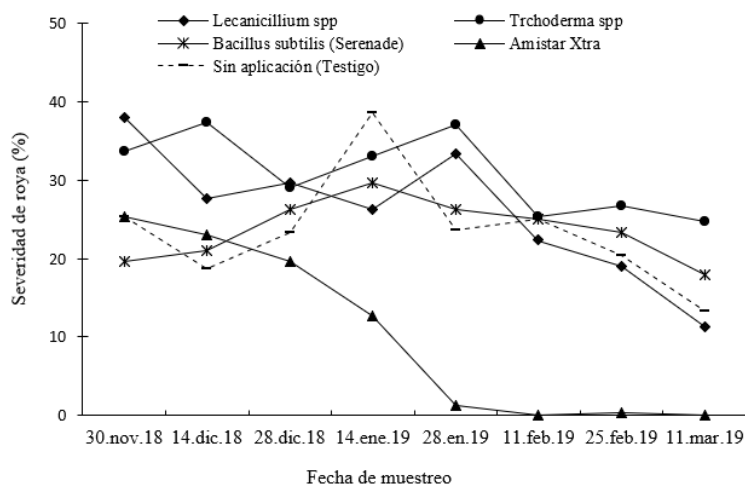


Figura 5. Severidad de roya (%) según momento de muestreo y tratamientos.

Las afectaciones se ven favorecidas debido a que la plantación se encuentra en un periodo de estrés causado por la carga fructífera y la cosecha. López (2010) reporta diferencias estadísticas de severidad entre cargas fructíferas.

Tanto la incidencia como la severidad inician a disminuir a partir de la segunda semana de enero (quinta aplicación de productos) y se registra al final del muestreo (marzo) que, entre los agentes biológicos, es *Lecanicillium* spp el que presenta menor afectación (Figura 4 y 5); este comportamiento puede también estar relacionada a las pérdidas de hojas afectadas por roya y a su caída natural durante la fase fenológica de defoliación.

CONCLUSIONES

El uso de Amistar Xtra® disminuye drásticamente la incidencia y severidad de la roya del café a partir de la tercera aplicación, llegando a cero en el sexto muestreo; en el caso de los productos biológicos, la incidencia y severidad inician a descender a partir de la quinta aplicación, registrándose los menores valores con el uso de *Lecanicillium* spp con dosis de 300 g ha⁻¹, disminuyendo la incidencia en 74 % y la severidad en 66 % respecto a la última fecha de muestreo.

AGRADECIMIENTOS

A la Unión Europea a través de Amigos de la Tierra por el financiamiento otorgado para la realización de esta investigación en colaboración con la Universidad Nacional Agraria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barquero Miranda, M. (2013). *Recomendaciones para el combate de la roya del cafeto (Hemileia vastatrix Berk et Br.)*. <https://www.researchgate.net/publication/281625030>
- BAYER. (2024). *Serenade® ASO*. <https://www.cropscience.bayer.es/Productos/Biologicos/Serenade-ASO.aspx>
- Bettiol, W., & Varzea, V. M. P. (1992). Controle biológico da ferrugem (*Hemileia vastatrix*) do cafeeiro com *Bacillus subtilis* em condições controladas. *Fitopatologia Brasileira*, 17(1), 91-95. <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/10748>
- Cristancho Ardila, M. A. (2003). *Control Biológico de enfermedades*. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/993/9/7.%20Control%20biol%C3%B3gico%20de%20enfermedades.pdf>
- Escobedo, A., Bendaña, E. y Gutiérrez, R. (s.f.). *Café de Nicaragua*. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8657/Cafe_de_Nicaragua_Cartilla.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Estrada Carhuallanqui, P. (2015). *Severidad de Hemileia vastatrix Berk. & Br. en plantones de cuatro variedades de Coffea arábica L. en Río Negro Satipo* [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/4018>
- Guerra Burgos, J. O. y Welchez Arita, J. A. (2013). *Evaluación de la efectividad de cuatro fungicidas biológicos en el control del hongo de la roya de café Hemileia vastatrix* [Tesis de ingeniería, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano]. Repositorio Institucional. <https://bdigital.zamorano.edu/items/f77a1e0d-90fd-42a4-bbb5-5ee467139634>

CIENCIA DE LAS PLANTAS

- Guharay, F., Monterey, J., Monterroso, D. y Staver, Ch. (2000). *Manejo integrado de plagas en el cultivo de café*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).
- Haddad, F., Maffia, L. A., Mizubuti, E. S. G., & Teixeira, H. (2009). Biological control of coffee rust by antagonistic bacteria under field conditions in Brazil. *Biological Control*, 49(2), 114-119. <http://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.02.004>
- Hernández, C., López, L. y Sánchez, L. (2021). Agentes de control biológico de la roya del café ¿Cómo funcionan y qué tan efectivos son? *Bio Tecnología*, 25(1), 21-30. <https://smbb.mx/wp-content/uploads/2021/05/Hernandez-et-al.-2021.pdf>
- Herrera-Estrella, A., & Chet, I. (2004). *The biological control agent Trichoderma from fundamentals to applications*. https://www.researchgate.net/publication/267364021_The_Biological_Control_Agent_Trichoderma_From_Fundamentals_To_Applications
- Instituto de Promoción Humana Somoto. (2018). *Registro de datos meteorológicos de INPRHU*. INPRHU.
- Instituto Nacional de Información de Desarrollo y Ministerio Agropecuario y Forestal. (2012). *Informe final IV Censo Nacional Agropecuario*. <http://www.fao.org/3/i9362ES/i9362es.pdf>
- López Bravo, D. F. (2010). *Efecto de la carga fructífera sobre la roya (Hemileia vastatrix) del café, bajo condiciones microclimáticas de sol y sombra, en Turrialba, Costa Rica* [Tesis de maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/4863>
- Moraga, P., Bolaños, T., Ilich, R., Munguía, R., Pohlan, J., Barios, M., Hagggar, J. y Gamboa, W. (2011). Árboles de sombra e intensidad del cultivo afectan el rendimiento de café (*Coffea arabica* L.) y la valoración ecológica en Masatepe, Nicaragua. *La Calera*, 11(17), 41 - 47. <https://lactalera.una.edu.ni/index.php/CALERA/article/view/141>
- Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. (2017). *Sistema de alerta temprana para la roya y otras plagas del café para la región del OIRSA: Implementación del modelo piloto del sistema de alerta temprana (SAT) para la roya del café en la región del OIRSA*. [https://www.oirsa.org/contenido/2018/Sanidad_Vegetal/Manuales%20OIRSA%202015-2018/ANEXO.%203.%20SISTEMA%20DE%20ALERTA%20TEMPRANA%20PARA%20LA%20ROYA%20Y%20OTRAS%20PLAGAS%20DEL%20CAFE%20\(1\).pdf](https://www.oirsa.org/contenido/2018/Sanidad_Vegetal/Manuales%20OIRSA%202015-2018/ANEXO.%203.%20SISTEMA%20DE%20ALERTA%20TEMPRANA%20PARA%20LA%20ROYA%20Y%20OTRAS%20PLAGAS%20DEL%20CAFE%20(1).pdf)
- Perfect daily grind. (2019). *Guía de plagas y enfermedades comunes del café*. <https://perfectdailygrind.com/es/2019/01/25/guia-de-plagas-y-enfermedades-comunes-del-cafe/>
- Perfecto, I., Rice, R. A., Greenberg, R., & Van der Voort, M. E. (2007). Shade Coffee: A Disappearing Refuge for Biodiversity: Shade coffee plantations can contain as much biodiversity as forest habitats. *BioScience*, 46(8), 598 - 608. <https://doi.org/10.2307/1312989>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2013). *Roya del caféto Hemileia vastatrix Berkeley & Broome*. <https://prod.senasica.gob.mx/SIRVEF/ContenidoPublico/Roya%20cafetito/Fichas%20tecnicas/Ficha%20T%C3%A9cnica%20de%20Roya%20del%20cafetito.pdf>
- Sierras-Sanz, C. A. y Montoya-Restrepo, E. C. (1995). *Control de la roya del caféto con base en niveles de infección y su efecto en la producción*. <https://www.cenicafe.org/es/publications/arc046%2802%29069-080.pdf>
- Silva, H. S. A., Tozzi, J. P. L., Terrasan, C. R. F., & Bettioli, W. (2012). Endophytic microorganisms from coffee tissues as plant growth promoters and biocontrol agents of coffee leaf rust. *Biological Control*, 63(1), 62-67. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S104996441200117X?via%3Dihub>
- SYNGENTA. (2019). *Amistar Xtra*. <https://www.syngenta.com.ar/product/crop-protection/fungicida/amistar-xtra>
- Townsend, G. R., & Heuberger, J. W. (1943). *Methods for estimating losses caused by diseases in fungicidal experiments*. <https://eurekamag.com/research/025/008/025008582.php>
- Unisem. (2014). *Selección de boquilla correcta*. <https://semillastodoterreno.com/2014/07/seleccione-la-boquilla-correcta>
- Vargas Tenorio, D. A. (2017). *Efecto de la aplicación de Lecanicullium lecanii sobre la incidencia y severidad de la roya (Hemileia vastatrix) en el cultivo de café (Coffea arabica)* [Tesis de Ingeniería, Universidad de Costa Rica]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/3432/1/40419.pdf>
- Virginio Filho, E. de M. y Astorga Domain, C. (2015). *Prevención y control de la roya del café: Manual de buenas prácticas para técnicos y facilitadores*. <https://worldcoffeeresearch.org/es/resources/prevention-and-control-of-coffee-leaf-rust>
- Viterbo, A., Ramot, O., Chernin, L., & Chet, I. (2002). Significance of lytic enzymes from Trichoderma spp. in the biocontrol of fungal plant pathogens. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 81, 549–556. <https://doi.org/10.1023/A:1020553421740>

CIENCIA DE LAS PLANTAS

Disponibilidad de biomasa y contenido de proteína cruda en dos pastos de corte, King Grass y Camerún en y sin asocio con *Leucaena leucocephala* cv Cunningham

Availability of biomass and crude protein content in two cutting grass species, King grass and Camerun with and without *Leucaena leucocephala* cv Cunningham

Álvaro José González Martínez¹, María de la Concepción Siézar Martínez², José Ramón Guido Álvarez³

¹ MSc. Docente Titular, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4194-2363> / algonzalez.inves@uniav.edu.ni

² Ing. Asistente de Investigación, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5885-6731> / mariasiezar@uniav.edu.ni

³ Ing. Trabajador Administrativo, ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-8435-0287> / joseramonguidoalvarez079@gmail.com

Universidad Internacional Antonio de Valdivieso – UNIAV, Nicaragua

Autor de correspondencia: algonzalez.inves@uniav.edu.ni



RESUMEN

Una de las alternativas de alimentación bovina que se reviste de importancia ante la variabilidad climática dentro de la planificación forrajera son los pastos de cortes. Desde este contexto el objetivo de esta investigación fue evaluar la influencia de dos frecuencias de cortes (45 días y 65 días) en King Grass (*Pennisetum purpureum*) y Camerún (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*) en y sin asocio con *Leucaena leucocephala* – Lam de Wit) cultivar Cunningham sobre la disponibilidad y contenido de proteína cruda de la biomasa, en la finca Santa María de la Universidad Internacional Antonio de Valdivieso (UNIAV-Rivas), en el periodo de mayo 2021 a septiembre 2022. Se utilizó un arreglo factorial completamente al azar, con ocho tratamientos y dos repeticiones, en cada unidad experimental se ubicaron seis sitios de muestreo de un metro lineal cada uno, y se seleccionó al azar una planta para la medición de las variables. Se realizó un análisis de varianza y comparación de medias por diferencias mínimas significativas Fisher al 95 % de confiabilidad. King Grass + *Leucaena* a los 65 días en periodo lluvioso, presentó la mayor altura total, cantidad de nudos, hojas y área foliar, y en periodo seco King Grass + *Leucaena* a los 45 días registró mayor altura total, diámetro basal

ABSTRACT

One of the alternatives for bovine feeding that is important in the face of climate variability within forage planning is cut grass. From this context, the objective of this research was to evaluate the influence of two cutting frequencies (45 days and 65 days) in King Grass (*Pennisetum purpureum*) and Cameroon (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*), both with and without association with *Leucaena leucocephala* – Lam de Wit) cultivar Cunningham, on the availability and crude protein content of biomass. The study was conducted at Santa María Farm of the Universidad Internacional Antonio de Valdivieso (UNIAV-Rivas) from May 2021 to September 2022. A completely randomized factorial design was used, with eight treatments and two replications. Within each experimental unit, six linear meter sampling sites were established, and a random plant was selected for variable measurements. An analysis of variance and comparison of means using Fisher's Least Significant Difference at 95 % confidence level were performed. During the rainy season, King Grass + *Leucaena* at 65 days exhibited the highest total height, number of nodes, leaves, and leaf area. In the dry season, King Grass + *Leucaena* at 45 days showed greater total height, basal diameter, and length between the

Recibido: 21 de noviembre del 2023
Aceptado: 10 de junio del 2024



Los artículos de la revista La Calera de la Universidad Nacional Agraria, Nicaragua, se comparten bajo términos de la licencia Creative Commons: Reconocimiento, No Comercial, Compartir Igual. Las autorizaciones adicionales a las aquí delimitadas se pueden obtener en el correo donald.juarez@ci.una.edu.ni

© Copyright 2024. Universidad Nacional Agraria (UNA).

CIENCIA DE LAS PLANTAS

y longitud entre el tercer y cuarto nudo. Camerún + Leucaena en ambas épocas a los 65 días, presentó mayor promedio de kg MS ha⁻¹, este mismo resultado lo presenta King Grass en período lluvioso; en período seco su disponibilidad de biomasa es similar en y sin asocio. En contenido de proteína cruda, en hojas y tallos de los pastos fue superior en los sitios asociados y con 45 días. Leucaena presentó similar crecimiento en ambos pastos, en la época lluviosa a los 65 días presentó mayor altura total y diámetro de copa, y en período seco, aunque prevalece una mayor altura total a los 65 días, en las demás variables fue mayor en los tratamientos a los 45 días. La mayor disponibilidad de biomasa en hojas en ambas épocas se registró con el pasto King Grass a los 45 días y con Camerún en ambas edades de corte, y en tallos tiernos el mayor valor lo presentó con el pasto King Grass a los 65 días, en hojas y tallos tiernos los tratamientos no presentaron diferencias estadísticas.

Palabras clave: King Grass, pasto Camerún, Leucaena, crecimiento, biomasa y proteína.

third and fourth nodes. Cameroon + Leucaena at 65 days in both seasons had a higher average dry matter yield (kg DM ha⁻¹). King Grass also showed similar results during the rainy season; in the dry season, its biomass availability was comparable with and without association. Regarding crude protein content, leaves and stems of the associated grasses were higher at 45 days. Leucaena showed similar growth in both grasses. In the rainy season, Leucaena at 65 days had greater total height and crown diameter. In the dry season, although total height prevailed at 65 days, other variables favored the 45-day treatments. The highest biomass availability in leaves occurred with King Grass at 45 days in both seasons, and in tender stems, King Grass at 65 days had the highest value. For tender leaves and stems, the 45-day treatments yielded better results.

Keywords: King Grass, Cameroon grass, Leucaena, growth, biomass and protein.

Según el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA, 2004), La ganadería en Nicaragua utiliza extensivamente el pastoreo como fuente de alimentación (pastos y forrajes) que aporta los nutrientes requeridos por los hatos ganaderos; el 90 % de las ganaderías son de doble propósito, o según como se encuentre la demanda del mercado. Los principales departamentos ganaderos en Nicaragua son: Boaco, Chontales, Matagalpa, Región Autónoma de la Costa Caribe Norte, Región Autónoma de la Costa Caribe Sur, León y Chinandega. Esta actividad aporta a la economía nacional al exportar carne y comercializar leche USD 500 millones al año; además genera alrededor de 600 000 empleos directos e indirectos en el sector rural, contribuyendo a la seguridad alimentaria al utilizarse en el consumo del hogar y como venta local [Federación de Asociaciones Ganaderas de Nicaragua (FAGANIC, 2020)].

En sistemas de pastoreo el consumo de materia seca de las vacas lecheras de media y alta producción en inicio de lactancia, suele verse comprometida luego del parto, porque el consumo voluntario de materia seca no es suficiente para cubrir los requerimientos energéticos, causando un balance energético negativo; en estas situaciones, la energía necesaria para la producción de leche se obtiene a partir del alimento consumido y de la movilización de reservas corporales, lo que implica que de una condición corporal ideal de 5, cuando consume forraje fresco, pasa a ser 2 o 3 cuando solo consume materia seca (Gringer y Bardo, 2005).

Según Percy Chacón (s.f), los pastos de corte aportan un alimento equilibrado y un contenido aceptable de proteínas que aumenta la formación de sangre y por

consiguiente incrementa la producción de leche, proporcionan carbohidratos que aumentan la energía necesaria para realizar las actividades diarias propias de la ganadería.

En Perú, Passoni *et al.* (2018), evaluaron el efecto de intervalos de corte en *Panicum maximum* Jacq, y la carga animal adecuada para la nutrición de bovinos, los resultados indicaron que, tanto en verano como en invierno, la producción de forraje disponible fue ascendente conforme avanzaba la edad de corte. En Colombia, Pérez *et al.* (2015), evaluaron capacidad de rebrote, biomasa, resistencia y adaptación a sequías en las especies *Albizia saman*, *Cordia dendata*, *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* y *Enterolobium cyclocarpum*, indicando que todas ellas tienen potencial forrajero en zonas secas. Gutiérrez y Mendieta (2018), indican que, en tres municipios de Rivas, Nicaragua, predominan pastos naturales y naturalizados, que presentan una aceptada producción de alimento durante la época lluviosa, disminuyendo en la época seca, por lo que recurren al suministro de minerales para solucionar las demandas nutricionales y energéticas. Madriz y Hernández (2017), evaluaron en Managua, Nicaragua, la alimentación con Maralfalfa (*Pennisetum purpureum* Shumach, 1827) en régimen estabulado, obteniendo un incremento en la producción de leche de 22.2 % y una ganancia de peso vivo de 62 % en comparación al régimen de pastoreo libre y semi-estabulado con pasto natural. Espinoza y Vargas (2014), afirman, que el 100 % de los productores de los municipios de Matagalpa, Nicaragua, utilizan el pastoreo con pastos naturales y un 70.5 % de estos usan pastos de corte como Taiwán (*Pennisetum purpureum*), caña japonesa (*Saccharum sinense*), entre otros.

CIENCIA DE LAS PLANTAS

Rodríguez *et al.* (2015), expresan que, pese a la importancia económica de la ganadería en Nicaragua, su crecimiento ha sido moderado debido a la baja productividad, causada por la deficiencia en la alimentación y variabilidad climática, que afecta la producción de alimento, el bienestar y la productividad animal, así como la economía en general. Estas deficiencias han causado bajos rendimientos de leche (2.4 L por vaca día⁻¹), valor por debajo de la media nacional que es 2.5 litros por vaca por día; intervalo entre parto y parto superior a 24 meses y muertes hasta de 1 193 cabezas de ganado en los departamentos de Madriz y Nueva Segovia.

Ante la vulnerabilidad que ocurre en Nicaragua, por los efectos de las sequías, sobre la disminución de la disponibilidad de la oferta forrajera y calidad de la alimentación en época seca, referida al decrecimiento del contenido de proteína, elemento importante en la formación de sangre y energía respectivamente, se planteó como objetivo evaluar la disponibilidad de biomasa y contenido de proteína cruda, en dos especies de pastos de corte en y sin asocio de *Leucaena* (*Leucaena leucocephala* Lam de Wit) cultivar Cunningham, para la toma de decisiones en lo referido al aprovechamiento de la biomasa de estos pastos en asocio o no con *Leucaena*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de estudio. Es de enfoque cuantitativo, experimental y longitudinal (Barrantes, 2002), se evaluaron 11 ciclos, seis correspondientes a los tratamientos con frecuencia de corte de 45 días y cinco con frecuencia de corte de 65 días.

Ubicación y descripción del área del estudio. Este estudio se realizó en el periodo de mayo del 2021 a septiembre del 2022, en la finca Santa María, propiedad de la Universidad Internacional Antonio de Valdivieso (UNIAV), ubicada en la comarca La Chocolata, en el municipio de Rivas en las coordenadas geográficas de 11°22'56" de latitud Norte y 85°50'42" latitud Oeste, con una elevación de 55 msnm

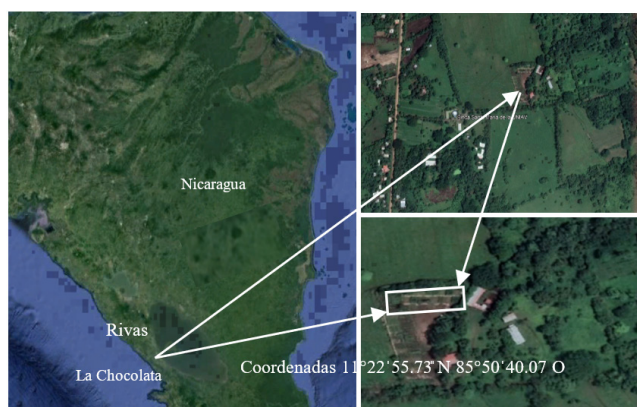


Figura 1. Ubicación del área del experimento.
Fuente: Adaptado de Google Earth Pro (2023).

(Figura 1). Las condiciones climáticas durante el período 2021-2022, según el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER, 2023), presentaron una temperatura media anual de 27.1 °C, con precipitación promedio igual a 3 237 mm, vientos de 2 m S⁻¹ y humedad relativa igual a 77.5 %. El tipo de suelo texturalmente corresponde a franco arcilloso.

Área experimental. El área experimental fue de 1 123.5 m² (53.5 m x 21 m). La distancia entre bloques fue 2 m y la distancia entre parcela de 1.5 m; el tamaño de cada parcela o unidad experimental fue de 40 m² (8 m de largo y 5 m de ancho).

Tamaño de la muestra. A partir de la longitud total de las cuatro hileras de cada unidad experimental (20 metros lineales), se determinó el tamaño de la muestra a través de la fórmula propuesta por Munch y Ángeles (1990), lo que permitió definir una longitud de muestreo de seis metros con seis sitios de muestreo; estos sitios se seleccionaron en los surcos centrales de cada parcela. Considerando la metodología del Instituto Nacional Tecnológico (INATEC (2018), en cada sitio de muestreo se seleccionó al azar una planta de cada componente asociado (pasto de corte y *Leucaena*) y no asociado (pasto de corte), para el registro de las variables, lo que representa un total de 48 plantas muestreadas por cada bloque.

Tratamientos. Se evaluaron ocho tratamientos que resultaron de la combinación de los niveles de los tres factores: tipo de pasto [King Grass (Ki) y Camerún (Ca)], tipo de asocio [con *Leucaena* (CL) y sin *Leucaena* (SL)], así como la frecuencia de corte de 45 días y 65 días (Cuadro 1).

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos según tipo de pasto, asocio y frecuencia de corte

Tratamiento	Descripción			
Ki+CL+45	King Grass	+	Leucaena	+ 45 días
Ki+CL+65	King Grass	+	Leucaena	+ 65 días
Ki+SL+45	King Grass	---	---	45 días
Ki+SL+65	King Grass	---	---	65 días
Ca+CL+45	Camerún	+	Leucaena	+ 45 días
Ca+CL+65	Camerún	+	Leucaena	+ 65 días
Ca+SL+45	Camerún	---	---	45 días
Ca+SL+65	Camerún	---	---	65 días

Diseño experimental. Se utilizó un arreglo factorial en diseño completo al azar (BCA), con ocho tratamientos y dos repeticiones, para un total de 16 unidades experimentales de 40 m² cada una. En el Cuadro 2 se describen las variables respuestas y sus unidades de medida (indicadores).

CIENCIA DE LAS PLANTAS

Cuadro 2. Variables e indicadores para pasto y Leucaena

Variables de respuesta	Indicadores
Altura total de pasto y Leucaena	cm
Diámetro basal de pasto y Leucaena	mm
Cantidad de hojas en pasto	Unidad
Longitud y ancho de hojas en pasto	cm
Longitud entre tercer y cuarto nudo del tallo en pasto	cm
Estimación biomasa	
<u>En pasto</u>	
Hojas y cogollos	
Tallos	
<u>En Leucaena</u>	
Hojas	kg MS ha ⁻¹
Tallos tiernos	
Tallos Leñosos	
En pasto + Leucaena	
Parte comestible (hojas y tallos tiernos de Leucaena y biomasa total de pastos)	
Parte no comestible (tallos leñosos de Leucaena)	
<hr/>	
Proteína cruda en pasto y Leucaena	%
Diámetros de copa en Leucaena	cm
Cantidad de rebrotes en Leucaena	Unidad

Establecimiento del ensayo. La Leucaena se estableció en semillero en bolsas de polietileno de 15 cm x 20 cm calibre 200 y se utilizó como sustrato compost + arena + granza + tierra; se aplicó riego dos veces al día y se trasplantaron a campo cuando alcanzaron una altura de 45 cm. Para la siembra del pasto se utilizó semilla vegetativa, colocándose horizontalmente nueve esquejes de 40 cm cada uno por metro lineal, a una profundidad de 15 cm; los esquejes fueron extraídos de plantaciones de 115 días de edad (Moreno y Molina, 2007). Se realizaron cuatro aplicaciones del insecticida botánico: Feracrisa Pirex® (Piretrinas 2% - EC) a razón de 100 ml, más 50 ml por bombada de 20 litros de capacidad del insecticida biológico: Bionsect® (*Bacillus thuringiensis*), con el objetivo de manejar a las poblaciones de cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E Smith); para el manejo de zompopos (*Atta cephalotes* Linnaeus 1758) en Leucaena, se aplicó en dos momentos (a los ocho y 15 días después de la siembra) 50 g de Sulfluramid 0.3 % directamente en los nidos. Se realizaron 14 limpiezas mecánicas de malezas durante el periodo de evaluación, el primero a los 15 días después de la siembra de los pastos y el resto después de cada evaluación y corte. Se realizó una fertilización química (según resultados del análisis del suelo) después de cada evaluación o corte de los pastos y Leucaena, aplicando 312.5 kg ha⁻¹ de urea al 46 %.

Técnicas de procesamiento y análisis de datos. La información se registró en bases de datos usando hojas de

Microsoft Excel, y se aplicó análisis de varianza (ANDEVA) a través de la comparación de medias por Diferencias Mínimas Significativas (DMS) de Fisher con un $\alpha=0.05$, usando el programa estadístico INFOSTAT® (2004).

Para estimar la diferencia porcentual entre los tratamientos, se utilizó una regla de tres simple a partir de las relaciones establecidas entre los mejores tratamientos y el tratamiento de menor rendimiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Crecimiento en pastos según época, edad de corte y tipo de asocio. En la época lluviosa los tratamientos difieren estadísticamente entre sí; King Grass + Leucaena a los 65 días de edad, en cuatro de las seis variables de crecimiento presentó los mejores promedios; en altura total superó en más del 11 % a los tratamientos King Grass sin Leucaena y a Camerún + Leucaena de 65 días que registraron el segundo mejor promedio y en más del 83 % a Camerún + Leucaena de 45 días, quién obtuvo el menor valor. En relación con la cantidad de hojas y área foliar, también superó a King Grass sin Leucaena de 65 días en más del 14 % y 50 % respectivamente, y a Camerún + Leucaena de 45 días en más de 55 % y 200 %.

Durante la época seca, se presentan diferencias estadísticas en diámetro basal y cantidad de hojas, siendo King Grass + Leucaena a los 45 días los de mayor valor; en este mismo período pero a los 65 días de corte, Camerún + Leucaena y King Grass sin Leucaena son lo que registran mayor diámetro basal, en cambio la mayor cantidad de hojas se logran con King Grass sin Leucaena y con King Grass + Leucaena, los cuales no difieren estadísticamente entre sí y superaron en más del 36 % en diámetro basal a los demás tratamientos, en lo referido a la cantidad de hojas, Camerún + Leucaena y King Grass sin Leucaena ambos a los 65 días superaron en más del 23 % al resto de los tratamientos.

Es importante señalar que la altura total (115.9 cm) del King Grass más Leucaena a los 45 días, superó al promedio de 114 cm estimado por Alvarado y Medal (2018), quienes evaluaron el pasto King Grass sin Leucaena con una frecuencia de corte de 50 días en Juigalpa, Chontales, Nicaragua. Con relación al diámetro basal, King Grass + Leucaena a los 45 días superó en más del 17 % y a Camerún + Leucaena a los 45 días, quienes presentaron los segundos mejores promedios, y a Camerún sin Leucaena a los 65 días en más del 48 %, quién registró el menor promedio (Cuadro 3).

CIENCIA DE LAS PLANTAS

Cuadro 3. Variables de crecimiento en pastos de corte en y sin asocio de Leucaena cv Cunningham según época y edad de corte

Tratamientos	Época	Edad de corte (días)	Altura (cm)	Cantidad / nudos tallo ⁻¹	Diámetro basal (mm)	Longitud del 3 ^{er} al 4 ^{to} nudo (cm)	Cantidad de hojas	Área foliar (m ²)	
Camerún	Lluviosa	45	121.8 ab	4.6 a	15.3 abc	5.8 a	8.9 a	0.1 a	
Camerún + Leucaena			116.9 a	4.3 a	13.3 a	5.2 a	8.7 a	0.1 a	
King Grass			137.8 c	4.5 a	16.9 cd	9.5 b	9.5 ab	0.1 a	
King Grass + Leucaena			136.6 bc	4.4 a	17.5 d	7.2 ab	10.0 bc	0.1 a	
Camerún			174.3 d	6.5 b	14.1 ab	12.5 c	10.3 bc	0.2 b	
Camerún + Leucaena			198.5 e	7.4 b	13.6 a	14.4 c	10.8 c	0.2 b	
King Grass		192.4 e	8.5 c	14.9 abc	14.1 c	11.8 d	0.2 b		
King Grass + Leucaena		214.6 f	9.7 d	15.8 bcd	13.4 c	13.5 e	0.3 c		
Camerún		45	65	94.9 ab	3.6 a	11.9 ab	5.1 a	8.1 a	0.1 a
Camerún + Leucaena				102.2 ab	4.3 a	12.6 bc	5.7 a	8.6 ab	0.1 a
King Grass				96.2 ab	3.8 a	11.8 ab	4.5 a	8.9 ab	0.1 a
King Grass + Leucaena				115.9 ab	4.1 a	14.8 d	6.8 a	9.2 bc	0.1 a
Camerún	90.5 ab			3.1 a	10.0 a	4.1 a	8.2 ab	0.1 a	
Camerún + Leucaena	111.6 ab			3.9 a	14.9 d	4.4 a	10.0 cd	0.1 a	
King Grass	Seca	65	111.8 ab	4.0 a	14.9 d	4.5 a	10.5 d	0.1 a	
King Grass + Leucaena			106.2 ab	3.8 a	13.6 cd	5.0 a	10.2 d	0.1 a	

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0.05$), DMS de Fisher.

Crecimiento de Leucaena cv Cunningham según asocio, edad de corte, época, tipo de pasto, y época. La edad de corte tuvo un efecto significativo en dos de las tres variables en la época lluviosa y en las tres variables en la época seca (Cuadro 4); en la época lluviosa, la altura total de las plantas de Leucaena en asocio con ambos pastos a los 65 días, no difirieron estadísticamente y fueron mayor a la altura de las plantas a los 45 días de corte, superándolas en más 31 %. En número de rebrotes, las plantas no difirieron entre sí y en diámetro de copa, a pesar de haber diferencia estadística, Leucaena + Camerún a los 65 días supera a Leucaena + King Grass y a Leucaena + Camerún a los 45 días. En la época seca, la diferencia más precisa se observa en el número de rebrotes de Leucaena + Camerún y Leucaena + King Grass a los 45 días, superan en más del 126 % a las de 65 de edad de corte. En altura total y diámetro de copa a pesar de haber diferencia estadística, ésta no es muy marcada.

Al comparar la altura total promedio de las plantas de Leucaena (242 cm y 245 cm) de los dos mejores tratamientos en la época lluviosa, estos superan a los 202 cm (60 cm de altura de corte más 142 cm de altura de rebrote) estimado por Bacab *et al.* (2012), quienes evaluaron a los 45 días el efecto de la altura de poda en Leucaena y su influencia en el rebrote y rendimiento de *Panicum máximum*.

Disponibilidad de biomasa (kg ha⁻¹) en pastos y Leucaena, según asocio, edad de corte y época. La edad de corte y el nivel de asocio según la época tuvo un efecto significativo tanto en el contenido de biomasa de las hojas, tallos tiernos y tallos leñosos de la Leucaena como en la biomasa total de los pastos (hojas y cogollos + tallos). En la época lluviosa, el rendimiento de las hojas de la Leucaena fue mayor en los pastos de Camerún a los 45 y 65 días y en King Grass más Leucaena a los 45 días, en los que no hay diferencias estadísticamente entre sí, y superan en más del 34 % a King Grass más Leucaena a los 65 días; en tallos tiernos el mejor rendimiento se registró en el pasto King Grass más Leucaena a los 65 días superando en más de 203.0 % al resto de los tratamientos; en tallos leñosos los mejores valores se presentaron en Camerún más Leucaena y King Grass más Leucaena a los 65 días, los cuales no difieren estadísticamente entre sí y superan en un 78.6 % a los de más tratamientos.

Cuadro 4. Altura total, número de rebrotes y diámetros de copa de Leucaena cv Cunningham asociados con pastos y según época y edad de corte

Tratamientos	Edad de corte (días)	Época	Altura total (cm)	Número de rebrotes	Diámetro de copa (cm)	
Leucaena + Camerún	45	Lluviosa	192.0 a	13.0 a	123.8 a	
	65		242.0 b	13.5 a	148.8 b	
Leucaena + King Grass	45		183.8 a	13.3 a	114.6 a	
	65		245.1 b	13.8 a	132.7 ab	
Leucaena + Camerún	45		Seca	131.5 a	36.5 b	85.5 ab
	65			164.3 b	14.6 a	77.3 a
Leucaena + King Grass	45	145.3 ab		33.1 b	94.1 b	
	65	160.5 b		14.8 a	82.1 ab	

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0.05$), DMS de Fisher.

En la época seca los mayores valores en hojas se registraron en Camerún a los 65 días de corte y en King Grass

CIENCIA DE LAS PLANTAS

a los 45 y 65 días, y superan en más 44 % a las plantas de Leucaena establecidas con el pasto Camerún a los 45 días. En relación con los tallos tiernos el mejor promedio se registró en King Grass más Leucaena a los 65 días y superó en más del 69 % a las plantas de Leucaena asociada con Camerún y evaluada a los 65 días como el segundo mejor promedio, en tallos leñosos los mayores valores los presentaron Camerún y King Grass de 65 días, que no difieren estadísticamente entre sí y superan en un 146.6 % a los demás tratamientos (Cuadro 5). La disponibilidad de biomasa total de la Leucaena con ambos pastos, frecuencias de cortes y época no registro diferencias estadísticas entre los tratamientos. No obstante, al comparar el promedio de King Grass sin Leucaena a los 45 días, fue inferior en 143 % a lo determinado por Alvarado y Medal (2018) en Juigalpa, Chontales con frecuencia de corte de 50 días.

Al comparar el rendimiento de la biomasa total de los pastos en y sin asocio con Leucaena en relación a la influencia de la edad del corte según la época (Cuadro 5), se determina que la disponibilidad de biomasa total fue mayor en todos los tratamientos con la frecuencia de corte de 65 días, superando a los tratamientos con frecuencia de corte de 45 días en más del 124 % en la época de lluviosa y en 32.1 % en la época seca, es oportuno indicar que el rendimiento de la biomasa de los pastos asociados siempre con 65 días, también fue superior, su incremento en la época lluviosa correspondió a 186 % y en los tratamientos sin asocio fue 63.6 %, en la época seca el incremento de la biomasa en los pastos en y sin asocio fue de 44.9 % y 19.4 % respectivamente. Considerando el comportamiento del rendimiento de biomasa total de los pastos según edad de corte por época, se puede observar que a los 45 días de corte el pasto Camerún sin asocio fue el mejor tratamiento e incluso no difiere estadísticamente con el mismo pero evaluado a los 65 días, sin embargo, en la época seca fue

uno de los pastos con el menor rendimiento. Con la edad de corte de 65 días a pesar de haber diferencia estadística, ésta no es tan clara entre los mejores tratamientos respecto a los tratamientos con rendimientos intermedios; Camerún y King Grass con Leucaena fueron los tratamientos con los mejores valores en la época lluviosa y aunque no difieren estadísticamente con King Grass sin asocio en la época seca también fueron los tratamientos con los mejores promedios. Los promedios de King Grass y Camerún sin Leucaena en la época lluviosa, fueron inferior a lo estimado por Araya y Boschini (2005) en Cartago, Costa Rica con frecuencia de corte de 70 días, en el caso de King Grass, fue superado en más 41 % y Camerún en un 7.7 %. A pesar de la condición climática y la edad del corte entre los estudios, la diferencia no fue muy alta en Camerún.

El asocio, la edad de corte y la época tuvo una influencia significativa sobre la parte comestible de ambos componentes (Leucaena: hojas y tallos tiernos más la biomasa total de pasto: hojas y cogollos más tallos). En la época lluviosa Camerún y King Grass asociados con Leucaena con intervalos de corte de 65 días presentaron los mejores promedios de biomasa comestible (Cuadro 5), superando en más 50 % a Camerún y King Grass sin asocio con la misma frecuencia de corte que registraron los segundos mejores promedios. En la época seca Camerún más Leucaena, King Grass más Leucaena y King Grass sin asocio con intervalos de 65 días superaron en más del 86 % al resto de los tratamientos. El aporte de la Leucaena (hojas y tallos tiernos) a la biomasa total de la parte comestible de los componentes asociados, según la edad de corte por época, dada la dinámica de crecimiento de ambos componentes, fue mayor con el intervalo de corte de 45 días, registrando un aporte de 34.1 % en la época lluviosa y 16.4 % en la época seca, en cambio con la edad de corte de 65 días, el aporte fue de 15.1 % en la época lluviosa y 13.4 % en la época seca.

Cuadro 5. Valores promedios de rendimientos productivos de biomasa (kg MS ha⁻¹) según componente, tipo de asocio, edad de corte y época

Tratamientos	Edad de corte	Época	Rendimiento de biomasa kg MS ha ⁻¹									
			Leucaena cv Cunningham				Pastos de cortes			Biomasa total de los dos componentes		Biomasa total
			Hojas	Tallos tiernos	Tallos leñosos	Biomasa total	Hojas y cogollos	Tallos	Biomasa Total	Parte comestible	Parte no comestible	
Camerún			-	-	-	-	1943.5 bc	1889.7 b	3833.2 b	3833.2 bc	-	3833.2 b
Camerún + Leucaena	45	Lluviosa	1046.8 b	154.3 a	506.5 a	1707.6 a	1504.0 ab	770.6 a	2274.6 a	3475.6 abc	506.5 a	3982.2 b
King Grass			-	-	-	-	1457.6 ab	1052.8 a	2510.4 a	2510.4 a	-	2510.4 a
King Grass + Leucaena			920.6 b	153.5 a	404.1 a	1478.3 a	1311.7 a	820.0 a	2131.7 a	3205.8 ab	404.1 a	3609.9 ab
Camerún			-	-	-	-	2132.8 c	2452.9 bc	4585.7 bc	4585.7 cd	-	4585.7 bc
Camerún + Leucaena	65	Lluviosa	944.1 b	149.4 a	749.8 b	1843.4 a	2214.9 c	3592.0 e	5806.9 de	6900.5 e	749.8 b	7650.3 d
King Grass			-	-	-	-	2269.2 c	2939.1 cd	5208.3 cd	5208.3 d	-	5208.3 c
King Grass + Leucaena			683.3 a	452.7 b	721.7 b	1857.7 a	3526.3 d	3222.6 de	6748.9 e	7884.9 e	721.0 b	8606.6 d
Camerún			-	-	-	-	1093.1 a	629.9 a	1723.0 a	1723.0 a	-	1723.0 a
Camerún + Leucaena	45	Seca	303.1 a	24.3 a	92.7 a	420.1 a	1502.4 bc	1082.8 ab	2585.1 bc	2912.5 a	92.7 a	3005.2 bc
King Grass			-	-	-	-	1420.1 ab	1095.9 ab	2515.9 abc	2515.9 ab	-	2515.9 ab
King Grass + Leucaena			502.2 b	21.2 a	137.6 a	661.0 a	1078.6 a	836.2 ab	1914.8 ab	2438.2 ab	137.6 a	2575.8 ab
Camerún			-	-	-	-	1060.3 a	857.4 b	1917.7 a	1917.7 a	-	1917.7 a
Camerún + Leucaena	65	Seca	437.1 b	34.3 b	228.6 b	700.0 a	1588.9 bc	1755.2 c	3344.2 c	3815.5 c	228.6 b	4044.2 d
King Grass			-	-	-	-	1853.7 c	1353.7 bc	3207.4 c	3207.4 bc	-	3207.4 bcd
King Grass + Leucaena			456.9 b	58.1 c	264.5 b	779.4 a	1715.6 bc	1354.2 bc	3069.8 c	3584.7 c	264.5 b	3849.2 cd
Camerún			-	-	-	-	1060.3 a	857.4 b	1917.7 a	1917.7 a	-	1917.7 a

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0.05$), DMS Fisher.

CIENCIA DE LAS PLANTAS

Cuadro 6. Contenido de proteína cruda en pastos Camerún y King Grass asociado con Leucaena

Tratamiento	Época	Edad de rebrote (días)	Contenido de proteína cruda (%)				
			Hojas de pastos	Tallos de pastos	Hojas de Leucaena	Tallos tiernos de Leucaena	
Camerún	Lluviosa	45	10.6 a	8.1 a	-	-	
		65	8.5 a	3.8 a	-	-	
Camerún + Leucaena		45	12.2 ab	9.7 ab	25.0 a	16.1 a	
		65	8.8 a	5.3 a	23.4 a	11.0 a	
King Grass		45	10.7 a	6.2 a	-	-	
		65	6.9 a	3.5 a	-	-	
King Grass + Leucaena		45	12.2 ab	8.3 a	23.1 a	16.5 a	
		65	7.6 a	4.2 a	21.2 a	10.9 a	
Camerún		Seca	45	8.9 a	6.7 bc	-	-
			65	8.4 a	6.5 bc	-	-
Camerún + Leucaena	45		11.5 ab	7.3 c	22.3 a	12.1 a	
	65		8.7 a	6.7 bc	20.5 a	13.7 a	
King Grass	45		8.4 a	5.6 abc	-	-	
	65		7.4 a	4.5 a	-	-	
King Grass + Leucaena	45		8.5 a	5.3 ab	20.2 a	12.3 a	
	65		7.5 a	5.4 ab	19.8 a	12.7 a	

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0.05$), DMS de Fisher.

El contenido de proteína cruda no difiere estadísticamente en ambas épocas en ninguno de los componentes tanto de los pastos como en la Leucaena en y sin asocio, no obstante, se puede observar de forma general que matemáticamente los porcentajes en todos los tratamientos decayeron conforme aumenta la edad de corte (Cuadro 6). El promedio general del valor de proteína en las hojas de Leucaena fluctuó entre 21.2 % y 25 % en la época lluviosa y entre el 19.8 % y 22.3 % en la época seca; el decrecimiento del contenido de proteína de la época de lluvias a la época seca fue de 11 %. En relación con el contenido de proteína en tallos tiernos, este fluctuó entre 10.9 % al 16.5 % en la época lluviosa y entre 12.1 % y 13.7 % en la época seca, para un decrecimiento en la época lluviosa de 7.1 %. Comportamientos similares en los pastos de Camerún y King Grass se evidencian en el estudio realizado en Cartago – Costa Rica por Araya y Boschini (2005), donde el contenido de proteína disminuyó al aumentar la edad de corte y en Leucaena Sánchez y Farias (2008), determinaron que aun cuando el contenido de proteína cruda disminuyó a los 84 días de edad de corte, este mostró estabilidad para el resto de los períodos evaluados a pesar del efecto perjudicial de la sequía y el extenso período de evaluación (168 días), lo que produjo como resultado de estos cambios, una pérdida de 12.4 puntos porcentuales con respecto al inicio.

CONCLUSIONES

La inclusión de Leucaena en los dos pastos de cortes evidencian su potencial como recurso forrajero, ambos componentes (pastos y Leucaena) responden favorablemente en su crecimiento en las dos épocas y mejora la oferta forrajera al hacer un aporte complementario importante, tanto con la biomasa de hojas y tallos tiernos, como también por su contenido de proteína cruda.

La disponibilidad de biomasa se incrementó al aumentar la edad de corte en ambas épocas, efecto contrario pasó con el contenido de proteína cruda, la que disminuye al aumentar la edad de corte, sin embargo, mostró estabilidad en el resto de los períodos evaluados según la época, aspectos importantes que deben ser considerados en la planificación forrajera.

AGRADECIMIENTOS

A las autoridades de la Universidad Internacional Antonio de Valdivieso (UNIAV) por la confianza y apoyo en la aprobación del financiamiento para la investigación. A Luis Leónidas Campos Landero, por su participación en el levantamiento de datos en el proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado Figueroa, W. E. y Meda Garrido, R. A. (2018). *Efecto del biol como fertilizante orgánico en tres cultivares de Pennisetum purpureum Juigalpa, Chontales, Nicaragua, 2015 – 2016* [Tesis de Ingeniería. Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/3783/1/tmf04a472e.pdf>
- Araya Mora, N. y Boschini Figueroa, C. (2005). Producción de forraje y calidad nutricional de variedades de Pennisetum purpureum en la meseta central de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 16(1), 37-43. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43716106>.

CIENCIA DE LAS PLANTAS

- Bacab, H. M., Solorio, F. J. y Solorio, S. B. (2012). Efecto de la altura de poda en *Leucaena leucocephala* y su influencia en el rebrote y rendimiento de *Panicum maximum*. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 16(1), 65-77. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83723442005>
- Barrantes Echavarría, R. (2002). *Investigación un camino al conocimiento: Un enfoque cualitativo y cuantitativo*. EUNED.
- Espinoza Ruiz, D. A. y Vargas Espinoza, Y. P. (2014). *Alternativas alimenticias utilizadas en el ganado bovino, época seca en el municipio de San Ramón-Matagalpa* [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. <https://repositorio.unan.edu.ni/6988/1/6522.pdf>
- Federación de Asociaciones Ganaderas de Nicaragua. (2020). *Contexto actual del sector ganadero en Nicaragua: Crecimiento Ganadero con cero deforestaciones*. <https://funides.com/wp-content/uploads/2020/01/FAGANIC-ContextoActual.pdf>
- Gringera, J. y Bardo, F. (2005). *Evaluación del estado corporal en vacas lecheras. El Sitio de la Producción Animal*. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_condicion_corporal/09-cc_lecheras.pdf
- Gutiérrez, C. y Mendieta, B. (2018). Caracterización de sistemas ganaderos en seis municipios de Rivas y Carazo, Nicaragua. *La Calera*, 18(30), 14-25. <https://lactalera.una.edu.ni/index.php/CALERA/article/view/325/377>
- Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (2004). *Cadena Agroindustrial: Carne Bovina*. <http://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/6556/BVE30468017e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. (2023). *Tablas climáticas de resumen mensuales. Estación Meteorológica, Rivas, Nicaragua*. INETER.
- Instituto Nacional Tecnológico. (2018). *Manual del Protagonista: Cultivos Agroindustriales*. <https://www.tecnacional.edu.ni/media/AGROINDUSTRIALES.compressed.pdf>
- Madriz Bonilla, H. F. y Hernández Betanco, M. A. (2017). *Evaluación del pasto Maralfalfa sobre el ganado bovino en el corredor seco de Nicaragua* [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional. <https://ribuni.uni.edu.ni/1681/1/JM00015.pdf>
- Moreno Osorio, F. y Molina Restrepo, D. (2007). *Buenas prácticas agropecuarias (BPA) en la producción de ganado doble propósito bajo confinamiento, con caña panelera como parte de la dieta*. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/13487/44223_56472.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Munch, L. y Ángele, E. (1990). *Métodos y técnicas de investigación*. https://etrillas.mx/libro/metodos-y-tecnicas-de-investigacion_3469.
- Passoni Telles, F. J., Arias Carbajal, J. y Vilcara Cárdenas, E. A. (2018). Disponibilidad de forraje en el pasto castilla (*Panicum maximum* Jacq.) según intervalos de corte y crecimiento estacional en una zona costera. *Anales Científicos*, 79(1), 178-181. <https://doi.org/10.21704/ac.v79i1.1160>
- Percy Chacón, C. (s.f). *Cultivo de pastos: Manual de Pastos Cultivados*. SN Power. https://www.academia.edu/36422151/CULTIVO_DE_PASTOS_Manual_de_Pastos_Cultivados?auto=download
- Rodríguez, S. A., Rodríguez, G. R., Marín, Y. E. y Rodríguez, D. (2015). *Alimentación de ganado. Alimentación bovina en épocas críticas de verano en la zona seca de Las Segovias, Nicaragua*. Catholic Relief Services. <https://hdl.handle.net/10568/97434>
- Pérez, N., Rojas, C., Criollo, D., Moreno, J y Guzmán, L. (2015). *Rasgos de especies forrajeras basados en diversidad funcional asociados a la producción de biomasa que contribuyen a la decisión de ganaderos en zonas secas*.
- Sánchez Gutiérrez, A. y Faria Mármol, J. (2008). Efecto de la edad de la planta en el contenido de nutrientes y digestibilidad de *Leucaena leucocephala*. *Zootecnia Tropical*, 26(2), 133-139. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692008000200007&lng=es&tlng=es

DESARROLLO RURAL

Meliponiculturas contemporáneas en Nicaragua: desafíos y oportunidades desde la agroecología

Contemporary meliponicultures in Nicaragua: challenges and opportunities from agroecology

Yorlis Gabriela Luna Delgado¹, Elda Miriam Aldasoro Maya², Peter Michael Rosset³, Helda Morales⁴, Eric Vides Borrel⁵

¹ Dra. Ecología y Desarrollo Sustentable; Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3879-8252> / yorlisln@gmail.com

² Dra. Antropología Ambiental; Cátedra del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología de México; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5411-7499> / miriam.aldasoro@gmail.com

³ Dr. Filosofía; Professor BPV-FUNCAP, Programa de Pós-Graduação em Sociologia (PPGS) da Universidade Estadual do Ceará (UECE), Brasil; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1253-1066> / rosset@globalalternatives.org

⁴ Dra. Recursos Naturales y Medio Ambiente; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7583-2125> / helda.bruce@gmail.com

⁵ Dr. Ecología y Desarrollo Sustentable. Investigador por México, Secretaría Ejecutiva de la Comisión Intersecretarías de los Organismos Genéticamente Modificados. Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología de México; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4416-0797> / ervivoro@gmail.com

Departamento de Agricultura, Sociedad y Ambiente, El Colegio de la Frontera Sur, México

Autor para correspondencia: yorlisln@gmail.com



RESUMEN

La meliponicultura es un legado presente en la vida rural en Nicaragua que se encuentra en riesgo de desaparecer por la pérdida de diversidad biocultural. Ésta sostiene vínculos socioecológicos indispensables para la agricultura campesina y la reproducción de la vida. El objetivo de este estudio es analizar el estado de la meliponicultura en Nicaragua, su crecimiento, actores, procesos y aspectos sociales, ecológicos y productivos. Se centra en una investigación acción participativa y el uso de herramientas cuali-cuantitativas. Meliponicultores organizados de todo el país se juntaron para compartir ubicación, motivaciones, saberes, y los desafíos de la actividad. Hay un estimado de 11 963 meliponicultores, que conocen al menos 34 especies de abejas nativas sin aguijón de las cuales crían 22 especies. Estos practican diferentes meliponiculturas: tradicionales (80 %), conservacionistas (11 %) y resignificadas (9 %); cada una involucra diferentes motivaciones, prácticas productivas, procesos socio- ecológicos, pero mantienen como elemento común el arraigo cultural y los

ABSTRACT

Meliponiculture is a legacy present in rural life in Nicaragua that is at risk of disappearing due to the loss of biocultural diversity. It sustains socioecological links that are indispensable for peasant agriculture and the reproduction of life. The objective of this study is to analyze the state of meliponiculture in Nicaragua, its growth, actors, processes and social, ecological and productive aspects. It focuses on participatory action research and the use of qualitative-quantitative tools. Organized meliponiculturists from all over the country came together to share location, motivations, knowledge, and the challenges of the activity. There are an estimated 11,963 meliponiculturists, who know at least 34 species of native stingless bees of which they breed 22 species. They practice different meliponicultures: traditional (80%), conservationist (11%) and re-signified (9%); each one involving different motivations, productive practices, socio-ecological processes. However, they maintain as common elements cultural roots and contemporary knowledge. We found that, since 2008, there has been a revitalization and growth

Recibido: 9 de octubre del 2023
Aceptado: 21 de febrero del 2024



Los artículos de la revista La Calera de la Universidad Nacional Agraria, Nicaragua, se comparten bajo términos de la licencia Creative Commons: Reconocimiento, No Comercial, Compartir Igual. Las autorizaciones adicionales a las aquí delimitadas se pueden obtener en el correo donald.juarez@ci.una.edu.ni

© Copyright 2024. Universidad Nacional Agraria (UNA).

DESARROLLO RURAL

saberes contemporáneos. Se encontró que desde el 2008 existe una revitalización y un crecimiento de las meliponiculturas contemporáneas producido por la ejecución de al menos 16 proyectos regionales ejecutados por el estado, las organizaciones campesinas, la academia y aliados externos. Un aspecto clave ha sido el liderazgo de personas que retoman la meliponicultura como un pilar de sus procesos agroecológicos e identidad cultural. Las zonas de mayor crecimiento de las meliponiculturas coinciden con las regiones históricas de pueblos indígenas y de procesos agroecológicos sólidos. Hay dos visiones en diálogo y conflicto: el abejero centrado en la salud de las colmenas y otra centrada en la miel, no obstante, entre actores hay diálogo para resolver los desafíos ambientales, socio culturales, comerciales y de innovación. **Palabras clave:** meliponinos, crianza de abejas nativas, saberes, procesos agroecológicos.

of contemporary meliponicultures produced by the implementation of at least 16 regional projects executed by the state, peasant organizations, academia and external allies. A key aspect has been the leadership of people who have taken up meliponiculture as a pillar of their agroecological processes and cultural identity. The areas of greatest growth in meliponiculture coincide with the historical regions of indigenous peoples and solid agroecological processes. There are two visions in dialogue and conflict: the beekeeper focused on the health of the hives and the other focused on honey; however, there is dialogue between actors to resolve environmental, socio-cultural, commercial and innovation challenges.

Keywords: Meliponinos, native bee breeding, knowledge, agroecological processes.

La polinización es uno de los servicios ecosistémicos más importantes para el sostenimiento de las redes de vida. Las abejas se encuentran entre los polinizadores más importantes de la Tierra. La mayor parte de abejas nativas son solitarias, sin embargo, se encuentra una tribu denominada meliponini o abejas nativas sin aguijón, que son altamente sociales. Estas abejas son los mejores polinizadores de las plantas nativas por la coevolución planta-abejas, son catalogadas como bioindicadores ambientales y seres clave en la producción agroecológica (Wolff y Sevilla, 2012; Quezada-Euán *et al.*, 2022). La meliponicultura es la crianza de abejas nativas sin aguijón, y manifiesta la relación entre las personas, los paisajes y la cultura. En Mesoamérica la meliponicultura es prehispánica y ha sido practicada de manera ininterrumpida durante más de dos mil años (Sotelo *et al.*, 2012). Negrín y Sotelo (2016) la definen como un patrimonio cultural vigente. Por otra parte, Aldasoro *et al.* (2021), Chan *et al.* (2019), y Simms y Porter-Bolland (2022) señalan que la meliponicultura es un legado biocultural.

La meliponicultura forma parte de los saberes, es decir los conocimientos, prácticas y creencias (Toledo y Alarcón-Cháires, 2012) que aún sobreviven en las familias campesinas (Aldasoro *et al.*, 2023). En Nicaragua los primeros reportes de las abejas nativas y su vínculo con las personas son de 1523, cuando el conquistador Gil González Dávila describe a los nativos nicaragüenses como amantes de las abejas y a las abejas como “desprovistas de armadura” (Esgueva, 2006). Durante la época colonial el sistema de encomiendas estableció la entrega de miel y cera a los encomenderos una vez al año (Kühl, 2010). Fue tanta la producción de miel y cera de abeja nativa, que Nicaragua se convirtió en una referencia dentro de Centroamérica para comerciar mieles nativas.

Durante más de 300 años se exportaron mieles nativas desde Nicaragua hasta Perú, Sudamérica y Europa, siendo la miel nicaragüense muy buscada por sus cualidades organolépticas y medicinales. El hecho de que, entre las mieles de América, la miel nicaragüense haya sido famosa es significativo, ya que para los conquistadores las mieles de América ya de por sí eran muy deliciosas (Dos Santos *et al.*, 2021). Pero no sólo la miel fue muy apreciada en la sociedad colonial, sino también la cera; el cronista Bernabé Cobo describe la cera de Nicaragua como particular y diferenciada por su calidad (Cobo, 1653). Fue tan alto el volumen de miel y cera, que el control del comercio creó conflictos entre comerciantes guatemaltecos y nicaragüenses (Esgueva, 2006).

A pesar de la fama de las mieles nativas nicaragüenses en la época prehispánica y colonial, hay pocos registros sobre los saberes en la meliponicultura, probablemente por la desconfianza de los indígenas a contar sus prácticas de vida; situación que es observada por los exploradores de la expedición Malespín en 1789, que según Galera y Peralta (2016) describen a los indígenas cómo celosos de develar sus secretos. En 1874 el naturalista Thomas Belt describió que la gente tenía diferentes tipos de abejas guindadas en los alrededores de las casas y vincula el carisma de las personas con el de sus abejas. Conzemius (1932), describe 16 tipos de abejas cuidadas en troncos en los alrededores de las casas en la costa Caribe. Wille (1976) menciona que las personas tenían troncos en sus casas en las orillas del lago de Granada. Lo planteado por Wille fue constatado por los testimonios de personas mayores quienes plantean la pérdida de la meliponicultura y que hasta hacía 50 años, todas las casas campesinas tenían meliponarios con un gran número de colmenas, con ranchos destinados para su producción y con rendimientos de la especie *Melipona beecheii* de diez

DESARROLLO RURAL

litros por colmena. En la actualidad los rendimientos de esta especie son de solo 1.5 litros en el Pacífico y Sur, lo que sugiere que las abejas no tienen suficientes condiciones de salud (Luna y Angulo, 2019).

Los saberes de la meliponicultura son saberes agroecológicos esenciales para el manejo de los paisajes, ya que forman parte de la agroecología histórica (Rivera-Núñez, 2020; Remmers, 1993). Estos saberes ancestrales no son estáticos, se encuentran en constante transformación y diálogo con la “modernidad”, el internet, las redes, personas, procesos y trasfondos epistémicos. Además, se reconfiguran a partir del aprendizaje autodidacta, la experimentación propia, la observación, el intercambio entre personas y el diálogo de saberes entre el conocimiento ancestral y el manejo tecnificado en caja racional. Por eso, en este trabajo se conciben como saberes y meliponiculturas contemporáneas (Aldasoro *et al.*, 2023).

La pérdida de la meliponicultura y sus saberes pone en riesgo la transmisión y la generación de saberes agroecológicos: las floraciones, variedades de árboles, semillas y el manejo agrícola local; de ahí que el objetivo de este trabajo es analizar el estado de la meliponicultura en Nicaragua, su crecimiento, actores, procesos y aspectos sociales, ecológicos y productivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en Nicaragua, país mesoamericano y afrocaribeño, ubicado en el centro del istmo centroamericano, corredor biológico y cultural entre norte y sur de América. Se usó el enfoque, principios y metodología de la investigación acción-participativa (Fals *et al.*, 1985). Tiene en el diálogo de saberes su eje orientador (Martínez-Torres y Rosset, 2014). Los datos presentados en este estudio se obtuvieron a partir de la combinación de varias técnicas de investigación: talleres, revisión documental, entrevistas a meliponicultores y colaboradores claves, visitas de campo, observación participante y bola de nieve. El trabajo de campo se llevó a cabo desde febrero del 2019 hasta diciembre del 2023 y se realizó en varias fases. El primer contacto fue en el encuentro nacional de apicultores y meliponicultores organizado por el Instituto Nicaragüense de Tecnología agropecuaria (INTA), en enero de 2019; luego con la iniciativa “Meliponas de Nicaragua” en Jinotega y la cooperativa Lalaiko. Se identificaron colaboradores de organizaciones campesinas, academia, escuelas y organismos de cooperación. Durante los años 2021 y 2022 se organizaron seis encuentros regionales y uno nacional en febrero de 2023 para construir un análisis colectivo de las dificultades y fortalezas del sector, entendiéndose este sector como un tejido social y organizativo que se reconfigura constantemente (Juárez, 2019).

Se visitaron municipios de distintos departamentos del país: Jinotega, Matagalpa, Estelí, Masaya, Carazo, Rivas, Boaco, Chontales, Río San Juan y la Costa Caribe

Norte. Además, se recopilaron estadísticas sobre la pérdida de colmenas, los rendimientos y el manejo productivo. Se aplicaron instrumentos individuales para describir los saberes: conocimientos, prácticas y creencias (Toledo y Alarcón-Cháires, 2012), así como las motivaciones y las emociones que describen el tipo de relación de las personas con las abejas (Aldasoro *et al.*, 2023).

Las georeferencias y datos de meliponicultores se obtuvieron a partir de visitas directas de campo y datos compartidos por colaboradores claves: Meliponas de Nicaragua, Cooperativa Lalaiko, Paso Pacífico en Rivas, Centro de Entendimiento con la Naturaleza, Central de Cooperativa Las Diosas, Fundación Entre Mujeres, Central de Cooperativas Flores del Campo, Cooperativa Madre Tierra en Carazo, Cooperativa Apícola de Masaya, al Instituto de Capacitación e Investigación en Desarrollo Rural Integral (ICIDRI) y las sedes nacionales del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), el Ministerio de Economía Familiar, Comunitaria, Cooperativa y Asociativa (MEFCCA), el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA); las delegaciones de Carazo del Ministerio de Turismo y Ministerio Agropecuario; la Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense - Siuna y datos de promotores agroecológicos organizados en el Movimiento de Productoras y Productores Agroecológicos y Orgánicos Nicaragüense (MAONIC), los productores ecológicos del sureste de Nicaragua y promotores individuales comprometidos con las abejas en León y Chinandega.

Además, se hizo revisión bibliográfica y de información disponible en sitios web o páginas de redes sociales, entrevistas en línea, observación participante a eventos organizados por: el INTA, MEFCCA, Meliponas de Nicaragua, Cooperativas: LaLalaiko, Las Diosas, Madre Tierra y las Reserva Privadas Silvestres: Tonantzin, Naturaleza de la Paz, San Valentín, El Oasis, Rancho Franin, el Centro Micelio, el grupo Tierra y Vida, y acompañamiento a actividades productivas a líderes meliponicultores.

Adicionalmente, se organizaron talleres regionales desde la educación popular que incluían trabajos grupales con preguntas claves para realizar un diagnóstico colectivo del sector y seguir ampliando la identificación.

Los datos se codificaron y los meliponicultores se clasificaron en tradicionales, conservacionistas y resignificados (Chan *et al.*, 2019) según los siguientes elementos: los conocimientos, prácticas y creencias asociadas, el vínculo organizativo y el tipo de actividad que realizaban los actores para revalorizar la práctica de la meliponicultura.

Se analizó y trianguló la información a partir de datos de los instrumentos de campo, los planteamientos de los colaboradores claves por territorio. Se tuvo un aproximado de la cantidad de meliponicultores del país, la dinámica por regiones y el tipo de meliponicultura que hacían, lo que

DESARROLLO RURAL

permitió realizar el primer diagnóstico de la meliponicultura contemporánea. Los datos se analizaron basados en el enfoque biocultural que plantea que la diversidad biológica y cultural son mutuamente dependientes y geográficamente coexistentes. Los resultados se presentaron en el encuentro nacional de meliponicultores ejecutado en Managua a inicios del 2023 con 50 personas líderes del sector melipónico. Estos plantearon que hay mucha más meliponicultura de lo encontrado. Se agregaron datos de nuevos lugares, incorporando la región de occidente y Rivas. Finalmente, los resultados fueron presentados como parte del proceso de retroalimentación, con actores clave de la meliponicultura en Nicaragua por medio de reuniones virtuales, presenciales y visitas a todos los actores relevantes a nivel del país.

En este estudio participaron 380 personas, 52 % hombres y 48 % mujeres del total, el 60 % fueron jóvenes. Se aplicaron 60 entrevistas, 80 instrumentos de diagnóstico individual y se realizaron 36 visitas de campo a nivel nacional.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Crecimiento de las meliponiculturas contemporáneas.
En Nicaragua no hay una meliponicultura, sino hay diversas meliponiculturas. El nombramiento plural de las meliponiculturas parte el reconocimiento del pluriverso de contextos (Escobar, 2012) y realidades que trastocan la meliponicultura: la heterogeneidad de paisajes, diversidad de especies, historias, saberes y las distintas formas de construir la relación seres humanos-abejas presentes en el país. De esta manera las formas de hacer meliponi-culturas son el reflejo del tipo de relación seres humanos-naturaleza y de la vitalidad del legado biocultural vigente en un territorio (Negrín y Sotelo, 2016).

Las personas en Nicaragua conocen y se relacionan con al menos 34 especies de abejas nativas sin aguijón [Calero-Perez *et al.*, (2022); Ascher y Rasmussen, (2010); Rosales, (2013) y Montalván, (2021)], de las cuales 22 son conocidas a profundidad y criadas. Estas abejas nativas tienen una gran variedad de nombres comunes asociados con la etología o biología de las especies y en idiomas indígenas mezclados con español (Cuadro 1).

Cuadro 1. Abejas sin aguijón nativas de Nicaragua

Nº	Nombre científico	Nombre común	Criadas
1	<i>Melipona beecheii</i>	Jicote manso, jicote estrella, barcino, jicote real, jicote liso	•
2	<i>Melipona costaricensis</i>	Jicote cacao, jicote negro, jicote canelo	•
3	<i>Melipona panamica</i>	Jicote cacao	•
4	<i>Melipona (Michmelia) fallax</i>	Jicote negro grande	•
5	<i>Tetragonisca angustula</i>	Mariola, chispisa, mosca, chayula, avispita	•
6	<i>Tetragona zieglerei</i>	Mariolon	•
7	<i>Oxytrigona mellicolor</i>	Quitaten, alas de fuego, soncuaniillo, miel de fuego, pringadora	•
8	<i>Scaptotrigona pectoralis</i>	Soncuanchele, soncuan colorado, wakaira, soncuan rojo	•
9	<i>Scaptotrigona mexicana</i>	Soncuan negro	•
10	<i>Scaptotrigona subobscuripennis</i>	Soncuan negro, wakaira	•
11	<i>Scaptotrigona luteipennis</i>	Mandarina, tacanite	•
12	<i>Cephalotrigona zexmeniae</i>	Tamagás, negrita	•
13	<i>Frieseomelitta paupera</i>	Zopilota, alas blancas, jimera, jicotillo, sonteco blanco	•
14	<i>Geotrigona lutzi</i>	Abeja de tierra	•
15	<i>Nannotrigona mellaria</i>	Piquera de cera, chirimilla	•
16	<i>Nannotrigona perilampoides</i>	Chicopipe, tamagasito, negrita, chupamoco	•
17	<i>Paratrigona ornateps</i>	Jicotillo	•
18	<i>Partamona orizabaensis</i>	Boca de sapo, congo	•
19	<i>Partamona bilineata</i>	Congo	•
20	<i>Partamona musarum</i>	Congo	•
21	<i>Plebeia frontalis</i>	Tamagasito	•
22	<i>Plebeia jatiformis</i>	Chatillo, jicotillo	•
23	<i>Plebeia llorentei</i>	Jimero	•
24	<i>Plebeia pulchra</i>	Chatillo, jicotillo	•
25	<i>Trigona corvina</i>	Sonteco, sonteco negro	•
26	<i>Trigona silvestriana</i>	Bocón	•
27	<i>Trigona muzoensis</i>	Congo, conguro	•
28	<i>Trigona nigerrima</i>	Congo	•
29	<i>Trigona fuscipennis</i>	Congo	•
30	<i>Trigona ferricauda</i>	Congo	•
31	<i>Trigonisca schulthessi</i>	Congo	•
32	<i>Trigona fulviventris</i>	Culo de buey, tamagás falso	•
33	<i>Lestrimelitta limao</i>	Limonete	•
34	<i>Scaura argyrea</i>	Comejenera	•

Esta diversidad de meliponinos es criada por un estimado de 11 963 meliponicultores, que tienen en promedio tres especies y como máximo ocho. Las tres especies más criadas son *Tetragonisca angustula*, seguida de *Melipona beecheii* y *Scaptotrigona pectoralis*, de ellas *Tetragonisca angustula* y *Scaptotrigona pectoralis* se encuentran en todo el país, incluso en parques y zonas urbanas mientras *Melipona beecheii* en zonas bajas, calientes y con bosque nativo. *Melipona fallax* se encontró solamente en la zona Norte y húmeda.

El 9 % de estos meliponicultores realizan meliponiculturas contemporáneas resignificadas, el 11 % conservacionistas y el 80 % tradicionales. Se ubican en las zonas Centro y Caribe Norte y Pacífico Sur, y con menor intensidad, en el Centro Sur y Caribe Sur. En la Figura 1

DESARROLLO RURAL

en colores azul y verde meliponarios resignificados y conservacionistas; el azul con mayor número de colmenas y procesos organizativos; el verde con meliponarios de menor número de colmenas; el amarillo con meliponicultores más tradicionales y el rojo son meliponicultores conservacionistas pioneros en la meliponicultura contemporáneas.

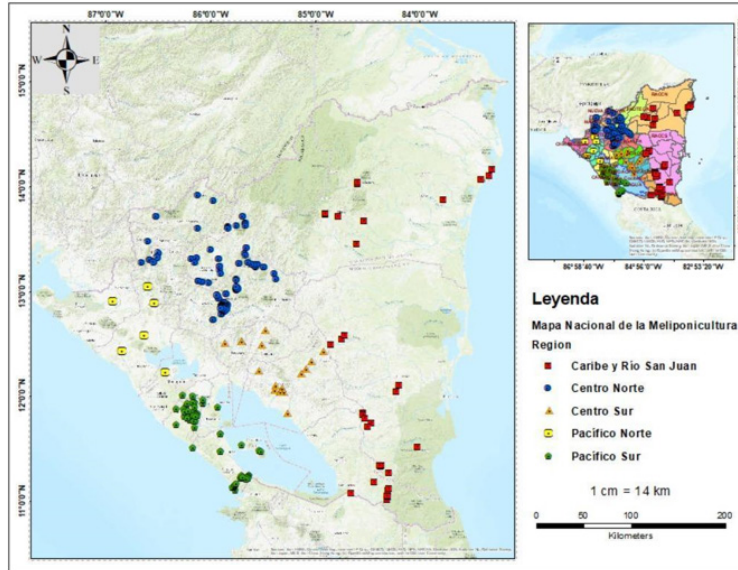


Figura 1. Distribución de las meliponiculturas en Nicaragua.

Fuente. A partir de visitas de campo, datos compartidos por Meliponas de Nicaragua y georeferencias proporcionadas por: Coop. Lalaiko, Paso Pacífico, El CEN, Coop. Flores del Campo, Coop. Madre Tierra, Fundación entre Mujeres, y Meliponicultores del Sureste. Con el soporte técnico de Rolando Dávila.

En la meliponicultura tradicional, generalmente las abejas se manejan en troncos, las cosechan en los meses de verano y resguardan muchos conocimientos tradicionales, hacen la cosecha el 2 de febrero y mantienen una relación espiritual con las abejas (V. Pérez, comunicación personal, 10 de marzo de 2021). La meliponicultura conservacionista tienen técnicas ancestrales, pero incorporan la caja racional, pero no las cosechan o comercializan, las mantienen por respeto, cultura y educación ambiental, estas trampean y trasladan a cajas racionales, cosechan y mantienen los meliponarios.

En la meliponicultura resignificada las crías adquieren nuevos significados que están ajustados a las realidades, la memoria, espiritualidad y cultura local. Estos significados se manifiestan en acciones comunitarias para revalorizar la práctica y activar la memoria agroecológica (Toledo, 2005). Son quienes tienen meliponarios modelos, hacen experimentación campesina, hacen un manejo racional y usan los conocimientos contemporáneos que incluye alimentación artificial, divisiones de colmena en el año, intercambios de reina o cría madura, rescatan nidos, regalan nidos en las escuelas, y se auxilian del aprendizaje por medio

de las nuevas tecnologías de la comunicación como videos tutoriales, están en grupos de WhatasApp y redes sociales de meliponicultura. Son personas activamente vinculadas al intercambio de saberes y acciones comunitarias para el relevo generacional, el cuidado de los paisajes y la meliponicultura sostenible.

Los tres focos de meliponiculturas en Nicaragua coinciden con las zonas históricas de los pueblos indígenas Ulwa-Matagalpa, Chorotega-náhuatl y Chontal; fueron zonas de diálogo entre pueblos del Caribe y el Atlántico y de los focos de resistencia indígena a lo largo de la historia de Nicaragua (Castro, 2017). Además, son sitios que resguardan una buena parte de la agricultura familiar y la agrobiodiversidad, con mayor cantidad de procesos agroecológicos (Rojas, 2019), es decir, son regiones que evidencian el vínculo entre la crianza de abejas nativas y la agroecología como resistencia biocultural (Luna *et al.*, 2022). Esto muestra que las meliponiculturas contemporáneas de Nicaragua son un legado cultural vigente (Negrin y Sotelo, 2016). Este estimado de personas representa sólo el 7 % de productores del país según el Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE, 2011); situación que es alarmante dada la importancia de la meliponicultura para los agroecosistemas, la milpa, el huerto y el monte (Cahuich-Campos *et al.*, 2014), así como la identidad campesina (Negrin y Sotelo, 2016), más aún cuando el 40 % de la población del país es rural (INIDE, 2011).

En la zona Norte de Nicaragua la meliponicultura está inserta en una tipología de fincas agroforestales donde el cultivo principal es el café bajo sombra y dependiendo del tamaño de la finca, esta actividad es combinada con trabajo urbano en las temporadas bajas. En la zona del Pacífico Sur, son pequeñas parcelas altamente diversificadas con frutales, principalmente cítricos, aguacates, mangos, musáceas y frutales nativas en asocio con café; en temporadas bajas el ingreso de la finca es complementado con artesanías, viveros y panadería. En la zona Central, en su mayoría son fincas de pequeña ganadería y granos básicos, y las personas combinan la agricultura familiar con el trabajo en fincas ganaderas grandes.

La preocupación por la pérdida de las meliponiculturas y las abejas es un factor de influencia en las decisiones campesinas en la siembra y reforestación (Dos Santos, 2017), y ha sido la base de los esfuerzos para recuperar la meliponicultura. El primer esfuerzo por recuperar esta práctica de origen ancestral e incorporar nuevos saberes, fue realizado por la iniciativa “Meliponas de Nicaragua” en 1998, sin embargo, el cambio significativo tuvo lugar hasta 2008, con la iniciativa “Alianza comunitaria” (Montenegro *et al.*, 2013), que fue una articulación del sector público, organizaciones campesinas, academia y aliados externos.

DESARROLLO RURAL

Desde el 2008 a la fecha se han desarrollado al menos 16 proyectos de meliponiculturas por parte de organizaciones campesinas, cooperativas y el Estado. Estos proyectos incluyeron a 1 316 personas con sus meliponarios, de los cuales 434 fueron meliponarios resignificados y el 66 % tuvo entre 15 y 80 colmenas con más de seis especies. De la población inicial de los proyectos, sólo el 27 % permaneció activa con meliponarios resignificados una vez finalizados los financiamientos, mientras que el resto se mantuvieron con una meliponicultura tradicional, conservacionista o perdieron las abejas por cambio climático, manejo inadecuado, plagas y falta de floración.

Las personas con meliponarios resignificados se volvieron líderes clave para la recuperación de la práctica en los territorios. Al año 2022 el 50 % del total de las personas y procesos identificados iniciaron de forma autogestiva por una motivación generada por un meliponicultor resignificado, el 27 % inició como participante directo de proyectos y el 23 % indirecto. Las iniciativas que se tejieron con esfuerzos autogestivos, se basaron en el talento local y en el trabajo en red con las organizaciones y los líderes territoriales, funcionando en la práctica como “campesino a campesino” (Holt-Giménez, 2008), creando procesos en cascada y cíclicos. En la Figura 2 se puede ver el incremento continuo de personas, actores, y territorios con procesos sociales en las meliponiculturas.



Figura 2. Crecimiento acumulado de las meliponiculturas en Nicaragua.

Las intenciones en las meliponiculturas han sido diversas: conservar el patrimonio cultural, la diversificación productiva, tener mayores rendimientos, el desarrollo rural sostenible, la restauración ecológica y de la biodiversidad, el empoderamiento de las mujeres rurales, el rescate de saberes, la polinización, el turismo, la educación e investigación. Sin embargo, en la diversidad existe la voluntad de diálogo y articulación entre actores, lo que ha logrado motivar a mujeres, jóvenes, y sobre todo colocar en la agenda pública la crianza de meliponinos. Los testimonios y la acción colectiva de los actores dentro de esta investigación permiten develar

que los hechos relevantes que crearon condiciones para el resurgimiento de las meliponiculturas son:

- 2008-2022, participación ininterrumpida de “Meliponas de Nicaragua” en la generación de saberes locales del sector. Antes del 2008 el único actor que trabajaba en meliponicultura era “Meliponas de Nicaragua”.

- 2008, la formación del grupo “Tamagás Nic” en Masaya, con el proyecto Alianza Comunitaria del INTA, que incluyó al Programa Campesino a Campesino de la Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos, el Estado, la academia y otras asociaciones campesinas (Montenegro *et al.*, 2013).

- 2012, la participación del Centro de Entendimiento con la Naturaleza, el cual asumió la meliponicultura como una tarea histórica, y formó cooperativas de miel de meliponinos, así como la red de jóvenes innovadores en meliponicultura (Guevara y Romero, 2016), la cual contribuyó a la formación de la Red de Reservas Privadas Silvestres en temas de meliponicultura. Este proceso fue con el acompañamiento del MARENA y El Colegio de la Frontera Sur quien brindó el apoyo técnico por medio de la Agencia Mexicana de Cooperación.

- El Programa Nacional de Educación Técnica en el Campo incorporó como facilitadores del programa a promotores de la meliponicultura en Carazo y el grupo Tierra y Vida incorporó la meliponicultura como parte central de su práctica agroecológica y el Centro Micelio

- 2018, la aprobación desde el Estado de la “estrategia de rescate y promoción de la apicultura y meliponicultura en Nicaragua”

- 2021, el liderazgo de la cooperativa Lalaiko que en alianza con “Meliponas de Nicaragua” crea la primera norma técnica nicaragüense para la cosecha y producción de miel de meliponinos, la cual fue aprobada por el Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (MIFIC) a finales del 2022

El crecimiento de las meliponiculturas contemporáneas es también muy influido por las nuevas tecnologías de la comunicación, en especial Whatsapp, YouTube y Facebook (Aldasoro *et al.*, 2023), con grupos, videos y tutoriales referentes al tema. Además, la revitalización de la meliponicultura es un proceso que se está viviendo en toda Latinoamérica (Quezada-Euán *et al.*, 2022). Finalmente, otra fortaleza constituye el diálogo e intercambios entre distintos actores.

Construcción colectiva: actores sociales, roles, diálogo y tensiones. Una fortaleza de las meliponiculturas en Nicaragua es el gran número de actores sociales involucrados, que desde la meliponicultura se reconfiguran hacia la agroecología (Juárez, 2019), y viceversa: desde la agroecología hacia la meliponicultura. Desde 2008 al 2022 se han involucrado

DESARROLLO RURAL

123 actores sociales que incluyen a la academia, el Estado, cooperativas, asociaciones, redes de redes, organismos de investigación y cooperación, escuela, meliponarios urbanos y fincas en transición agroecológica. Todos estos actores están vinculados con procesos agroecológicos; cada uno con sus visiones y experiencias aporta al dinamismo y resiliencia de las meliponiculturas en Nicaragua, como se muestra en la Figura 3.

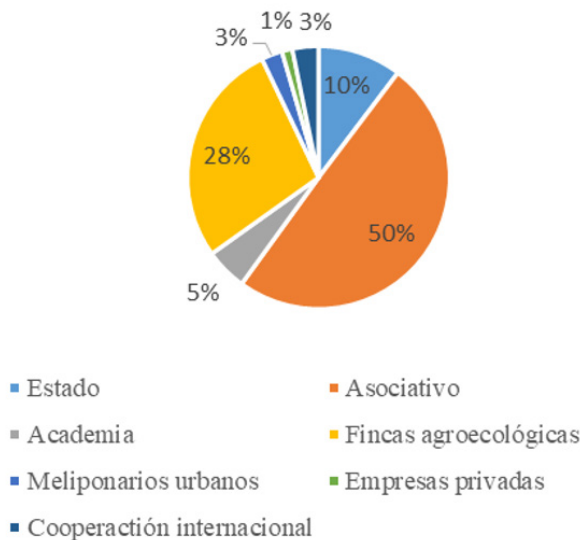


Figura 3. Aporte por actores en la meliponicultura.

Los actores clave son las organizaciones campesinas, (cooperativas, centrales, asociaciones, escuelas campesinas, red de redes), seguido por el Estado (nivel nacional y municipal) y las fincas líderes en la agroecología (Figura 3). El sector organizativo se ha fortalecido mediante la gestión pública y las alianzas con aliados externos. Recíprocamente, la política pública se fortaleció del acumulado de experiencia de las organizaciones.

En este proceso de diálogo y acción colectiva emergen dos visiones: una es la visión del “abejero” y la otra del “mielero”; la primera se centra en la crianza de abejas y la segunda en la producción de miel. Estas tensiones tienen que ver con la naturaleza organizativa, experiencias y visiones de los actores, así como de estrategias diferentes para hacer frente a las presiones de la pequeña economía campesina y los imperios alimentarios (Van der Ploeg, 2012). Las tensiones han sido fuentes de crecimiento y transformación para tener meliponiculturas ajustadas a la realidad sociohistórica de las familias campesinas. Un ejemplo de esto fue la elaboración de la primera norma técnica para la producción de miel de meliponinos, donde los desacuerdos condujeron a la elaboración de dos normativas adicionales. El aporte de cada sector corresponde:

Desde el Estado, las instituciones que se han involucrado más directamente son el INTA, MEFCCA, el MARENA y el MIFIC. Estas instituciones crearon en el 2018 la Estrategia de Promoción de la Apicultura y Meliponicultura, la cual concibe esta actividad como parte del incremento en la producción, los rendimientos, los medios de vida y cultura de las familias campesinas. En el marco de esta estrategia se realizaron reportajes en los canales nacionales, congresos, eventos en línea y talleres de campo. Según el registro de las notas informativas disponibles en las páginas web y redes sociales del MARENA, MEFCCA e INTA durante el periodo de investigación. En estas actividades participaron 985 personas. Cada institución hizo aportes desde su experiencia: mientras el MARENA buscó fomentar la apicultura y meliponicultura como parte del manejo de las reservas privadas silvestres, el INTA y MEFCCA lo hicieron como parte de los medios de vida. Asimismo, se han involucrado alcaldías como las del Ayote en la Región Autónoma del Caribe Sur, Puerto Cabezas en la Región Autónoma del Caribe Norte y el municipio de La Conquista en el departamento de Carazo.

Desde las cooperativas y asociaciones los actores más involucrados en la actualidad son: Meliponas de Nicaragua, la cooperativa Lalaiko, el Centro de Entendimiento con la Naturaleza (CEN), la Central de Cooperativa Las Diosas, la Asociación Tierra y Vida de Carazo, la Cooperativa Madre Tierra en Carazo, el Programa Campesino a Campesino de la Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos en Masaya (López y Gutiérrez, 2016) y Nueva Guinea; la Asociación La Cuculmeca (Guevara y Romero, 2016) y la Cooperativa Flores del Campo en Plan de Granma, Jinotega. Estas asociaciones generan un efecto multiplicador a partir del vínculo con el entramado de redes agroecológicas a nivel nacional. Se caracterizan por impulsar la meliponicultura dentro de un manejo más integrado del paisaje. Asimismo, promueven el consumo de la miel, el procesamiento y agregación de valor por parte de las familias de meliponicultores, además, incorporan perspectivas de salud campesina, soberanía alimentaria, derechos campesinos, agroecología y asociatividad; es decir, tienen una visión sostenible. Por ejemplo, el CEN lo asocia a la defensa del agua y el bosque, la cooperativa Lalaiko al empoderamiento de mujeres y el rescate de saberes ancestrales, y ambos cuentan con centros de acopio y procesamiento de miel de meliponinos.

Estas organizaciones tienen su fortaleza en las familias campesinas y territorios en transición agroecológica, que tienen mucho peso en el sector (Figura 3). Estas fincas tienen meliponiculturas conservacionistas y resignificadas como un pilar del rescate de saberes que implica la agroecología. El 22 % de los meliponarios en estas fincas tienen más de 70 cajas racionales con más de cinco especies. El 20 % tienen pinturas, arte y rótulos

DESARROLLO RURAL

alusivos a las abejas, y todas las fincas realizan educación ambiental a partir de las abejas nativas. Desde la academia al menos cinco universidades se han vinculado por medio de investigaciones asociadas con proyectos: la finca del Instituto de Capacitación e Investigación en Desarrollo Rural Integral (ICIDRI) – Masatepe de la Universidad Nacional Politécnica, la Universidad Nacional Agraria, la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León, la Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense (URACCAN)-Siuna y la Universidad Antonio de Valdivieso de Rivas. También participan aliados externos como son los organismos de cooperación, centros internacionales de investigación y organismos sin fines de lucro, como la Cooperación Japonesa, la Cooperación Mexicana, el Instituto Interamericano de Cooperación Agrícola (IICA), entre otros.

Todo este tejido organizativo se fortalece con la participación de las mujeres, la juventud y la experiencia acumulada de Meliponas de Nicaragua. El 60 % de la meliponicultura resignificada está liderada por mujeres. Muestra del liderazgo femenino es que ellas co-gestionan la Red Nicaragüense de Meliponicultura, red creada a partir de la iniciativa y convocatoria realizada por la cooperativa Lalaiko, red que fue formalizada en un evento de saberes impulsados en el año 2022 en Matagalpa. La conformación de esta red responde a la necesidad de fortalecer el intercambio de saberes y la organización local abejera (Soto-Alarcón, 2022). Los jóvenes tienen un rol de capacitadores de los procesos territoriales, éstos se motivan por la curiosidad al ver los nidos en las cajas y se capacitan de forma autodidacta por medio del internet. Los jóvenes son más motivados por el trasiego a caja racionales y más activos en las innovaciones y experimentación.

Conocimientos socioproductivos, prácticas y creencias de las meliponiculturas contemporáneas. En la meliponicultura tradicional la gente mantiene los troncos, los cuida y los cosecha en marzo y abril. No lleva un manejo sistemático ni participa en organizaciones, son esfuerzos individuales o familiares, que corren el riesgo de desaparecer cuando fallece la persona encargada. En la meliponicultura resignificada predomina la caja racional modelo INPA, y el 32 % tiene un equilibrio en la caja y tronco. Las especies que predominan en caja son *Tetragonisca angustula* y *Melipona beecheii*, mientras que las especies más difíciles de capturar y que no se adaptan bien a cajas racionales no son traspasadas a cajas por temor de pérdida. La cosecha inicia el 2 de febrero

día de la Candelaria y termina en mayo. Está asociada a esfuerzos colectivos. El promedio nacional de rendimiento es de 1.5 litros en el caso de *Melipona beecheii*, y de 0.8 litros en *Tetragonisca angustula*, el cual es mayor en las zonas de mayor conservación ecológica.

El manejo correcto en caja racional es un reto, ya que muchos meliponicultores tradicionales cambian a caja racional motivados por la posibilidad de incrementar rendimientos o el número de nidos, sin embargo, al no seguir recomendaciones técnicas de manejo terminan perdiendo las colmenas o regresando a una meliponicultura tradicional. En la Figura 4 se observa que las prácticas más generalizadas corresponden a un manejo básico: captura, traspaso y cosecha, postcosecha; asimismo, se observa que la división, alimentación, control de plagas y postcosecha, son más difíciles de interiorizar e implican un manejo avanzado. El paso de un manejo básico hacia un manejo avanzado es el principal reto en las meliponiculturas contemporáneas.

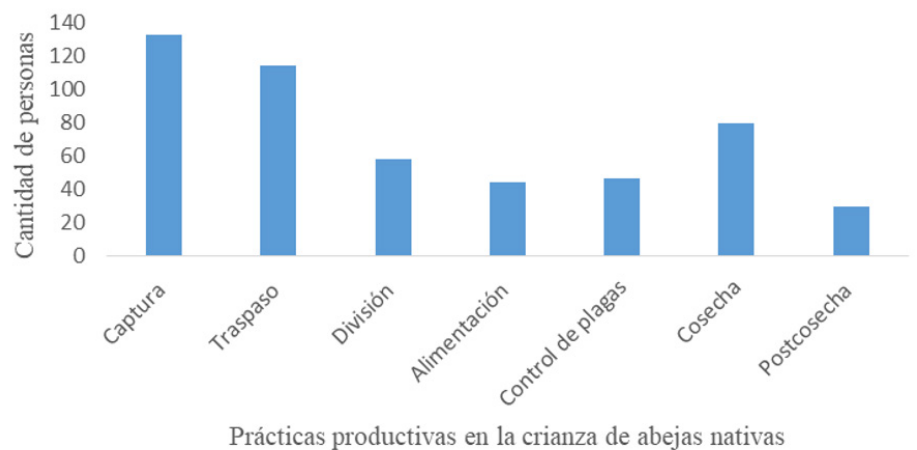


Figura 4. Aplicación de prácticas contemporáneas.

Las meliponiculturas con manejo avanzado se ubican principalmente en los departamentos de Matagalpa y Jinotega, y en el resto del país hay un manejo básico, con dificultades en las divisiones y manejo de plagas. El diálogo e intercambio de saberes entre los grupos del Norte del país y el Sur, ha sido una alternativa para mejorar el manejo. El manejo inadecuado en los meliponarios por parte de meliponicultores y asesores externos influye en la pérdida de colmenas; así, en el año 2021 y 2022 fueron reportados en las visitas de campo un promedio de pérdidas de 2.5 colmenas por meliponicultor al año ocasionado por mal manejo, cambio climático, falta de floración, contaminación por agroquímicos, huracanes y plagas. El caso extremo fue de un meliponicultor de Rancho Grande, Matagalpa, quien reportó pérdida de 80 nidos de mariolitas (*Tetragonisca angustula*) en el mismo período por uso excesivo de agroquímicos de los vecinos.

DESARROLLO RURAL

Las plagas que más se reportan son las hormigas, la mosca fóride (*Phoridae*) y la abeja limonete *Lestrimelitta sp.* Para detener la proliferación de las hormigas se utiliza control manual, matando las hormigas o poniendo cal o aceite negro en las bases de los meliponarios. Para la mosca fóride o mosca vinagrera se ponen trampas con vinagre y se siguen prácticas como no manipular la colmena excesivamente, no realizar trasiegos o divisiones en época de poca floración y húmeda y se siembra hierbas aromáticas en los alrededores. Asimismo, el meliponario debe estar limpio y alejado de fuentes de fruta podridas o materia orgánica en descomposición, ya que es el hábitat de la mosca vinagrera. Adicionalmente se colocan trampas de tubos PVC (policloruro de vinilo) para hacer más extensa la piquera y ayudar a las abejas guardianes a cuidar mejor la entrada de cualquier enemigo natural.

Para combatir a la *Lestrimelitta sp.*, se separa la colmena afectada y se recuperan los discos de crías y se colocan nidos de Soncuan chele (*Scaptotrigona pectoralis*) que son más defensivos frente a la abeja limonete. Cuando hay peleas entre nidos de esta o diferente especie se corta ajo, cebolla o aromáticas para apaciguar. Se colocan hierbas aromáticas en el meliponario (J. M. Rosales, comunicación personal, 2 de junio de 2021).

El 100 % de los meliponicultores entrevistados manifiestan amplios conocimientos etológicos, morfológicos y ecológicos de las abejas y la mitad realizan otras actividades como la construcción de casas de semillas nativas, viveros, reforestación, bioinsumos, entre otras iniciativas para la transición agroecológica (Luna *et al.*, 2022). No obstante, el 30 % participa en actividades adicionales como impartir talleres en escuelas, regalar nidos, capacitar a otros y fomentar la actividad.

Estos saberes ancestrales y contemporáneos se encuentran en constante cambio y transformación en la medida del contacto con las abejas y el territorio (Aldasoro, 2012; Aldasoro *et al.*, 2021). Son saberes agroecológicos esenciales que no sólo pueden restaurar las relaciones productivas y ecológicas, sino subsanar el entramado simbólico de la relación ser humano-naturaleza (Val y Rosset, 2022); entramado complejo ser humano-naturaleza que se manifiesta en sentimientos, emociones y creencias asociadas con la crianza de abejas, es decir emanan de una profunda espiritualidad agroecológica (López Valentín *et al.*, 2020). Las emociones correlacionadas por las personas al trabajar con abejas son: felicidad, curiosidad, emoción, alegría, paz, belleza, inspiración, y tristeza y miedo a perderlas. Los testimonios muestran que la crianza de abejas conlleva una búsqueda de nuevos sentidos de vida y concepciones estéticas (López, 2021), más allá de la miel y el rendimiento (Chan *et al.*, 2019). Las creencias son parte de estos nuevos sentidos: la abeja bruja y misteriosa es la *Cephalotrigona zexmeniae*, la cual carga con mala suerte a quien la lastima, y

con buena suerte a quien la cuida, sin embargo, no cualquier persona puede tenerlas, hay que ser persona de bien para cuidar abejas. Esto es similar a lo reportado por Cahuich-Campos *et al.* (2014) y Chan *et al.* (2019) en diferentes zonas de México.

Uso, comercialización de la miel y subproductos. La miel de meliponinos tiene un alto potencial medicinal (Espinoza, 2019), por eso el dicho popular dice: “miel de jicote para todos los males”. Las mieles son usadas en enfermedades respiratorias, en la piel, carnosidad en los ojos y en el posparto. El 100 % de los encuestados regaló miel en su comunidad durante el tiempo de la pandemia de COVID-19. La miel y sus subproductos se comercializan a escala local y en dos centros de acopio, uno del Centro de Entendimiento con la Naturaleza y otro de Lalaiko, luego son distribuidas en farmacias, entre curanderos y compradores individuales, aportando así a la economía familiar (Guevara y Romero, 2016).

Fortalezas y desafíos de las meliponiculturas. Las fortalezas de las meliponiculturas en Nicaragua son: el legado cultural, el tejido organizativo que lo impulsa, el diálogo entre actores, el vínculo con los procesos agroecológicos y el creciente interés público. Sin embargo, este interés sin el adecuado cuidado por la salud de las abejas y los paisajes puede corromper el vínculo cultural entre las abejas y las personas (Chan *et al.*, 2019). Otros desafíos de las meliponiculturas son: la deforestación y cambio de uso de suelo, la expansión de los monocultivos, la falta de regulaciones para el uso de agroquímicos, el deterioro de los paisajes, la migración de los jóvenes del campo, la pérdida y erosión de los saberes campesinos. Estos desafíos no son exclusivos del país, ya que guardan similitudes con los retos de la meliponicultura latinoamericana (Quezada-Euán *et al.*, 2022). A lo anterior se suman las insuficientes cadenas de comercialización de miel de meliponinos y la generación de información desde la antropología, sociología, biología, agroecología entre otras ciencias y disciplinas.

CONCLUSIONES

Las meliponiculturas se manifiestan como una diversidad de saberes contemporáneos que anclan a las raíces, la historia y las memorias agroecológicas, crean conexiones duraderas entre personas, organizaciones y territorios. La mayor fortaleza de las meliponiculturas en Nicaragua es el arraigo cultural de cientos de familias campesinas a criar los meliponinos. Desde el 2008 se han desarrollado muchos proyectos de meliponiculturas contemporáneas y esfuerzos autogestivos que incorporan el rescate de saberes, el uso de caja racional y un manejo tecnificado. Los actores más involucrados son las organizaciones y cooperativas, las familias campesinas

DESARROLLO RURAL

líderes en la transición agroecológica, seguido del Estado y las organizaciones aliadas a esta actividad. Las zonas de mayor crecimiento de las meliponiculturas contemporáneas coinciden con las regiones históricas de pueblos indígenas y de los procesos agroecológicos. Entre los actores hay dos visiones en tensión: una que tiene que ver con la meliponicultura integral que se centra en la abeja, y otra que tiene que ver con la producción y medios de vida; sin embargo, entre actores y visiones hay diálogo para resolver los desafíos ambientales, socioculturales, comerciales y de innovación.

AGRADECIMIENTOS

A José Martí Rosales y su familia, a Joel Montenegro y todos los miembros del grupo de Meliponicultura de Nicaragua. A los miembros de la Cooperativa Lalaiko, Paso Pacífico, al Centro de Entendimiento con la Naturaleza, a la Fundación Entre Mujeres, a la Central de Cooperativas Flores del Campo, a la Cooperativa Madre Tierra en Carazo, a la Cooperativa Apícola de Masaya, al grupo Tamagas Nic, al Instituto de Capacitación e Investigación en Desarrollo Rural Integral

(ICIDRI), a las sedes nacionales del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), al Ministerio de Economía Familiar, Comunitaria, Cooperativa y Asociativa (MEFCCA), al Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA); las delegaciones de los sistemas departamentales de producción, consumo y comercio de la quinta región de Nicaragua, a las delegaciones de Carazo del Ministerio de Turismo y Ministerio Agropecuario; a la Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense (URACCAN-Siuna, a la Universidad Nacional Agraria, a la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-León, a los promotores agroecológicos organizados en el Movimiento de Productoras y Productores Agroecológicos y Orgánicos Nicaragüense (MAONIC) a promotores individuales comprometidos con las abejas en León y Chinandega. A los equipos Abejas y Masificación de la Agroecología de El Colegio de la Frontera Sur, al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología de México. A todos y todas las personas del campo y la ciudad que me recibieron en sus meliponarios y que con su arduo trabajo resguardan el legado biocultural del pueblo de Nicaragua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldasoro Maya, E. M. (2012). Documenting and Contextualizing Pjiekakjoo (Tlahuica) Knowledges through a Collaborative Research Project [Tesis doctoral]. University of Washington.
- Aldasoro Maya, M., Luna Delgado, Y. G. y Enríquez Cattón, M. E. (2021). Abejas sin aguijón y legado biocultural en Mesoamérica. *Ecofronteras*, 25(73), 6-9. <https://revistas.ecosur.mx/ecofronteras/index.php/eco/article/view/2006>
- Aldasoro Maya, E. M., Rodríguez Robles, U., Martínez Gutiérrez, M. L., Chan Mutul, G. A., Avilez López, T., Morales, H., Ferguson, B. G., Mérida, & Rivas, J. A. (2023). Stingless bee keeping: Biocultural Conservation and agroecological education. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6, 7-16. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.1081400>
- Ascher, J. S., & Rasmussen, C. (2010). Report on the Bee Fauna and Pollination in Nicaragua. *Pollination Services for Sustainable Agriculture*. <https://www.researchgate.net/publication/271213969>
- Cahuich-Campos, D., Huicochea Gómez, L. y Mariaca Méndez, R. (2014). El huerto familiar, la milpa y el monte maya en las prácticas rituales y ceremoniales de las familias de X-Mejía, Hopelchén, Campeche. *Estudios de historia y sociedad*, 35(140), 157-184. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-39292014000400007
- Calero-Pérez, M. A., Quiroz-Medina, C. R., Joyce, R., Mérida-Rivas, J. A., Vandame, R. y Sagot, P. (2022). Nuevos registros y listados de abejas sin aguijón (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) en el corredor biológico paso del istmo de Rivas, Nicaragua. *Acta zoológica mexicana*, 38(1), 1-14. <https://doi.org/10.21829/azm.2022.3812510>
- Castro Arias, O. S. (2017). Los Matagalpa: indígenas en pie de lucha. *Raíces: Revista Nicaragüense de Antropología*, 1(1), 105-117. <https://revistashumanidadescj.unan.edu.ni/index.php/Raices/article/view/141>
- Chan Mutul, G. A., Vera Cortés, V., Aldasoro, M. y Sotelo Santos, L. E. (2019). Retomando saberes contemporáneos. Un análisis del panorama actual de la meliponicultura en Tabasco. *Estudios de cultura maya*, 53, 289-326. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0185-25742019000100289
- Cobo, B. (1653). *Historia del nuevo mundo*. Imp. E. Rasco.
- Conzemius, E. (1932). *Ethnographical Survey of the Miskito and Sumu Indians of Honduras and Nicaragua*. Bureau of American Ethnology Bulletin. 106, 1-191. <https://repository.si.edu/handle/10088/15412>
- Dos Santos, C. F., Fiori, M. M. y Bernardelli Silva, W. (2021). Nunca se ha visto miel tan sabrosa... ni picaduras tan dolorosas: abejas y avispas en la América portuguesa y española del siglo XVI. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, 16(2), 1-15. <http://doi.org/10.1590/2178-2547-BGOELDI-2019-0149>
- Dos Santos Moreira, N. (2017). Factores socioeconómicos que influyen sobre la presencia de árboles en fincas del paisaje Centinela Nicaragua-Honduras [Tesis de Maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/8592>

DESARROLLO RURAL

- Escobar, A. (2012). Más allá del desarrollo: postdesarrollo y transiciones hacia el pluriverso. *Revista de antropología social*, 21, 23-62. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83824463002>
- Esgueva Gómez, A. (2006). Nicaragua en los documentos. Instituto de Historia de Nicaragua y Centroamérica, Universidad Centroamericana. <https://biblioteca.clacso.edu.ar/Nicaragua/ihnca-uca/20120808011802/esgueva.pdf>
- Espinoza Toledo, C. (2019). Evaluación de la capacidad antioxidante, actividad antimicrobiana y parámetros fisicoquímicos en mieles de Melipona costaricensis [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Costa Rica]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/18254>
- Fals Borda, O., Molina, G., Fajardo, D., Misas, G., Sánchez, R., Meschkat, K., Pizarro, E., Uribe C., D'Janon F. y Castaño, G. (1985). El marxismo en Colombia. Universidad Nacional de Colombia.
- Galera Gómez, A. y Peralta Ruiz, V. (2016). Historias malaspinianas. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).
- Guevara, F. y Romero, M. (2016). La crianza de abejas como estrategia de diversificación: análisis de las cadenas de miel en El Tuma-La Dalia. https://www.researchgate.net/publication/318214531_La_crianza_de_abejas_como_estrategia_de_diversificacion_analisis_de_las_cadenas_de_miel_en_El_Tuma-La_Dalia
- Holt-Giménez, E. (2008). Campesino a Campesino. Voces de Latinoamérica: Movimiento Campesino a Campesino para la Agricultura Sustentable. SIMAS.
- Instituto Nacional de Información de Desarrollo. (2011). IV Censo Nacional Agropecuario. INIDE. <https://www.inide.gob.ni/Home/dataBasesCENAGRO>
- Juárez, N. H. (2019). Reconfiguración agroecológica en Jalisco: Estrategias para reactivar la soberanía alimentaria y las economías locales. *Brazilian Journal of Development*, 5(6), 6107-6121. <https://doi.org/10.34117/bjdv5n6-121>
- Kühl Arauz, E. (2010). Raíces del Centro Norte de Nicaragua.
- López Barreto, M. F. (2021). La decolonialidad como alternativa para la conservación de la biodiversidad. El caso de la meliponicultura en la Península de Yucatán. *Península*, 16(1), 29-53. <https://www.scielo.org.mx/pdf/peni/v16n1/1870-5766-peni-16-01-29.pdf>
- López Tenorio, J. D. y Gutiérrez Galindo, M. (2016). Sistematización de experiencias en Meliponicultura para el mejoramiento del eslabón producción de la cadena productiva en los municipios de Masatepe, Masaya y Yalí, Jinotega. 2014 [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/3315/>
- López Valentín, R., Rosset, P. M., Zamora Lomelí, C. B., Giraldo Palacio, O. F. y González Santiago, M. V. (2020). Identidad y espiritualidad maya en la Escuela de agricultura ecológica U Yits ká an en Maní, Yucatán, México. *Práxis Educativa*, 16(39), 450-472. <https://doi.org/10.22481/praxisedu.v16i39.6295>
- Luna Delgado, Y. G. y Angulo Sobalvarro, J. A. (2019). Proceso de aprendizaje agroecológico desde la práctica de la meliponicultura: una experiencia de campesinos en Santa Lucía, Nicaragua. *La Calera*, 19(33), 81-87. <https://doi.org/10.5377/calera.v19i33.8845>
- Luna, Y., Aldasoro Maya, E. M., Borrell, E. V., Morales, H., Rosset, P. (2022). Crianza de abejas nativas: una pedagogía agroecológica con raíces. *Revista Brasileira de Educação do Campo*, 7, e14508-e. <https://doi.org/10.20873/uft.rbec.e14508>
- Martínez-Torres, M. E. y Rosset, P. M. (2014). Diálogo de saberes in La Vía Campesina: food sovereignty and agroecology. *Journal of Peasant Studies*, 41(6), 979-997. <https://doi.org/10.1080/03066150.2013.872632>
- Montalván, D. (2021). Abejas Nativas de Carazo [Ponencia]. I Congreso de Meliponicultura. Boaco, Nicaragua.
- Montenegro, J. D., Balmaceda, L. y Lacayo, L. (2013). Aporte de la meliponicultura a la economía familiar en El Pochote, El Arenal y Nuevo Amanecer, Masatepe, Masaya, 2013. *La Calera*, 14(23), 89-95 <https://lactalera.una.edu.ni/index.php/CALERA/article/view/214>
- Negrín Muñoz, E. y Sotelo Santos, L. E. (2016). Abejas nativas, señoras de la miel. Patrimonio cultural en el estado de Campeche. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Sociales y Humanísticas (RICS)*, 5(9), 162-185. <https://www.rieh.org.mx/index.php/RICS/article/view/69>
- Quezada-Euán, J. J. G., May-Itzá, W. J., De la Rúa, P., & Roubik, D. W. (2022). From neglect to stardom: how the rising popularity of stingless bees threatens diversity and meliponiculture in Mexico. *Apidologie*, 53, 1-20. <https://doi.org/10.1007/s13592-022-00975-w>
- Remmers, G. (1993). Agricultura tradicional y agricultura ecológica: vecinos distantes. *Agricultura y sociedad*, 66, 201-220. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=82907>
- Rivera-Núñez, T. (2020). Agroecología histórica maya en las tierras bajas de México. *Ethnoscintia-Brazilian Journal of Ethnobiology and Ethnoecology*, 5(1). <https://periodicos.ufpa.br/index.php/ethnoscintia/article/view/10284/0>
- Rojas Meza, J. (2019). Aspectos conceptuales y metodológicos del escalonamiento agroecológico. *Revista Científica Tecnológica*, 2(2), 1-7. <https://revistarecientec.unan.edu.ni/index.php/recientec/article/view/171/171>
- Rosales, J. (2013). Indicadores productivos de la Meliponicultura en Nicaragua [Ponencia]. XII Congreso Mesoamericano de Abejas Nativas. San José, Costa Rica.
- Simms, S. R., & Porter-Bolland, L. (2022). Local ecological knowledge of beekeeping with stingless bees (Apidae: Meliponini) in Central Veracruz, Mexico. *Journal of Apicultural Research*, 61(5), 717-729. <https://doi.org/10.1080/00218839.2021.1965400>

DESARROLLO RURAL

- Sotelo Santos, L. E., Guerrero Gómez, M. E. y Álvarez Asomoza, C. D. (2012). El cultivo tradicional de la abeja *Melipona beecheii*. Una constante del huerto familiar entre los mayas de Yucatán. En R. Mariaca Mendez (ed.), *El huerto familiar del Sureste de México* (pp. 293-322). Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental del Estado de Tabasco El Colegoi de la Frontera Sur. https://www.researchgate.net/profile/Leopoldo-Medina-2/publication/236870993_El_huerto_familiar_del_sureste_de_Mexico/links/02e7e519c0b4aa7874000000/El-huerto-familiar-del-sureste-de-Mexico.pdf
- Soto-Alarcón, J. M. (2022). Resistencias ambientalistas de mujeres indígenas: El feminismo decolonial latinoamericano y la ecología política feminista. *Revista de Estudios de Género y Sexualidades*, 48(2), 149-165. <https://doi.org/10.14321/jgendsexustud.48.2.0149>
- Thomas, B. (2003). *El naturalista en Nicaragua* (J. Incer Barquero, Trad.). Colección Cultural de Centroamérica. (Obra original publicada en 1874). <http://www.bio-nica.info/biblioteca/Belt-Incer-NaturalistaNicaragua.pdf>
- Toledo, V. M. (2005). La memoria tradicional: la importancia agroecológica de los saberes locales. *Leisa. Revista de agroecología*, 20(4), 16-19. <https://es.scribd.com/document/321024185/La-memoria-tradicional-la-importancia-agroecologica-de-los-saberes-locales>
- Toledo, V. M. y Alarcón-Cháires, P. (2012). La Etnoecología hoy: Panorama, avances, desafíos. *Etnoecológica*, 9(1), 1-16. <http://etnoecologia.uv.mx/json/imagenesjson/etnoecologica2012.pdf>
- Val, V. y Rosset, P. M. (2022). Agroecología(s) emancipatoria(s) para un mundo donde florezcan muchas autonomías. Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales. https://biblioteca-repositorio.clacso.edu.ar/libreria_cm_archivos/pdf_2721.pdf
- Van der Ploeg, J. D. (2012). Nuevos campesinos. Campesinos e imperios alimentarios. ICARÍA.
- Wille, A. (1976). Las abejas jicotes del género *Melipona* (Apidae: Meliponini) de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 24(1), 123-147. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/25975>
- Wolff, L. F. y Sevilla Guzmán, E. (2012). Sistemas apícolas como herramienta de diseño de métodos agroecológicos de desarrollo endógeno en Brasil. *Agroecología*, 7(2), 123-132. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/182901>

Riqueza de una finca agropecuaria y su reconfiguración: una propuesta de oferta turística agroecológica

Richness of an agricultural farms and their reconfiguration: A proposal for an agroecological tourism offer

Alfonso José Fernández

Licenciado en Turismo Agroecológico, T.S.U. Informática, Relaciones Industriales. Grupo de Creación Intelectual Venezuela Turística Agroecológica VENTURAGRO. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora, Venezuela. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0678-7014> / alfjosefer@gmail.com



RESUMEN

Los espacios agrícolas ofrecen oportunidades para utilizar la cultura y las tradiciones locales para potenciar el turismo. El objetivo de este artículo es describir la riqueza de una finca agropecuaria y su reconfiguración como una propuesta de oferta turística agroecológica en el Centro de Mejoramiento Genético Ezequiel Zamora, ubicado en el municipio y estado de Barinas al Norte de Venezuela; para esto se utilizó un enfoque cualitativo descriptivo y diseño de campo, apoyado en el método y facetas de investigación acción participante, revisión documental de los diferentes modelos de los sistemas turísticos y análisis descriptivo; los instrumentos de registro de información fueron la observación y la entrevista a profundidad; como herramientas de análisis se usaron tablas de caracterización de los recursos turísticos. La finca es considerada un modelo sistémico funcional, que proporciona diversos enfoques y teorías desde la dimensión turística, lo que aporta a una transformación con visión turísticas agroecológica. A pesar de que la finca es visitada principalmente por estudiantes de la universidad que realizan sus investigaciones; por su riqueza y su potencial reconfiguración, se convierte en una alternativa para el tránsito hacia un turismo agroecológico.

Palabras clave: sostenibilidad, agroecología, turismo agroecológico, reconfiguración y potencial.

ABSTRACT

Agricultural spaces offer opportunities to use local culture and traditions to boost tourism. The objective of this article is to describe the richness of the agricultural farm and its reconfiguration as a proposal for agroecological tourism offer in the Ezequiel Zamora Genetic Improvement Center, located in the municipality and state of Barinas in northern Venezuela, using the qualitative descriptive approach and field design, supported by the method and facets of participant action research, through a documentary review of the different models of tourism systems and descriptive analysis; The instruments for recording information were observation and in-depth interviews; Characterization tables of tourist resources were used as analysis tools. The farm is considered a functional systemic model, which provides various approaches and theories from the tourism dimension, which contributes to a transformation with an agroecological tourism vision. Although the farm is visited mainly by university students who carry out their research, due to its richness and potential reconfiguration, it becomes an alternative for the transition towards agroecological tourism.

Keywords: Sustainability, agroecology, agroecological tourism, reconfiguration and potential.

Recibido: 8 de diciembre del 2023
Aceptado: 20 de marzo del 2024



Los artículos de la revista La Calera de la Universidad Nacional Agraria, Nicaragua, se comparten bajo términos de la licencia Creative Commons: Reconocimiento, No Comercial, Compartir Igual. Las autorizaciones adicionales a las aquí delimitadas se pueden obtener en el correo donald.juarez@ci.una.edu.ni

© Copyright 2024. Universidad Nacional Agraria (UNA).

AGROECOLOGÍA

La reconfiguración del espacio agrario, la globalización y la tecnología han generado cambio significativo en fincas, hatos y unidades de producción agropecuarias, esta despliega grandes riquezas naturales/culturales que han permitido maximizar su oferta de productos y servicios en las comunidades rurales, cumpliendo los principios de sostenibilidad como herramientas de gestión del patrimonio agropecuario y la diversificación de los sistemas socioproductivos para el desarrollo del turismo agroecológico.

El turismo agroecológico tiene el reto de transformar las riquezas de las fincas agropecuarias y los sistemas socioproductivos generando propuestas de destinos turísticos agroecológicos como una alternativa en las comunidades rurales, propiciando la integración, revalorización y la generación de nuevos empleos, a través del aprovechamiento de la agrobiodiversidad, agroecosistemas, la cultura local y diversos paisajes autóctonos de las regiones llaneras.

El turismo agroecológico es aquel que busca un equilibrio sustentable entre la naturaleza con los agrosistemas, el que contempla el desarrollo social, económico y cultural de las comunidades rurales, donde proporcionen servicios, productos y entretenimientos tanto en lugares poco alterados por el hombre, como en lugares en donde el hombre ya ha perturbado el medio natural para practicar ya sea agricultura, ganadería, piscicultura, forestaría o todas a la vez (Santiago-Romero, 2013, p. 8).

El turismo agroecológico es una oportunidad para el desarrollo de las comunidades rurales, aprovechando las fincas agropecuarias para la promoción de destinos turísticos sostenibles, estableciendo una sinergia entre los sistemas socioproductivos, comunidad local, economía circular e innovación cultural, aprovechando la actividades agrícolas y ganadera para el diseño de productos turísticos experienciales, donde los productores promoverán los procesos, técnicas y saberes para el desarrollo del turismo agroecológico en las comunidades rurales.

Según Mora y Chiriboga (2017, p. 2), “Los recursos naturales, los procesos agrícolas y las manifestaciones socioculturales son parte importante para la actividad turística agroecológico”. Es decir, que las fincas agropecuarias incorporando algunos elementos como la infraestructura, planta turística, instalaciones y servicios complementarios dentro de las unidades de producción, generaran ventajas competitivas en el mercado turísticos.

Los sistemas agropecuarios deben apostar al desarrollo sustentable de las finca, granja, hacienda y sistema socioproductivo a través del aprovechamiento de sus recursos naturales, culturales, agrícolas, procesos productivos, sistemas de siembras, crías de animales y gastronomía,

como parte de las potencialidades turísticas existentes. Por ello, los sistemas de producción han sido considerados como una alternativa de desarrollo local, permitiendo integrar las dimensiones tecnológicas, culturales, sociales y ambientales a través de la aplicación de los principios de sostenibilidad y sustentabilidad.

Balmaceda (2006) afirma que un sistema de producción es “una combinación de sistemas de cultivos y sistemas pecuarios simplemente conducidos en los límites autorizados por el aparato de producción (fuerza de trabajo, saber hacer, medios mecánicos, medios biológicos y medios disponibles en la unidad de producción considerada) (p. 6).

Venezuela dispone una mega diversidad geográfica y agrobiodiversidad, por ser un país ubicado en Latinoamérica y el Caribe, presenta una variedad de regiones, en este caso, los llanos abarcan los estados de Apure, Barinas, Cojedes, Guárico y Portuguesa, los que presentan una gran variedad de productores agrícolas, y pecuarios, que son los principales potenciales turísticos a nivel nacional.

De acuerdo con Palmas *et al.* (2020) un sistema está formado por muchos componentes cuyo comportamiento es emergente, esto es, no puede ser inferido simplemente del comportamiento de sus componentes, sino que implica el entendimiento de la autoorganización, que es inherente a la adaptación del propio sistema.

En referencia a tal emergencia y organización, es posible que un modelo sistémico con adición de los atributos de sustentabilidad provea una explicación más integral del sistema de estudio; pues no solo explica las relaciones y las configuraciones del sistema, sino que recupera las propiedades adquiridas y los patrones de comportamiento, a partir de un propósito fundamental: la conservación

Bajo este enfoque, la actividad turística desde la teoría de los sistemas turístico desprende cinco dimensiones o subsistemas, que ha permitido la integración de diversos enfoques sistémicos del turismo a través de la relación del sistema con lo social, económica, cultural, ambiental, tecnológico y político, generando una sinergia de la actividad turísticas agroecológica.

El objetivo de este estudio es describir la riqueza de finca agropecuaria y su reconfiguración como una propuesta de oferta turística agroecológica en el Centro de Mejoramiento Genético Ezequiel Zamora, partiendo de las líneas de creación intelectual, biodiversidad y sistemas socioproductivos venezolanos, adherida en la línea matriz turismo agroecológico y emprendimiento local del grupo de investigación de la Red de estudios transdisciplinario del turismo agroecológico, generando un cambio complejo y multifactorial del uso, manejo y técnicas de las unidades de producción como fincas, hatos, haciendas o granjas con fines productivos, a su vez, poder aprovechar sus potencialidades para el desarrollo del turismo agroecológico.

AGROECOLOGÍA

MATERIALES Y MÉTODOS

El constructo metodológico es cualitativo; Valle *et al.* (2022), sostiene que en este enfoque “los investigadores reconocen su vínculo con la realidad estudiada. Además, su capacidad de acercarse a esa realidad y a los sujetos para poder comprender sus perspectivas, los significados y sus vivencias” (p. 12). Por ello, el tipo de investigación tiene un carácter descriptivo, enmarcado en el diseño de campo, que permitió desagregar los componentes, teorías o modelos sistémicos, apoyado en el método de la Investigación Acción Participante (IAP), con el fin de describir la riqueza de finca agropecuaria y su reconfiguración como una propuesta de oferta turística agroecológica en el Centro de Mejoramiento Genético Ezequiel Zamora.

La finca agropecuaria (Centro de Mejoramiento Genético Ezequiel Zamora), está ubicada en el municipio y estado Barinas al Norte de Venezuela, sus coordenadas geográficas corresponden a: latitud Norte 8°37'53.957" y longitud Oeste 70°14'55.382". En este caso, se pretende la descripción de los espacios agrarios para el desarrollo del turismo agroecológico.

El abordaje de esta investigación se desarrolló a través del estudio sistémico del turismo en tres etapas: la primera se relaciona con la descripción de los subsistemas que integran la finca (diagnóstico), la segunda, las potencialidades turísticas agroecológicas existentes de la finca o unidad de producción, y la tercera, presentar la oferta turística.

Técnicas e instrumentos para el registro de datos.

Tamayo (2012) señala que las técnicas de recolección de datos “Es el procedimiento o forma particular de obtener datos o información” (p. 563). Es este estudio, se aplicó las facetas y etapas de la IAP, realizando una revisión documental de las diferentes teorías, enfoques o modelos turísticos y análisis descriptivo; usando como herramientas las tablas de caracterización de los recursos turísticos según la clasificación de atractivos turísticos del Centro Interamericano de Capacitación Turística (CICATUR, 2019).

Variable en estudio. La variable evaluada fue la riqueza de finca agropecuaria y su reconfiguración como una propuesta de oferta turística agroecológica en el Centro de Mejoramiento Genético Ezequiel Zamora, donde se abordó utilizando el modelo de los sistemas turísticos de Molina (1991), que plantea la identificación de la superestructura, la demanda, los atractivos, la infraestructura, equipamientos e instalaciones.

Para ello, se efectuó un diagnóstico implementando un instrumento de recolección de la información basado en los subsistemas. Asimismo, el análisis de las potencialidades caracterizando los recursos mediante una tabla de clasificación de atractivos turísticos de CICATUR (2019), para ello se registró, categorizó por tipos y jerarquizó, con la finalidad de generar la oferta turística de la finca.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diagnóstico o abordaje del espacio turístico de la finca.

Representa 314 hectáreas de terreno, con una diversidad de bosques, flora y fauna silvestres, considerado un patrimonio biocultural de la región. Esta se ubica en el sector parroquia Alto Barinas Municipio y estado Barinas, dentro de las instalaciones de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora, limitando por el Norte con Barrio Las Colina, al Sur con Av. 23 de enero, al Este con la urbanización La Cinqueña y al Oeste con Alto Barinas.

En el Cuadro 1 se presentan los subsistemas propuestos por Molina (2001), considerando la información registrada en las entrevistas con el personal de la finca.

Cuadro 1. Características de la finca agropecuaria del Centro de Mejoramiento Genético Ezequiel Zamora según subsistemas

Subsistema	Aporte del subsistema
Superestructura	Estudiantes de turismo agroecológico realizan prácticas de campo y levantamiento de información para proyectos turísticos
Demanda	Alrededor de 600 excursionistas por mes o 50 por día
Comunidad receptora	Por ubicarse en las instalaciones de la Universidad Nacional de los Llanos occidentales Ezequiel Zamora, presenta escaso apoyo al desarrollo turísticos, sin embargo, los estudiantes efectúan prácticas agropecuarias, veterinaria y agroecología
Atractivos turísticos	Senderismo, campismo, contemplación de aves, recorridos, sistemas de siembra de café, ecoturismo, cicloturismo, ordeño, faena del llanero y procesamiento de queso
Equipamiento e instalaciones	Cuenta con alojamientos a los alrededores del sector, restaurantes y centros comerciales
Infraestructura	Presenta servicios básicos, seguridad y centros de salud

En el Cuadro 1 se presentan elementos claves para el desarrollo del turismo agroecológico aplicados en una finca agropecuaria o agroecológica, considerando las ventajas y beneficios que esta actividad traería a las comunidades locales, contribuyendo a la creación de nuevas actividades provenientes del Turismo Agroecológico, incorporación de mujeres y jóvenes en nuevos empleos, valorar y revalorar las manifestaciones culturales y sociales que poseen, creación de nuevos empleos adicionales a la producción agrícola y producción alimenticia para mejor calidad de vida de las comunidades receptoras, así como la obtención de nuevos mercados a través del turismo agroecológico.

De esta manera, la finca agropecuaria cumple funciones intrínsecas en los sistemas socioproductivos, pero

AGROECOLOGÍA

es necesario la reconfiguración de acuerdo con la percepción de la oferta turística agroecológica existente. Por ello, en las facetas de los diagnósticos turísticos, es necesario implementar los componentes de los sistemas turísticos, con la finalidad de recabar la información necesaria en los subsistemas propuestos por Molina (1991). Asimismo, el recurso existente y su proximidad en el centro de la ciudad Barinesa, permitirá proponer una oferta turística agroecológica que promueva las potencialidades agrícolas y ganadera, producción de semillas, lácteos y derivados, predominio de una cultura local arraigada en las tradiciones y costumbres del llanero, uso de entornos naturales para la contemplación de aves, la espiritualidad y actividades recreativas.

Molina (1991), plantea que “el sistema turístico se basa en un modelo integrado por la superestructura, la demanda, la comunidad receptora, los atractivos, el equipamiento e instalaciones y la infraestructura” (p. 17). Gunn y Var (2002) considera que “la planificación turística está fundamentada en la demanda y la oferta como las dos fuerzas principales en la conducción del sistema” (p. 8).

Potencialidades turísticas agroecológicas. Según Mendoza (2022), las potencialidades turísticas “están reflejada por demanda y la oferta (Atractivos, Productos y Servicios turísticos) de un territorio con potencialidades turísticas” (p. 11), por ello, se requiere de la identificación de las bondades de los espacios agrarios con potencial turísticos agroecológico.

En el Cuadro 2 se presentan los potenciales turísticos agroecológicos identificados en la finca agropecuaria, tomando como criterios los atractivos turísticos, categorías, tipo y jerarquización.

Cuadro 2. Identificación de atractivos turísticos por categoría, tipo y jerarquía

Atractivo turístico	Categoría del Atractivo turístico	Tipo de atractivo	Jerarquía
Sistema de siembra de café	Natural	Práctica Agroecológico	I
Diosa de la agricultura	Cultural	Monumento	I
Bosques de bambú	Natural	Práctica Agroecológica	I
Corredor de palmas africana	Natural	Práctica Agroecológica	I
Procesamiento de queso	Cultural	Prácticas de Ganadería	I
Faena de llanero	Cultural	Prácticas de Ganadería	I
Contemplación de aves	Natural	Aviturismo	I
Paisajes llaneros	Natural	Ecoturismo	I

Según el Cuadro 2, la finca agropecuaria cuenta con ocho recursos o potencialidades turísticas, distribuido en cinco atractivos naturales y tres culturales, los cuales muestran tres practicas agroecológicas, un monumento cultural, dos practicas ganaderas, actividad de aviturismo y ecoturismo. Naranjo y Martínez (2022) afirma que “la oferta turística esta direccionada a la presentación de productos y

servicios para la promoción de destinos sostenibles” (p. 20). Por ello, los recursos identificados se ubican en el nivel I de jerarquización, lo que indica que son atractivos en la medida que la superestructura aplique las políticas en turismo y que puede convertirse en un potencial para el desarrollo del turismo agroecológico.

Oferta turística de la finca. Sobre la base del modelo del sistema turístico propuesto, se visualizan en el Cuadro 1 y Cuadro 2, elementos bases para la creación de una propuesta de oferta turísticas agroecológica. En este caso, Cabascango (2022), menciona que “Esta actividad ofrece alojamiento rural, gastronomía agroecológica, actividades agrícolas y recreativas como pesca, cabalgatas y caminatas” (p. 5). Por ello, se buscó una alternativa de fomentar un turismo más intrínseco hacia la sostenibilidad, mientras que la sustentabilidad permite impulsar los recursos existentes, haciendo participe a los jóvenes y conocedores de actividades agrícolas.

En este sentido, la propuesta de describir las bondades de la reconfiguración del espacio agrario como una propuesta de oferta turística agroecológica se sumerge en dos aspectos:

1. Creación de circuitos turísticos que incluyan visitas guiadas a los diferentes espacios de la finca agropecuaria que muestren atractivos naturales y culturales de la zona
2. Oferta de cursos y talleres sobre turismo agroecológico y otros temas relacionados con el desarrollo sostenible.

Lo planteado en el Cuadro 1, permite el desarrollo del turismo agroecológico ofreciendo a los visitantes la oportunidad de experimentar la naturaleza de una manera

cercana y auténtica. Esto puede contribuir a mejorar su bienestar físico y mental; además, aprender sobre las prácticas agrícolas y el consumo responsable y sostenible. A su vez, conocerán la cultura local y las tradiciones de las comunidades rurales, impulsando el respeto por la diversidad cultural.

En Venezuela, la actividad agrícola y ganadera ha tenido una serie de transformaciones a consecuencia de

la crisis económica a causa del COVID-19, esta situación generó nuevas ideas a través de emprendimientos turísticos agroecológico, donde los paisaje agrícolas y agropecuario engloban prácticas culturales ancestrales, tradiciones y elaboración artesanal de productos que son medios de consumo en la comunidad rural, los cuales constituyen parte de su cultura y cuyo uso turístico proporciona valor

AGROECOLOGÍA

patrimonial, potenciando el desarrollo de un producto interesante y diverso en el que se relacionan los elementos naturales, agroecológicos y la actividad antropológica. Riveros y Blanco (2003) valoran la importancia de los empleos e ingresos no agrícolas, y conceden gran importancia a la identificación, caracterización, explotación, preservación de los recursos y los activos locales específicos, para generar procesos de bienestar en territorios rurales.

Bajo esta perspectiva, las fincas agroecológicas presenta un enfoque transdisciplinar en sus prácticas y conocimientos agrícolas, agrarias y pecuarias, sistemas que transitan un proceso de transformación e innovación tecnológica enrumada al emprendimiento turísticos agroecológico como estrategia de desarrollo de las comunidades rurales, que presenta características o elementos socioproductivos, aprovechando los recursos o atractivos naturales, culturales y agroecológicos para el diseño de productos turísticos experienciales sostenibles y sustentables.

Por este motivo, Barinas por estar ubicada en la región de los Llanos Occidentales presenta una geografía con grandes potenciales turísticos, los cuales generaran empleos directos e indirectos a través de los recursos agrarios existentes. El turismo agroecológico al aprovechar los recursos como sistema de siembra de café, bosques de bambú, corredor de palmas africana, procesamiento de queso, faena de llanero, contemplación de aves, paisaje llaneros y diosa de la agricultura, se convierten en los principales atractivos turísticos que permitirán el desarrollo de las fincas agropecuarias, ganaderas y agroecológicas, cumpliendo el fin potenciar la producción de los diferentes rubros, generando nuevos empleos con la atención de visitantes o turistas, comercialización y venta de los rubros producidos, y muy importante la degustación de platos típicos, dulcería y bebidas

a base de los productos sembrados, cosechados y procesados para su comercialización a nivel regional y nacional.

De acuerdo con Rodríguez (2016), las fincas agroecológicas “Son sistema de producción agropecuaria que usa y administra en forma armónica la familia la organización dentro y fuera de la finca, comunidad, microcuenca, municipio, microrregión para producir, comprar y vender insumos o productos, para lograr mejores niveles de ingresos y de vida”. (p. 3). Es decir que las fincas agropecuarias permitirán con sus procesos y recursos turísticos agroecológicos establecer sinergia transdisciplinaria entre la interacción del ambiente agroecológico y el socioeconómico, por lo cual trabajar con sistemas de producción es trabajar en forma integrada el desarrollo de la agricultura y la comunidad.

Los beneficios de la integración de las fincas agroecológicas o agropecuaria con la actividad turísticas, trascienden los esquemas tradicionales y promueve alternativas al desarrollo local, partiendo del aprovechamiento de los recursos naturales, culturales y agroecológicos, aplicando la creación de circuitos turísticos que promuevan a los atractivos naturales y culturales, así como la formación relacionada al desarrollo sostenible y su inclusión en los proyectos turísticos locales.

CONCLUSIONES

La finca es considerada un modelo sistémico funcional, que proporciona diversos enfoques y teorías desde la dimensión turística, lo que aporta a una transformación con visión turísticas agroecológica.

A pesar de que la finca es visitada principalmente por estudiantes de la universidad que realizan sus investigaciones, por su riqueza y su potencial reconfiguración, se convierte en una alternativa para el tránsito hacia un turismo agroecológico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Balmaceda Murillo, L. A. (2006). *Planificación de Fincas*. <https://repositorio.una.edu.ni/2436/1/ne20b194.pdf>
- Cabascango, C. (2022). *Hacienda turística para potencializar la actividad agroecológica de la parroquia de Monte Olivo, Carchi, Ecuador* [Tesis de Licenciatura, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12331>
- Centro Interamericano de Capacitación Turística. (2019). *Metodología de inventario turístico*. OEA.
- Gunn, C. A. y Var, T. (2002). *Tourism planning: basics, concepts, cases* (4a ed). Taylor and Francis Books.
- Mendoza Mendoza, K. E. (2022). *Diseño de un Producto Turístico Rural en la Finca Voluntad de Dios, como Iniciativa de Desarrollo Local, en el Recinto Las Mercedes del Cantón 24 De Mayo, Provincia De Manabí* [Tesis de Licenciatura, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/3647>
- Molina, S. (1991). *Planificación Integral del Turismo: un enfoque para Latinoamérica* (2a ed). Editorial Trillas
- Mora Mendez, F. M. y Chiriboga Cisneros, E. F. (2017). Turismo Agroecológico: Alternativa de Desarrollo Turístico Sostenible en la Zona Rural de la provincia del Guayas. *INNOVA Research Journal*, 2(5), 152–162. <https://doi.org/10.33890/innova.v2.n5.2017.270>
- Naranjo Llupart, M. R. y Martínez Rodríguez, M. de los Á. (2022). La oferta turística: precisiones teóricas para su análisis. *Encuentros. Revista De Ciencias Humanas, Teoría Social y Pensamiento Crítico*, (16), 406–422. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6917147>

AGROECOLOGÍA

- Palmas Castrejón, Y. D., Franco Bravo, A. I., López Zapata, L. V. y Giraldo Velásquez, C. M. (2020). Sistemas complejos y turismo: aplicación del modelo de turismo armónico en dos localidades de países latinoamericanos. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 29(2), 354-372. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v29n2.79570>
- Riveros S, H. y Blanco M, M. (2003). *El agroturismo, una alternativa para revalorizar la agroindustria rural como mecanismo de desarrollo local*. IICA-PRODAR.
- Rodríguez Sandoval, R. (2016). *Las fincas agroecológicas*. <https://fundesyram.info/wp-content/uploads/2019/12/2016-JULIO.pdf>
- Santiago-Romero, H. (2013). Ecoagroturismo y agroecoturismo, conceptos integradores de la actividad turística del medio rural. *Revista Iberoamericana para la investigación y el desarrollo educativo*, 10. https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w25216w/S2/agroecoturismo_santiago_romero.pdf
- Tamayo y Tamayo, M. (2012). *El Proceso de la Investigación Científica* (6a ed). Limusa.
- Valle, A., Manrique, L. y Revilla, D. (2022). *La investigación descriptiva con enfoque cualitativo en educación*. Pontificia Universidad Católica del Perú. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/184559>

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

Estructura gráfica descriptiva de circuitos turísticos en Playa Gigante y Playa Amarillo en el municipio de Tola, Rivas, Nicaragua

Graphic-descriptive structure of tourist circuits in Playa Gigante and Playa Amarillo, municipality of Tola, Rivas, Nicaragua

Kimberly Joseth Martínez Guadamuz¹, Emelina Tapia Lorío², Rosa María Reyes Pérez³

¹ Ingeniera en Recursos Naturales con mención en Áreas Protegidas – Graduada UNA, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-3487-485X> / kimmartinez915@gmail.com

² MSc. en Manejo y Conservación de los Recursos Naturales, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9837-7935> / emelina.tapia@ci.una.edu.ni

³ Lic. en Biología, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3342-6131> / mreyes@ci.una.edu.ni

Universidad Nacional Agraria (UNA)

Autor de correspondencia: mreyes@ci.una.edu.ni



RESUMEN

El aprovechamiento sostenible de los recursos naturales incluye diversas actividades que involucra tanto al turista como a la misma población de un determinado lugar. El objetivo de este estudio es diseñar una propuesta gráfica descriptiva de circuitos turísticos en Playa Gigante y Playa Amarillo como estrategia de promoción de estos sitios naturales y como parte del fortalecimiento del desarrollo socioeconómico y de la identidad territorial y cultural del municipio de Tola, Rivas, Nicaragua. El estudio se realizó en la comunidad Gigante (Playa Gigante) y el Tambo (Playa Amarillo) en el municipio de Tola en Rivas, Nicaragua. El trabajo se dividió en tres etapas: 1) planificación 2) recolección de información en campo y 3) procesamiento y análisis de la información. Se desarrolló un taller implementando herramientas participativas para efectuar un diagnóstico turístico de la comunidad Gigante; por medio de una evaluación ecológica rápida se registraron treinta y dos especies de flora, diecinueve especies de aves y dos de mamíferos, las cuales se clasificaron según la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, apéndices de la Convención sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre y vedas nacionales; también se determinaron sitios naturales potenciales para el turismo, se georreferenciaron y nombraron

ABSTRACT

The sustainable use of natural resources includes various activities that involve both tourists and the population of a given place. The objective of this study is to design a descriptive graphic proposal for tourist circuits in Playa Gigante and Playa Amarillo as a promotion strategy for these natural sites and as part of strengthening the socioeconomic development and territorial and cultural identity of the municipality of Tola. The study was carried out in the community Gigante (Playa Gigante) and Tambo (Playa Amarillo) in the municipality of Tola in Rivas, Nicaragua. The work was divided into three stages: 1) planning, 2) information collection in the field and 3) information processing and analysis. A workshop was developed implementing participatory tools to carry out a tourism diagnosis of the Gigante community; Through a rapid ecological assessment, thirty-two species of flora, nineteen species of birds and two of mammals were recorded, which were classified according to the red list of the International Union for Conservation of Nature, appendices of the Convention on Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora and national bans; Potential natural sites for tourism were also determined, georeferenced and interpretive stations named. Six categories of natural sites were identified, which are: lotic waters (continuously moving waters) such as:

Recibido: 10 de julio del 2023
Aceptado: 17 de abril del 2024



Los artículos de la revista La Calera de la Universidad Nacional Agraria, Nicaragua, se comparten bajo términos de la licencia Creative Commons: Reconocimiento, No Comercial, Compartir Igual. Las autorizaciones adicionales a las aquí delimitadas se pueden obtener en el correo donauld.juarez@ci.una.edu.ni

© Copyright 2024. Universidad Nacional Agraria (UNA).

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

estaciones interpretativas. Se identificaron seis categorías de sitios naturales, que son: aguas lóaticas (aguas continuamente en movimiento) como quebrada y estero, costas litorales, acantilados, tierras insulares (islotos), lugar de caza y pesca y lugar de observación de flora y fauna silvestre. Se elaboraron dos mapas ilustrativos con sus estaciones, determinándose tiempo y distancia total de las rutas y posibles actividades interpretativas para cada estación, como material interpretativo se diseñaron cincuenta y una fichas descriptivas de las especies de flora y fauna silvestres, que sirvieron de insumo para crear un catálogo del lugar.

Palabras clave: turismo alternativo, diagnóstico turístico, sistema turístico, ruta, estaciones interpretativas.

Los recursos potenciales de un determinado sitio que funcionan como atractivos turísticos son, según Arriola (2003), los que generan motivación por visitar el sitio, por lo que se deben de considerar como el eje principal en torno al cual se estructura y organiza una visita. La planificación del paquete que se ofrece a un turista requiere la integración de recorridos de circuitos; este mismo autor menciona que, aunque la creación de un circuito turístico no requiere de mayor planificación, es necesario que para su diseño se cuente con las técnicas apropiadas y poseer gran habilidad, cultura, intuición y creatividad.

La organización Conservación Fauna y Flora Internacional (FFI) fomenta estrategias de “medios de vida alternativos” para promover el uso sostenible de los recursos naturales, por esta razón nace la Cooperativa de Pesca y Servicios Múltiples, Playa Gigante R. L., conformada por pescadores de la comunidad; quienes, en su primer acercamiento a un turismo alternativo, han creado una oferta de circuito turístico en Playa Gigante y han seleccionado un circuito inactivo en Playa Amarillo. Ambas iniciativas están orientadas a la interpretación ambiental y hacer del turismo una herramienta para la conservación. Para ello, es necesario implementar en ambos circuitos, actividades que se ajusten a un perfil ecoturístico, dejando atrás el llamado turismo de sol y playa.

En lugares como las Isletas de Granada y todos los incluidos en la actual Ruta del agua (lago Cocibolca hasta el río San Juan) se cuenta con estructuras gráficas que describen las diversas estaciones que contiene el circuito acuático. Así mismo diversas reservas naturales, islas, jardines botánicos, centros experimentales y volcanes cuentan con circuitos terrestres en los que también se incluyen estructuras gráficas con estaciones que proporcionan al visitante una experiencia integral que destaca la diversidad biológica del país, manteniendo la conservación del ambiente.

La cooperativa de Pesca y Servicios Múltiples, Playa Gigante R.L está constituida por 12 miembros, todos ellos pescadores originarios de la comunidad de Gigante, con

ravines and estuaries, coastal coasts, cliffs, insular lands: islets, a place for hunting and fishing, and a place for observing wild flora and fauna. Two illustrative maps were prepared with their stations, determining the total time and distance of the routes and possible interpretive activities for each station. As interpretive material, fifty-one descriptive sheets of the wild flora and fauna species were designed, which served as input to create a catalog of the place.
Keywords: Alternative tourism, tourist diagnosis, tourist system, route, interpretive stations.

grandes habilidades, destrezas, capacidad de organización y trabajo en equipo. La cooperativa ha venido trabajando de manera activa en programas de conservación de tortugas marinas y en campañas de limpieza de sus playas, lo que ha posicionado a Playa Gigante como una de las más limpias del Pacífico. Ya han tenido su primera experiencia en la construcción de una jaula flotante, con el fin de contribuir a la conservación de las especies de pargos lunarejo, rojo y seda, y como una vía alternativa de ingresos. El objetivo de este estudio es diseñar una propuesta gráfica descriptiva de circuitos turísticos en Playa Gigante y Playa Amarillo como estrategia de promoción de estos sitios naturales y como parte del fortalecimiento del desarrollo socioeconómico y de la identidad territorial y cultural del municipio de Tola, Rivas, Nicaragua.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio. El estudio se realizó en Playa Gigante en la comunidad Gigante y Playa Amarillo en la comunidad El Tambo, ambos del municipio de Tola en el departamento de Rivas, en el Sur de Nicaragua; las coordenadas geográficas corresponden a 11°26' de latitud Norte y 85°56' de longitud Oeste. Tola limita al Norte con el municipio de Belén, al Sur con el Océano Pacífico, al Este con San Juan del Sur, y al Oeste con el municipio de Santa Teresa, Carazo [Cooperación Alemana Nicaragua (CA, 2011)].

El estudio se desarrolló en tres etapas, cada una con diferentes fases en el periodo comprendido entre marzo y noviembre del 2022.

Etapa I. Se subdividió en: (1) Planificación y búsqueda de información; que incluye revisión bibliográfica de la historia del desarrollo del turismo en Tola, Rivas, principales atractivos naturales, oferta actual del circuito turístico de conservación, plan de manejo de una reserva natural y estudio de impacto ambiental del proyecto de subestación y línea de transmisión de 138 KV Tola, Rivas. Según Ricaurte (2009) se definieron las actividades a implementarse en el diseño del diagnóstico turístico en la zona, quedando Playa Gigante y Playa Amarillo

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

como el área de estudio. (2) Diseño de instrumentos; para el diagnóstico turístico se elaboró un instrumento para el registro de información relacionado con la comunidad receptora, oferta de servicios, infraestructura de servicios, demandas y atractivos. Para la evaluación ecológica rápida se elaboró formato para el registro de especies según nombre de la familia, nombre científico, nombre común, estado de conservación según lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2022), Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES, 2021) y vedas nacionales de las especies de flora y fauna silvestre observadas. (3) Cuatro giras de campo entre los meses de marzo y agosto del 2022 para el reconocimiento del sitio, realizar diagnóstico turístico, registro de información de flora y fauna silvestre y para concretar el diseño del circuito.

Etapa II. Consistió en el registro de información en tres fases: (1) registro de información en campo, para esto se realizó un taller con los miembros de la cooperativa utilizando como herramientas participativas el mapa base de la comunidad y el mapa de recurso; (2) reconocimiento de especies de flora y fauna silvestre, información recopilada a través de un recorrido libre sobre una ruta marina (circuito ubicado en Playa Gigante) y una ruta terrestre (localizada en Playa Amarillo) previamente delimitadas; se hicieron colectas botánicas de las especies desconocidas y fueron identificadas en el herbario de la Universidad Nacional Agraria (UNA), en Managua y (3) georreferenciación de las estaciones interpretativas ya existentes en el circuito turístico de Playa Gigante; en el caso del circuito Playa Amarillo, se seleccionaron, se georreferenciaron y se nombraron las estaciones interpretativas.

Etapa III. Esta etapa se subdividió en dos fases: (1) Procesamiento y análisis de la información, elaboración de mapas de los circuitos acuáticos y terrestres con el programa ArcMap 10.2. (2) A partir de la lista que resultó del reconocimiento de especies de flora y fauna silvestre se diseñaron fichas informativas con el editor de maquetación Publisher, información que forma parte de un catálogo descriptivo que contiene nombre común, nombre científico, estado de conservación, breve descripción morfológica de las especies, hábitat, ecología y período de veda nacional.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según Molina (1991), los subsistemas que componen un sistema turístico son: comunidad receptora, oferta de servicios, infraestructura de servicios básicos, atractivos, equipamiento e instalaciones; entendiéndose a la cooperativa de Pesca y Servicios múltiples Playa Gigante R. L., y a las comunidades de Gigante y El Tambo como las comunidades receptoras.

Los miembros de la cooperativa como representantes de la comunidad Gigante han sido protagonistas importantes en esta propuesta de turismo alternativo, ya que han sido partícipes en su diseño y construcción, han aportado ideas destacando atractivos turísticos existentes y sugerencias de posibles puntos con potenciales atractivos, además, comparten sus conocimientos fungiendo como guías en sus comunidades.

Según Monterrubio (2009), la comunidad no solamente es un espacio geográfico ocupado por habitantes, ésta también debe ser entendida como las características, relaciones y manifestaciones que se desarrollan entre los habitantes. Algunos de los miembros de la cooperativa son contactados por el visitante para obtener un servicio de recorrido u otros servicios turísticos; las actividades que se pueden desarrollar son: buceo, snorkeling, pesca deportiva, avistamiento de ballenas y/o delfines o simplemente disfrutar de la belleza escénica del lugar. Un aspecto a destacar es que un miembro de la cooperativa cuenta con completo dominio del idioma inglés, mientras otros lo dominan a nivel básico. Es entonces la Cooperativa de Pesca y Servicios múltiples Playa Gigante R. L un elemento imprescindible en la existencia y desarrollo del turismo en esta localidad.

Oferta de servicios. Según Pérez (2016), el servicio turístico se puede entender como las actividades que pueden ser diferenciadas entre sí, pero íntimamente relacionadas y que funcionan en forma armónica y coordinada, con el objeto de responder a las exigencias de los servicios socioeconómicos de una determinada corriente turística; sobre la base de este planteamiento y los aportes en el mapa base de la comunidad elaborado por los miembros de la cooperativa, se pudieron identificar cuatro locales para hospedarse (hotel, hostel), cuatro bar-restaurante, una heladería, una miscelánea y un puesto de salud; siendo estos mencionados por Trinidad y Suty-Segovia (2023) como los elementos que los visitantes turistas o excursionistas más demandan y utilizan para disfrutar de las actividades en un lugar ya que cubren las necesidades básicas.

Infraestructura de servicios básicos. La principal vía de acceso es adoquinada, pero existen dos vías de acceso adicionales, vía marítima que va del Astillero, San Juan del Sur, Masachapa y Casares (franja centro sur de la costa del pacífico), y la vía aérea que corresponde al aeropuerto de Costa Esmeralda propiedad de Guacalito de la Isla, de capital privado. Se cuenta con el servicio de transporte público y con cobertura de redes telefónicas, acceso a energía eléctrica y agua potable.

Acosta *et al.* (2007) mencionan la importancia de la infraestructura en los lugares turísticos y su relación con las características y demanda del lugar, ya que esto contribuye

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

al progreso turístico; en este caso de Playa Gigante y Playa Amarillo. De igual manera Ricaurte (2009) señala que infraestructuras como medios de transporte, acceso a comunicación, energía eléctrica, agua potable, atención médica entre otros, son claves para el desarrollo de los sitios turísticos.

Atractivos y demanda. En el circuito de Playa Gigante los atractivos son: Jaula Flotante, avistamiento de ballenas, isla La Anciana a la par de Isla Los Cagados y otro islote y Playa Arena Blanca; en ellos se pueden desarrollar actividades de interpretación ambiental (Cuadro 1). La demanda está compuesta por turistas internacionales y nacionales, aunque este último es poco usual.

Cuadro 1. Distancia y tiempo estimado para realizar actividades en estaciones interpretativas

Atractivos	Distancia de recorrido	Tiempo de actividad (Minutos)
Jaula Flotante	800 m (Punto de partida - Jaula Flotante)	15
Avistamiento de ballenas	3 km (Jaula Flotante - Avistamiento de ballenas)	30
Isla La Anciana e Isla Los Cagados	4 km (Avistamiento de ballena – isla La Anciana e isla Los Cagados en el mismo punto)	40
Playa Arena Blanca	5 km (isla La Anciana e Isla Los Cagados - Playa Arena Blanca)	1 hora 30

Evaluación ecológica rápida. Esta técnica propuesta por The Nature Conservancy (1992) permite tener información con el menor tiempo posible, es adecuada para evaluar diversidad biológica a escala de especies y en la medida de lo posible, dependerá de los recursos y capacidades con los que se disponga. En este estudio, con la evaluación ecológica rápida, se registraron 32 especies de flora en el circuito de Playa Amarillo; el circuito de Playa Gigante en su mayoría es acuático, por lo que únicamente se registra el arbusto de sacuanjoche (*Plumeria rubra* L.) predominante en la Isla La Anciana.

De las especies registradas, únicamente dos especies se encuentran dentro de las vedas nacionales indefinidas: caoba (*Swietenia humilis* Zucc.) y pochote (*Pochota fendleri* (Seem.) W.S. Alverson & M.C. Duarte) lo que indica que estas especies no deberían ser aprovechadas en ningún período del año. Barrance *et al.* (2003), menciona que la caoba es una especie importante en la vertiente del Pacífico de Mesoamérica, debido a que es una madera valiosa, de alta calidad y durabilidad. La caoba es la única especie que se encuentra bajo la categoría en peligro según la lista roja de la UICN (2022) y también aparece en el apéndice II de CITES (2021). A pesar de que el 84.40 % de las especies se encuentran dentro de la categoría de preocupación menor, estas juegan un papel importante en el bosque seco, ya que forman parte de su dinámica, también son especies que sirven de refugio y alimento para los

animales silvestres y son utilizadas por la comunidad para postes, leña y medicina.

La fauna silvestre presente, en su mayoría pertenece a la clase aves, con 19 especies, entre las que se destacan: Güis (*Pitangus sulphuratus* Linnaeus), Chocoyo barbinaranja (*Brotogeris jugularis* Müller), Fragata (*Fregata magnificens* Mathews), Marín pescador (*Megaceryle torquata* Linnaeus), Pijul (*Crotophaga sulcirostris* Swainson) y únicamente dos registros de mamíferos: mono congo (*Alouatta palliata* Gray) y ardilla chiza (*Sciurus variegatoides* Ogilby). El 89.48 % del total de las especies de aves se encuentran dentro de la categoría preocupación menor, el 5.26 % en la categoría de vulnerable y el 5.26 % en estado crítico según la UICN (2022). En el caso de los mamíferos, para el año 2018 el mono congo se encontraba bajo la categoría de preocupación menor y para el año 2021 ascendió a la categoría de vulnerable con una tendencia poblacional decreciente, esta especie fue evaluada por la UICN (2022). Con relación a la ardilla chiza, su tendencia poblacional es estable.

La poca presencia de aves migratorias está relacionada a las fechas en las que se hizo el estudio, ya que la mayor afluencia de estas aves se da entre los meses de octubre y marzo, que según Zolotoff- Pallais y Medina (2005) son fechas en las que el país recibe aves migratorias o migratorias boreales, especies que según Hayes (1995) corresponden a aves que se reproducen en el hemisferio norte y que migran regularmente al sur durante la temporada no reproductiva.

El reconocimiento de flora y fauna silvestre sirvió de insumo para poder elaborar un catálogo del lugar como material interpretativo de ambos circuitos, que contiene fichas informativas de las especies, en total se elaboraron 19 fichas que corresponde a avifauna y 32 fichas para flora.

Complemento de la propuesta de circuito acuático de Playa Gigante y circuito terrestre de Playa Amarillo.

Se elaboró un listado de los sitios naturales, se propusieron actividades y se definió el perfil del turista (Cuadro 2), para ello se tomaron en cuenta las categorías de sitios naturales que propone el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MINCIT, 2010), la actividad que se propone para cada sitio natural fue tomada y adaptada de la Secretaria de Turismo (SECTUR, 2004) “Guía para desarrollar un proyecto ecoturístico”, y el perfil del ecoturista se definió a partir de la propuesta para la planificación turística de Santos-Pavón *et al.* (2016).

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

Cuadro 2. Sitios naturales, actividades y perfil del ecoturista para ambos circuitos

Ubicación	Sitios naturales	Propuesta de actividades ecoturísticas	Perfil del ecoturista
Playa amarillo	Aguas lóaticas (quebrada y estero)	Observación de flora y fauna Fotografía	
Playa Gigante y Playa amarillo	Costas litorales	Fotografía de vistas panorámicas	Investigadores
Playa amarillo	Acantilados	Observación geológica	Medios especializados (revistas científicas, documentalistas...)
Playa Gigante	Tierras insulares (islotos)	Observación geológica Observación de aves marinas y migratorias Proyectos de investigación biológica Fotografía	Estudiantes y público general
Playa Gigante y Playa amarillo	Lugares de caza y pesca	Pesca deportiva Avistamiento de ballenas y/o delfines Fotografía	Personas con interés y conocimiento en los recursos de la zona
Playa Gigante y Playa amarillo	Lugares de observación de flora y fauna	Recorrido sobre circuitos interpretativos Fotografía	

En la Figura 1, se presenta el mapa del recorrido del circuito acuático de Playa Gigante, el que tiene por nombre Pie de Gigante y es de tipo cerrado. Es de modalidad guiada con una distancia total de 12.8 km para recorrerse en un tiempo de dos horas y 47 minutos. La Estación Jaula Flotante está diseñada como ejemplo de buenas prácticas en la

conservación del pargo (*Lutjanus guttatus* Steindachner), la estación avistamiento de ballenas es un buen punto para observación de ballenas jorobadas o delfines, avanzando en el circuito se llega a tres pequeños islotos que están juntos, dos de ellos son conocidos como isla Los Cagados, aunque los tres islotos están juntos, la estación es llamada Isla La Anciana y termina el circuito con Playa Arena Blanca, donde la arena es de color blanco y en ocasiones se pueden ver rastros de tortugas marinas que han visitado la playa.

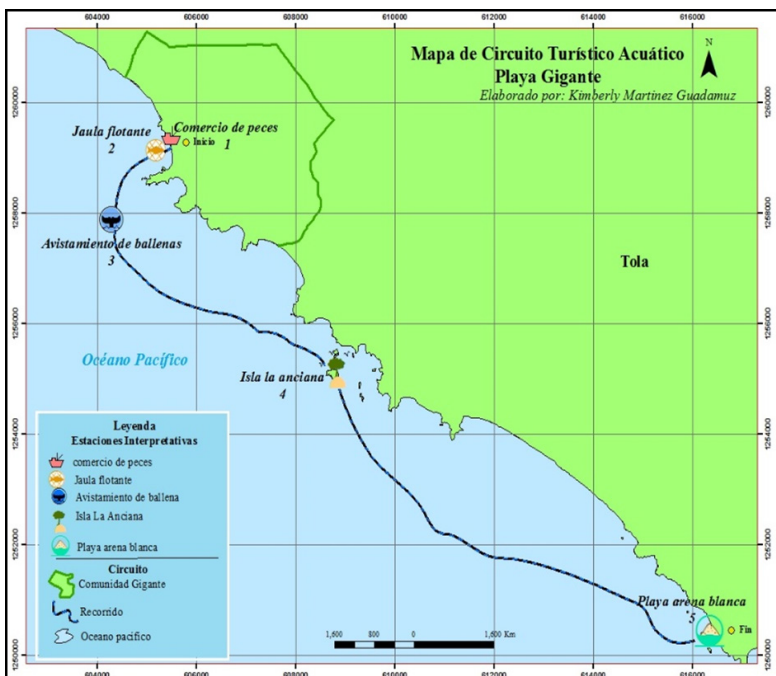


Figura 1. Estaciones del circuito acuático Playa Gigante.

Fuente: Martínez Guadamuz, K. (2022) .

En la Figura 2 se observa el recorrido del circuito terrestre en Playa Amarillo, el que tiene por nombre circuito terrestre Amarillo; es de tipo cerrado, de modalidad guiada, con una distancia de 1.91 km y un tiempo estimado para ser recorrido de dos horas con 32 minutos.

Este circuito está conformado por 10 estaciones correspondientes a: Tamarindo, que es el sitio ideal para la bienvenida de los turistas, está rodeado de una población de árboles de tamarindo (*Tamarindus indica* L.); la siguiente estación es Nido Zapoyol donde se aprecian árboles con nido del chocoyo barbinaranja (*Brotogeris jugularis* Müller) y aves como pájaros carpintero (*Melanerpes hoffmannii* Cabanis), urracas (*Calocitta formosa* Swainson), guardabarranco (*Eumomota superciliosa* Sandbach) y pijul (*Crotophaga sulcirostris* Swainson), el siguiente punto es el Nido Lora Nuca Amarilla (Nido Lora NA)

¹ Martínez Guadamuz, K. (2022) . Universidad Nacional Agraria

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

con una comunidad vegetal que se destaca por la presencia del Árbol de Panamá (*Sterculia apetala* (Jacq.) H. Karst.), ojoche (*Brosimum alicastrum* Sw. subsp. *alicastrum*) y jobo (*Spondias mombin* L.), especies preferidas por la lora Nuca Amarilla (*Amazona auropalliata* Lesson) para construir sus nidos; se continua con las estaciones Quebrada, Piñuela, Sacuanjoche, Cactus, Mirador, Punta Norte hasta finalizar con el estero y retornar a la estación Tamarindo.

atractivos en un determinado lugar; también señala que el éxito del diseño implica técnicas, habilidades, conocimiento de la cultura y costumbres del lugar, intuición y creatividad. Los circuitos se convierten en una de las mejores formas de impulsar la venta de atractivos que abonan al desarrollo económico de las comunidades o empresas.

CONCLUSIONES

Playa Gigante y Playa Amarillo cuentan con potencial para el desarrollo del turismo terrestre y acuático, sin embargo, se debe impulsar los circuitos y sus sitios naturales representado en las estructuras gráficas de este trabajo, a fin de contribuir con la creación de empleos y empresas que fomenten la mejora de la calidad de vida de los comunitarios, involucrado a todos los actores locales.

A partir del material interpretativo que se ha diseñado (51 fichas informativas de especies de flora y fauna silvestre) para ambos circuitos, se aporta al conocimiento de los protagonistas del desarrollo de un turismo alternativo que promueve la conservación del patrimonio natural de sus comunidades.

Se requiere de un inventarios florísticos y faunísticos que incluya los aspectos de importancia ecológica de las especies que quedaron fuera durante la evaluación ecológica rápida, a fin de que se puedan mantener y/o aumentar las estaciones y actividades propuestas en los mapas ilustrativos y promover en los visitantes y comunitarios la comprensión, valoración, respeto y conservación del entorno natral.

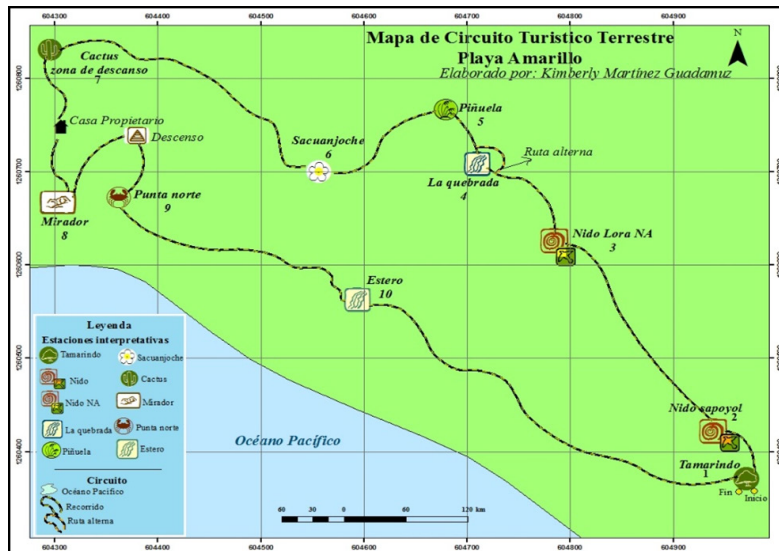


Figura 2. Estaciones del circuito terrestre Amarillo en Playa Amarillo.
Fuente: Martínez Guadamuz, K. (2022)

Arriola (2023) indica que los circuitos turísticos acuáticos o terrestres son de importancia, ya que es la forma articulada y ordenada que permite al visitante lograr una satisfacción máxima en la observación y disfrute de

actividades propuestas en los mapas ilustrativos y promover en los visitantes y comunitarios la comprensión, valoración, respeto y conservación del entorno natral.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta Campoverde, V. E., Bonilla Meza, L. P. y Medrano Andrade, A. M. (2007). *Propuesta de Equipamiento Turístico e Infraestructura de acuerdo a las características y demanda en el Sector de Piedra Larga* [Tesis de licenciatura, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. Repositorio de ESPOL. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/10329>
- Arriola, A. (2003). *La técnica de crear circuitos turísticos*. <https://www.researchgate.net/publication/282133821>
- Barrance, A., Beer, J., Boshier, D., Chamberlain, J., Cordero, J., Detlefsen, G., Finegan, B., Galloway, G., Gómez, M., Gordon, J., Hands, M., Hellin, J., Hughes, C., Ibrahim, M., Kass, D., Leakey, R., Mensén, F., Montero, M., Rivas, C. y Pennington, T. (2003). *Árboles de Centroamérica*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. (2021). *Apéndices I, II y III: Listado de especies amenazadas*. <https://cites.org/sites/default/files/esp/app/2021/S-Appendices-2021-06-22.pdf>
- Cooperación Alemana Nicaragua. (2011). *Plan de desarrollo municipal, municipio de Tola, Rivas*. <https://docplayer.es/36780652-Plan-de-desarrollo-municipal-municipio-de-tola-departamento-de-rivas.html>
- Hayes, F. E. (1995). Definitions for migrant birds: What is a neotropical migrant? *The Auk*, 112(2), 521-523. <https://sora.unm.edu/sites/default/files/journals/auk/v112n02/p0521-p0523.pdf>
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2010). *Metodología para la elaboración del inventario de atractivos turísticos*. <https://docplayer.es/14936288-Ministerio-de-comercio-industria-y-turismo-metodologia-para-la-elaboracion-del-inventario-de-atractivos-turisticos.html>

² Martínez Guadamuz, K. (2022) . Universidad Nacional Agraria

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

- Molina, S. (1991). *Conceptualización del turismo*. Limusa.
- Monterrubio Cordero, J. C. (2009). Comunidad receptora: Elemento esencial en la gestión turística. *Gestión Turística*, (11), 101-112. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223314808005>
- Pérez López, F. I. (2016). *Las áreas naturales existentes en el corredor del río Ambato tramo Tilulún – puente negro y su influencia en la generación de actividades turísticas recreacionales del cantón Ambato provincia de Tungurahua* [Tesis de licenciatura, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/23443>
- Ricaurte Quijano, C. (2009). *Manual para el diagnóstico turístico local: guía para planificadores*. Escuela Superior Politécnica del Litoral. https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5218794/mod_resource/content/1/MANUAL_DIAGN%C3%93STICO_TURISMOLOCAL.pdf
- Santos-Pavón, E., Fernández-Tabales, A., y Muñoz-Yules, O. (2016). La incorporación del paisaje a la planificación turística. Análisis de la estrategia de turismo sostenibles de Andalucía. *Cuadernos de turismo*, (37), 175-202. <https://doi.org/10.6018/turismo.37.256201>
- The Nature Conservancy. (1992). *Evaluación ecológica rápida. Programa de ciencias para América Latina*. Editorial Arlington.
- Trinidad, A. M. y Suty-Segovia, H. I. (2023). Análisis de las necesidades básicas y experiencias turísticas satisfechas en los recursos y atractivos turísticos del Paraguay. Estudio de caso San Carlos del Apa, Concepción, en el periodo 2022. *Revista Internacional de Investigación en Ciencias Sociales*, 19(2), 339-350. <https://doi.org/10.18004/riics.2023.diciembre.339>
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (2022). *The IUCN red list of threatened species*. <https://www.iucnredlist.org>.
- Zolotoff-Pallais, J. M. y Medina Fitoria, A. R. (2005). *Evaluación ecológica rápida (EER): Los Playones-Playa Madera, municipio de San Juan del Sur, departamento de Rivas*. <http://www.bio-nica.info/biblioteca/ZolotoffMedina2005.pdf>

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

Influencia del uso del suelo en los niveles estáticos de pozos de la microcuenca del río La Carreta, San Juan de Cinco Pinos, Chinandega, Nicaragua

Influence of land use on the static levels in wells in La Carreta river microbasin, San Juan de Cinco Pinos, Chinandega, Nicaragua

Mariann José Espinoza Acuña¹, Félix López Barrientos²

¹ Ingeniera forestal, Universidad Nacional Agraria (UNA), Dirección Específica de Ciencias Ambientales y Cambio Climático, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8862-8297> / mariann.espinoza@ci.una.edu.ni - mareacuna11@gmail.com

² Ingeniero en Recursos Naturales, graduado UNA, ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-6663-1362> / felixfl1993@gmail.com

Autor de correspondencia: mariann.espinoza@ci.una.edu.ni



RESUMEN

El agua subterránea es un recurso vital que constituye la mayor reserva de agua dulce accesible, por lo que garantizar su disponibilidad es una acción prioritaria para el bienestar de las comunidades rurales. El objetivo de este estudio fue evidenciar la importancia de la cobertura vegetal y su influencia en la disponibilidad del recurso hídrico a partir del monitoreo de las variaciones de los niveles estáticos de agua subterránea en pozos en la microcuenca del río La Carreta, en San Juan de Cinco Pinos, Chinandega, Nicaragua. Se midió la profundidad del espejo de agua de los pozos con una sonda piezométrica Solinst Water Level Model 102 en febrero, marzo, abril, septiembre, octubre, noviembre y diciembre del año 2018. Se utilizó el modelo ANUDEM para generar mapas de los niveles estáticos de agua subterránea de la microcuenca a partir de la interpolación de las mediciones tomando en cuenta su topografía. Las condiciones climáticas del 2018 propiciaron que las variaciones de los niveles de agua subterránea fuesen más marcadas, presentando valores mayores a seis metros de profundidad del nivel estático durante el periodo seco, en suelos arcillosos con poca cobertura vegetal asociada a usos agropecuarios, en contraste con el periodo lluvioso, que se mantuvo a menos de cuatro metros de profundidad en gran parte de la microcuenca. La variación de los niveles estáticos en abril a noviembre en pozos rodeados con cultivos

ABSTRACT

Groundwater is a vital resource that constitutes the largest reserve of accessible freshwater, so guaranteeing its availability is a priority action for the well-being of rural communities. The objective of this study is to demonstrate the importance of vegetation cover and its influence on the availability of water resources by monitoring the variations of static groundwater levels in wells in the La Carreta River micro-basin, in San Juan de Cinco Pinos, Chinandega. The depth of the water mirror of the wells was measured with a Solinst Water Level Model 102 water level indicator during February, March, April, September, October, November and December of 2018. The ANUDEM model was used to generate maps of the static levels of groundwater of the microbasin from the interpolation of the measurements considering its topography. The climatic conditions of 2018 caused the variations in groundwater levels to be more marked, presenting values greater than six meters deep from the static level during the dry period, in clay soils with little vegetation cover associated with agricultural uses, in contrast to the rainy period, where it remained less than four meters deep in much of the micro-basin. The variation of static levels in April to November in wells surrounded by agricultural crops and pastures is lower compared to wells surrounded by broadleaf forests, evidencing the notable incidence of forest cover in the recovery of

Recibido: 29 de agosto del 2023
Aceptado: 6 de junio del 2024



Los artículos de la revista La Calera de la Universidad Nacional Agraria, Nicaragua, se comparten bajo términos de la licencia Creative Commons: Reconocimiento, No Comercial, Compartir Igual. Las autorizaciones adicionales a las aquí delimitadas se pueden obtener en el correo donald.juarez@ci.una.edu.ni

Copyright 2024. Universidad Nacional Agraria (UNA).

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

agrícolas y pasturas es menor comparado con los pozos rodeados de bosques latifoliados, evidenciando la incidencia de la cobertura forestal en la recuperación del nivel estático. Se concluye que el uso del suelo influye en la variación de los niveles estáticos del agua subterránea, siendo los usos que presentan mayor cobertura forestal los que favorecen que el espejo de agua de los pozos se encuentre más próximo a la superficie del suelo.

Palabras clave: condiciones hidrológicas, agua subterránea, gestión integral de cuencas, bosque de galería, bosque latifoliado abierto.

the static level. It is concluded that land use influences the variation of static groundwater levels, with uses that have greater forest cover being those that favor the water surface of the wells to be closer to the ground surface.

Keywords: Hydrological conditions, groundwater, integrated basin management, gallery forest, open broadleaf forest.

El agua es un recurso finito y vulnerable ante los efectos del cambio climático. Los cambios proyectados en el ciclo hidrológico, particularmente en la recarga de aguas subterráneas, afectará a los ecosistemas y el bienestar de las sociedades (Pörtner *et al.*, 2022). Aumento de las temperaturas y cambios en los patrones de lluvia y escorrentía; mayor variabilidad en temperatura, lluvia, caudal de ríos y niveles de agua; el aumento del nivel del mar y la mayor frecuencia de eventos extremos significa que mayores áreas del mundo estarán expuestas al peligro climático (Lange *et al.*, 2020).

La principal fuente de abastecimiento de agua para el consumo humano son las aguas subterráneas, por tanto, es de particular importancia la protección y uso sostenido de los mantos acuíferos (Corrales, 2008). Más de la mitad de la población mundial depende de las cuencas hidrográficas boscosas para la obtención de agua potable (Mekonnen y Hoekstra, 2016, citado por Parmesan *et al.*, 2022). En Nicaragua, los recursos hídricos subterráneos más importantes están en la Costa del Pacífico, siendo los de mayor relevancia los del Noroeste de Nicaragua (Calderón, 2016), coincidente con una de las regiones más densamente pobladas. Los suelos de Chinandega, por su origen geológico (materiales volcánicos, aluviales y minerales volcánicos), presentan un gran potencial agrícola (Delgado *et al.*, 2004). Este potencial, en algunos municipios, está restringido por el relieve y la vulnerabilidad del suelo ante la erosión, clasificándolos como municipios de vocación forestal, como el de San Juan de Cinco Pinos, pero esto no ha sido un impedimento para desarrollar actividades agropecuarias en laderas.

Los recursos hídricos de Chinandega, junto con los de León y Managua, se han estudiado a una escala adecuada en términos de disponibilidad del agua, enfatizado en su calidad (Global Water Partnership Central America, 2016); sin embargo, no se encontraron estudios enfocados en las fluctuaciones mensuales de los niveles del agua subterránea, ni sobre la relación de éste con la cobertura vegetal.

El acceso al agua es un derecho humano fundamental y representa un factor esencial en el desarrollo integral y sostenible de la sociedad; su eficiente gestión es reconocida en los objetivos de desarrollo sostenible (Cerón *et al.*, 2021). La Ley No. 620, Ley General de Aguas Nacionales (Asamblea Nacional de la República de Nicaragua, 2007), establece que “el agua es un recurso estratégico para el desarrollo económico y social del país. La problemática del agua es un asunto de prioridad nacional y su uso, aprovechamiento eficiente, calidad y las acciones de protección contra inundaciones y sequías, son condiciones necesarias para sustentar de manera sostenible el desarrollo económico y social y de garantizar el abastecimiento básico a las presentes y futuras generaciones” (p. 5667)

Bajo este principio rector, el objetivo de esta investigación es evaluar la influencia del uso de suelo sobre los niveles estáticos de agua subterránea (NEA) para establecer la relación de la cobertura vegetal con la disponibilidad del recurso hídrico. Los resultados de este estudio podrán fungir como insumo para establecer las pautas del ordenamiento territorial de la microcuenca La Carreta, en San Juan de Cinco Pinos, Chinandega.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación y descripción del área de estudio. La microcuenca del río La Carreta se encuentra ubicada entre las coordenadas 13°9'11" y 13°13'52" de latitud Norte y 86°49'34" y 86°52'44" de longitud Oeste, en el municipio San Juan de Cinco Pinos, Chinandega (González y López, 2020). Cuenta con una superficie 30.30 km² y una red hídrica que drena hacia la subcuenca del río El Gallo, que a su vez corresponde a la unidad hidrográfica 95337624 de la cuenca hidrográfica del Pacífico. Dentro de la microcuenca se encuentran las comunidades El Zacaton, Villa Francia, El Carrizal, Las Tablas, El Espino, Las Pozas, La Montaña, Las Lajitas, El Jicaro, Santa Fé y La Carreta. Figura 1.

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

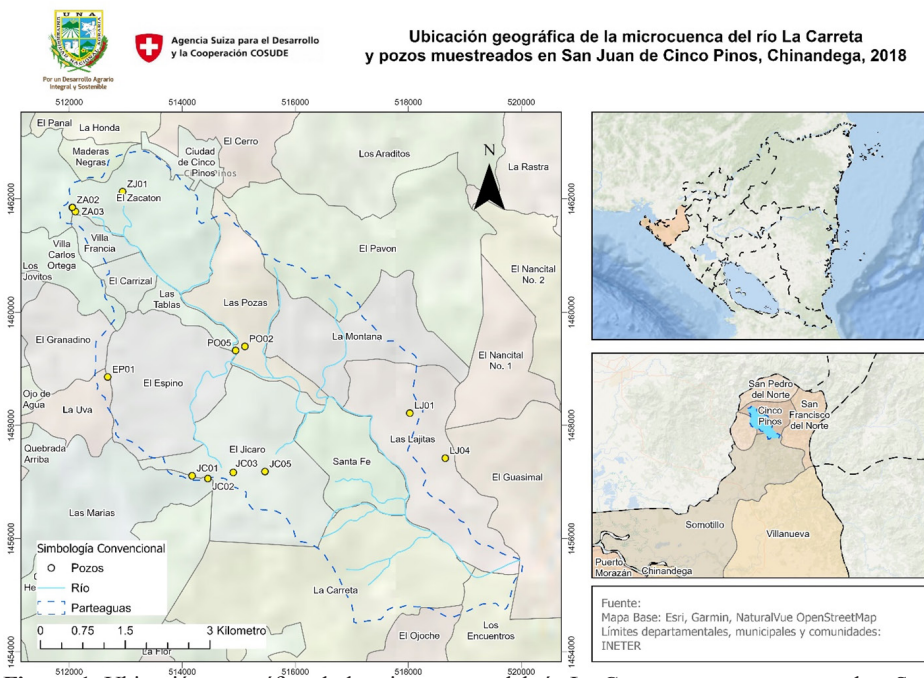


Figura 1. Ubicación geográfica de la microcuenca del río La Carreta y pozos muestreados, San Juan de Cinco Pinos, Chinandega.

Según el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER, 2024), el clima es Caliente Sub Húmedo según la clasificación de Köppen, con precipitaciones anuales de 1 400 mm y temperatura media de 26 grados Celsius. Su superficie está compuesta por áreas de cultivos agrícolas, pastos con árboles dispersos, potreros, bosques latifoliados, bosques de galería, vegetación arbustiva y tacotales; siendo el uso predominante las superficies agropecuarias (34.44 % de la superficie total de la microcuenca), el cual en conjunto con superficies de pastos más árboles dispersos (16.39 %), corresponden a usos que presentan una posibilidad de recarga hídrica baja (González y López, 2020).

Geológicamente está constituida por rocas volcánicas y sedimentarias de la formación Matagalpa. Este acuífero tiene un potencial de recarga muy baja debido a que presenta cenizas volcánicas que actúan como agente cementante sobre las rocas. Los suelos presentes son entisoles (53.67 %) con texturas franca arenosa, seguido de vertisoles (24.94 %), caracterizados por ser arcillosos; alfisoles (20.40 %) e inceptisoles (0.99 %), de texturas franco arcilloso y arcillo limoso. Acorde a Matus (2014) por las clases texturales de los suelos presentes en la microcuenca, los entisoles presentan muy alta capacidad de recarga, sin embargo, estos se encuentran ubicados en superficies colinadas con pendientes mayores a 15 %, mientras que los órdenes que presentan mayor contenido de arcilla se localizan en las zonas menos inclinadas de la microcuenca (González y López, 2020).

Medición de la variable. El nivel estático es definido como la “posición que ocupa el agua subterránea en estado natural. Se expresa mediante la distancia medida desde la superficie del terreno hasta la superficie del agua en el subsuelo, cuando el equipo de bombeo no se encuentra en funcionamiento” (Armenta, 2013, p. 6). El Nivel Estático de Agua Subterránea (NEA) fue medido en metros con una sonda piezométrica Solinst Water Level Model 102, tomando en cuenta la profundidad del espejo de agua y la altura del brocal de 12 pozos (Figura 1) excavados a mano; las mediciones se realizaron en febrero, marzo, abril, septiembre, octubre, noviembre y diciembre del 2018.

Procesamiento. A partir del mapa de uso del suelo del año 2018 delimitado por González y López (2020), se identificó el uso circundante del pozo, así como los usos que se encuentran en la dirección del flujo del agua hacia la red de drenaje. Se interpolaron los datos de niveles estáticos de los pozos seleccionados mediante el modelo determinístico ANUDEM a través de la herramienta “De Topo a Ráster” de ArcMap. Los métodos de interpolación determinísticos calculan un valor para celda de la cuadrícula usando únicamente las propiedades físicas de las muestras de elevación (Goovaerts, 1997, citado por Paredes *et al.*, 2013).

Este método permite calcular valores en una cuadrícula regular de una superficie suave discretizada ajustada a grandes números de puntos de datos de elevación espaciados irregularmente, líneas de contorno, líneas de corriente, puntos de sumidero, límites de lagos y acantilados (Hutchinson, 2011). Los datos utilizados en este modelo fueron el NEA en los pozos, curvas de nivel espaciados a 20 metros y la red de drenaje de la microcuenca.

Análisis de datos. Se realizó un análisis descriptivo de los NEA y se determinaron los cuartiles de la variación porcentual de los niveles de los pozos según uso de suelo. La variación porcentual describe la relación entre un dato pasado y uno posterior; en este sentido, se tomó los registros de abril y noviembre como meses de referencia del periodo seco y lluvioso respectivamente. Para su cálculo se utilizó la siguiente fórmula:

$$VP = \left[\frac{(V_2 - V_1)}{V_1} \right] \times 100$$

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

Donde V_1 representa el nivel estático del agua en abril y V_2 , los registros en noviembre. Si el resultado es positivo, entonces indica que hay incremento porcentual en la variable, mientras que si es negativo expresa una disminución porcentual del nivel estático entre abril y noviembre.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La precipitación acumulada durante el 2018 fue de 1 864.10 mm, con un periodo lluvioso de seis meses a partir de mayo, y un periodo canicular entre julio y agosto. Los meses con mayores precipitaciones acumuladas fueron mayo y octubre. Los registros históricos de INETER para el periodo 1971-2010, indican que los subperiodos lluviosos de mayo a julio y de agosto a octubre, normalmente registran una precipitación acumulada de 800 mm en cada uno. Según el Índice Oceánico El Niño (ONI), el año 2018 es categorizado como año La Niña débil (Golden Gate Weather Services, 2022); también en este año se registró el paso de la onda tropical N° 42 en la región Norcentral de Nicaragua, que ocasionó que la precipitación en octubre fuese anómala (702.4 mm) con un excedente de agua en el suelo de 556.57 mm, superando la precipitación histórica del mes correspondiente a 200 mm según el registro histórico para el periodo 1971-2010; y casi alcanzando lo que normalmente se acumula en tres meses del subperiodo de agosto a octubre.

En el periodo seco (noviembre a abril) y en el periodo canicular (julio y agosto), se registran valores de déficit de agua entre 37.87 mm y 147.3 mm. Cuando la cantidad de agua que ingresa procedente de las precipitaciones es menor que el volumen total de agua que se pierde por evaporación desde la superficie del suelo y por transpiración desde las plantas, se manifiesta el déficit de agua (Lima *et al.*, 2012; citado por

Villazón *et al.*, 2021). Marzo (147.3 mm) y agosto (141.3 mm) presentaron mayor déficit de agua en el suelo debido a la disminución de la precipitación (Figura 2).

Nivel estático de agua subterránea. El nivel estático de agua subterránea en el periodo de febrero a abril presentó de manera general NEA mayores a cuatro metros, siendo los suelos vertisoles y alfisoles en las comunidades Las Lajitas y El Espino, los que presentaron las mayores profundidades (>10 metros). Estos suelos corresponden al grupo hidrológico D, suelos con alto potencial de escurrimiento superficial cuando están húmedos. El movimiento del agua en este suelo es restringido debido al alto contenido de arcilla que presentan en sus horizontes, típicamente con fracción de arcilla

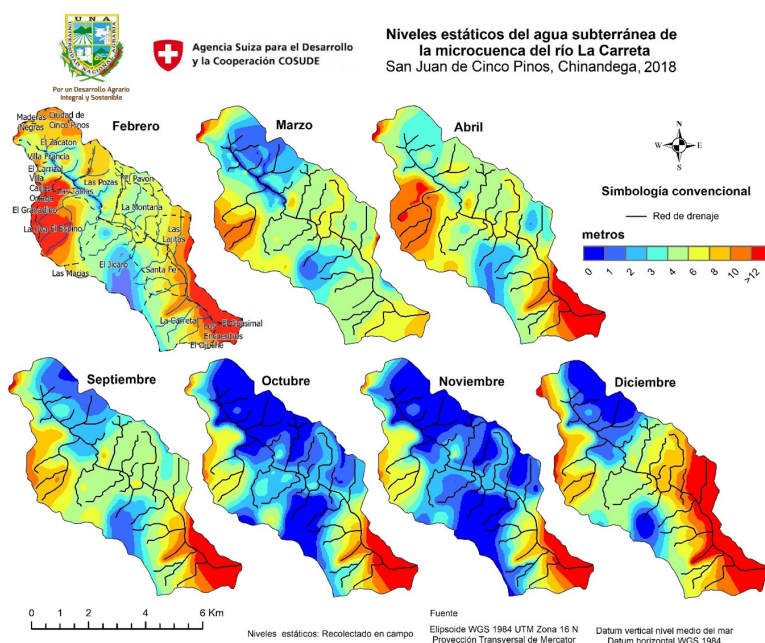


Figura 3. Niveles estáticos en la microcuenca del río La Carreta, municipio de San Juan de Cinco Pinos, Chinandega, 2018.

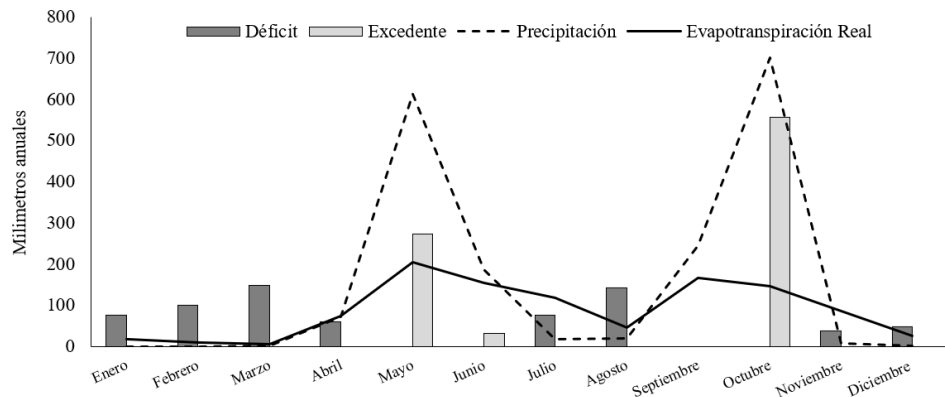


Figura 2. Balance hídrico de la microcuenca del río La Carreta, San Juan de Cinco Pinos, Chinandega, 2018.

mayor de 40 % [United States Department of Agriculture y Natural Resources Conservation Service (USDA y NRCS, 2009)]. Por tanto, el agua precipitada en este periodo, principalmente en abril, resultó en pérdida por escurrimiento superficial, incidiendo negativamente en el NEA (Figura 3).

En contraste, los NEA en septiembre a diciembre presentaron profundidades menores de tres metros en la mayoría de la superficie, siendo

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

este comportamiento más común en los suelos entisoles e inceptisoles, por presentar texturas franco arenosa, característico de grupo hidrológico B, con moderadamente bajo potencial de escurrimiento superficial, lo que propician la infiltración (USDA y NRCS, 2009). En este periodo, el NEA en los suelos vertisoles y alfisoles, registró profundidades mayores de cuatro metros, indicando que, pese a que haya un incremento de la precipitación, las condiciones texturales del suelo es una condicionante de la disponibilidad de agua subterránea (Figura 3).

Uso de suelo y niveles estáticos. El uso actual de suelo, la pendiente y el porcentaje de cobertura forestal, afecta directamente la disponibilidad de agua subterránea y los procesos de recarga del acuífero. En la zona de emisión de la cuenca (parte baja), donde el uso del suelo es de carácter agropecuario, con pendientes planas a ligeramente inclinadas, y con porcentaje de cobertura forestal menor a 35 %, presenta mayor profundidad del NEA, inclusive en el periodo lluvioso, en cambio, en la zona de captación de la cuenca (parte alta) donde la pendiente es inclinada a escarpada, con bosques latifoliados o sistemas silvopastoriles con porcentaje de cobertura mayores al 45 %, presentan los menores NEA, principalmente en los meses más lluviosos como octubre y noviembre (Figura 3, Figura 4, y Figura 5).

En abril, los pozos con vegetación boscosa circundante presentaron niveles estáticos de agua subterránea (NEA), inferior a 10 metros, y en noviembre, igual y menor a 5.06 metros. La mayoría de los pozos con cobertura forestal a sus alrededores, presentaron NEA próximo a la superficie del suelo durante los meses lluviosos; en cambio, los pozos rodeados por potreros o cultivos agrícolas presentaron NEA entre 7.74 m y 17.04 m en abril y entre 2.99 m y 16.64 m en noviembre (Figura 6).

En áreas sin vegetación hay poca infiltración, ya que el agua se pierde fácilmente por escurrimiento superficial o evaporación, al no existir vegetación que logre interceptar las lluvias y retenga la humedad en el suelo. Úbeda (2016) señala que “cuando el suelo no cuenta con ninguna cobertura, la acción erosiva de la lluvia y el viento afectan de manera más directa al suelo, deteriorándolo con más facilidad, sumado a las presiones ejercidas por la actividad antrópica” (p. 15).

En la mayoría de los pozos donde el uso circundante corresponde a bosques latifoliados, el NEA no varía significativamente a lo largo de los meses. Esta condición se asocia a la influencia que ejerce la cobertura forestal en la disponibilidad del agua subterránea, debido a su papel en la interceptación de la lluvia, evaporación de la humedad superficial de la vegetación, la transpiración, la captación del agua de bruma y el mantenimiento de la infiltración y percolación, gracias a las raíces de los árboles que forman canales que propician el flujo de agua en el suelo (González y López, 2020; Stadtmüller, 1994). Estos procesos que ocurre en los bosques y áreas con vegetación permanente no sólo permiten mejorar la capacidad de infiltración del agua por los canales que se crean, sino que ayudan a mantener los agregados del suelo estables.

Los tacotales, vegetación arbustiva y árboles dispersos con pastos establecidos en la microcuenca, presentan una capacidad de recarga hídrica moderada (González y López, 2020), dado que hay presencia de sistemas silvopastoriles o vegetación permanente como lo son arbustos y áreas en estado de sucesión como es el caso de los tacotales, el agua que precipita logra infiltrar al ser interceptada por esta vegetación.

Pese a que la pendiente es un factor determinante para la pérdida de agua por escurrimiento superficial, se visualiza que, en zonas colinadas como en la comunidad Las Lajitas, el NEA tampoco varía bruscamente. Esto porque están en zonas de mayor vegetación, disminuyendo el efecto del escurrimiento superficial, y favorecido por una mayor infiltración y retención de agua.

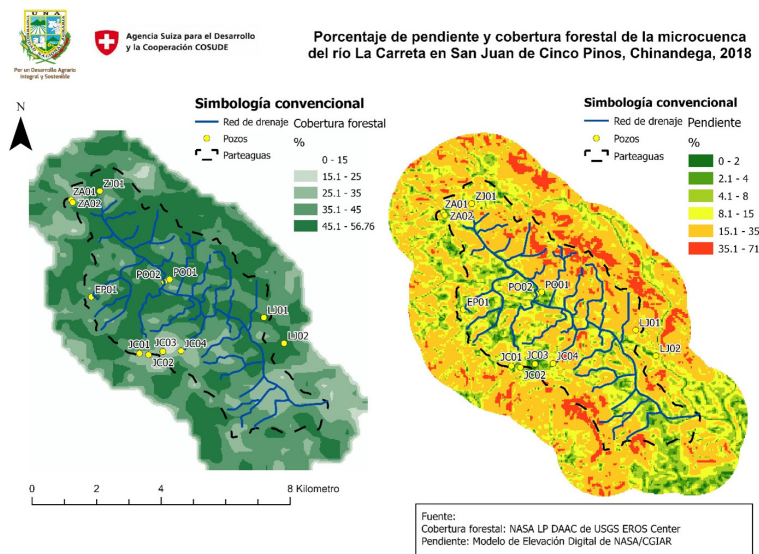


Figura 4. Porcentaje de pendiente y cobertura forestal en la microcuenca del río La Carreta, San Juan de Cinco Pinos, Chinandega, 2018.

Se observa que, en abril y noviembre, las profundidades de los NEA son mucho mayores para los suelos con pasturas y cultivos agrícolas, siendo estos los usos que predominan en la microcuenca. No así para los usos que incorporan el componente forestal como bosques latifoliados, bosques de galería o sistemas silvopastoriles (Figura 4).

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

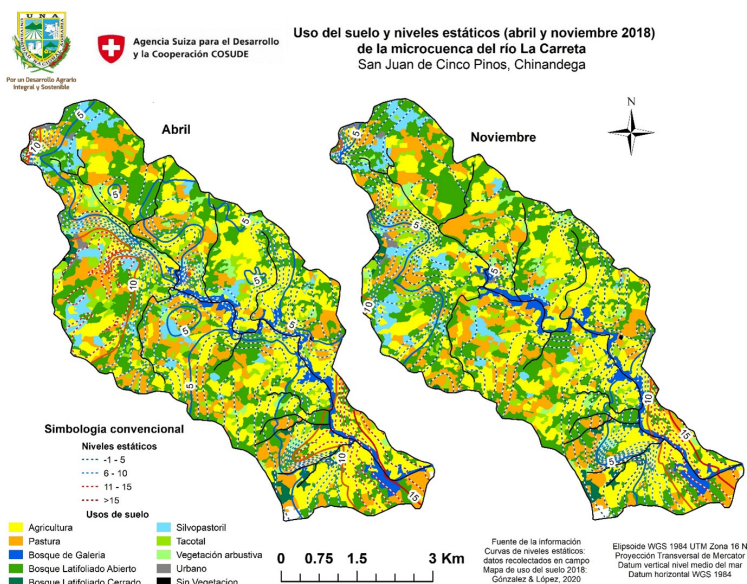


Figura 5. Niveles estáticos en abril y noviembre según usos de suelo en la microcuenca del río La Carreta, San Juan de Cinco Pinos, Chinandega, 2018.

Según Barrantes y Méndez (2016).

Las cubiertas boscosas durante el desarrollo y crecimiento captan alrededor del 50 % de las precipitaciones, por lo tanto, son importantes para mantener y regular los patrones hidrológicos. El suelo boscoso cuenta con alta densidad de hojarasca, raíces profundas, alto porcentaje de porosidad y materia orgánica, lo que permite que la lluvia se infiltre lentamente hacia el subsuelo, facilitando la recarga de los mantos acuíferos. (p. 11)

noviembre con respecto a abril, sin embargo, este comportamiento no se reflejó en todos los pozos. La mayoría de los pozos aledaños a usos agropecuarios se encuentran desprotegidos o con poca vegetación herbácea o arbustiva manejada inapropiadamente y en pendiente inclinada (>15 %). Esta condición favorece el deterioro de la estructura del suelo mediante la acción de salpicadura por las gotas de agua que precipita, creando una costra superficial a partir de las partículas más finas, lo que merma la infiltración y propicia la pérdida de agua mediante escurrimiento superficial (Prado y Veiga, 1993)

Los pozos próximos a usos agropecuarios y zonas urbanas presentaron las mayores profundidades de NEA, siendo el promedio mensual de 12.69 metros en abril y 9.99 metros en noviembre (Figura 6), presentando un rango de variación entre -2.35 % y -61.37 %, que corresponde a la disminución de la profundidad de NEA en noviembre con respecto a abril. Los pozos con variación próxima a cero mantienen prácticamente el mismo nivel estático, condición que se presenta en pozos con usos

circundante de poca cobertura vegetal, como es el caso del pozo ubicado en la comunidad Las Lajitas (LJ02).

Los NEA promedio en pozos con cobertura forestal circundante (bosque de galería y bosque latifoliado abierto) fue de 5.44 metros en abril y de 2.01 metros en noviembre; con un rango de variación entre -18.37 % y -100 %, indicando que la disminución de la profundidad del agua en estos, con respecto a los pozos con usos agropecuarios, fue más notoria.

Herrera (2016) afirma que:

La cama de suelo forestal protege efectivamente el suelo y previene la obstrucción de los espacios porosos que constituyen las vías para la infiltración del agua. Esto ocurre en menor grado en coberturas de pastos, y mucho menor donde se encuentran cultivos [...] El sistema de raíces profundo de los árboles, el alto contenido de materia orgánica y la bien desarrollada actividad micro orgánica mejoran las propiedades del suelo e incrementan la capacidad de almacenamiento de agua de los suelos forestales. (p.17)

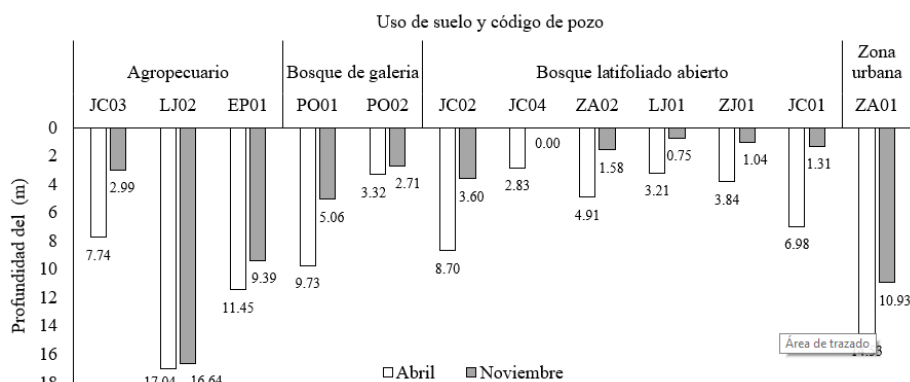


Figura 6. Variación de los niveles estáticos de agua los pozos según uso de suelo, abril y noviembre 2018.

Considerando que los meses más lluviosos fueron mayo, septiembre y octubre con 613.24 mm, 245.25 mm y 702.41 mm respectivamente (Figura 2), es de esperarse que los niveles estáticos de agua subterránea (NEA) de muchos pozos disminuyeran su profundidad notoriamente en

Esto puede considerarse como un indicador de que la profundidad del agua subterránea en la mayoría de los pozos tiende a disminuir gracias a la influencia del sistema radicular de la vegetación forestal y de su dosel, que propician la infiltración y restringe las pérdidas de agua por evaporación.

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

CONCLUSIONES

En el periodo seco predominan niveles estáticos de aguas subterráneas a mayor profundidad en la parte media y baja de la microcuenca, coincidente con zonas de suelos franco-arcillosos y arcillosos, utilizados para la producción de granos básicos, mientras que, en el período lluviosos, los pozos ubicados en la parte alta y media de la microcuenca, en zonas boscosas, presentan niveles a menor profundidad. Sin embargo, se demuestran puntos donde los niveles no varían mucho a lo largo de los meses, asociado a la influencia que

ejerce la pendiente, el tipo de cobertura, así como el tipo de suelo y sus características geológicas. Los pozos ubicados en áreas boscosas presentan nivel estático de agua subterránea a menor profundidad, puesto que el componente forestal juega un papel fundamental en el incremento de la infiltración y disminución del escurrimiento, gracias a su dosel y sistema radicular. Los pozos ubicados en áreas de poca vegetación reflejan los niveles estáticos de agua subterránea a mayor profundidad, consecuentemente por la poca infiltración y pérdida de agua por escurrimiento superficial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Armenta Jiménez, J. A. (2013). *Guía para el monitoreo de aguas subterráneas*. <https://www.corpocesar.gov.co/files/Guia%20para%20monitoreo%20de%20pozos%20profundos%20aljibes%20y%20manantiales%20como%20manifestacion%20de%20las%20aguas%20subterranas.pdf>
- Asamblea Nacional de la República de Nicaragua. (2007, 4 de septiembre). *Ley No 620. Ley General de Aguas Nacionales*. *Diario Oficial N° 169*. <http://legislacion.asamblea.gob.ni/gacetas/2007/9/g169.pdf>
- Barrantes Barrantes, E. A. y Méndez Estrada, V. H. (2016). Riqueza del recurso hídrico y su relación con la cubierta vegetal en la reserva forestal Grecia. Alajuela, Costa Rica. *UNED Research Journal*, 8(1), 11-15. <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/cuadernos/article/view/1215/1275>
- Calderón, H. (2016). Retos en la evaluación de recursos hídricos en cuencas pobremente aforadas, la situación de Nicaragua y Centroamérica. *Revista Científica Agua y Conocimiento*, 2(1), 49–64. <https://revistasnicaragua.cnu.edu.ni/index.php/agua/article/view/2305>
- Cerón, L. M., Sarria, J. D., Torres, J. S. y Soto-Paz, J. (2021). Agua subterránea: tendencias y desarrollo científico. *Información Tecnológica*, 32(1), 47-56. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642021000100047>
- Corrales Pérez, D. (2008). Estudio hidrogeológico del funcionamiento del acuífero del valle de Estelí-Nicaragua. *La Calera*, 8(10), 56–62. <https://lacialera.una.edu.ni/index.php/CALERA/article/view/102>
- Delgado Quezada, V., Ryan, C. y Bethune, D. (2004). *Sistema de flujo de agua subterránea y calidad de agua en un acuífero costero plano en el Noroeste de Nicaragua*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. <https://repositorio.unan.edu.ni/2578/>
- Global Water Partnership Central America. (2016). *Situación de los Recursos Hídricos en Centroamérica Nicaragua*. https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/srh_nicaragua_2016.pdf
- Golden Gate Weather Services. (28 de octubre de 2022). *El Niño and La Niña years and intensities. Base don Oceanic Niño Index (ONI)*. <https://ggweather.com/enso/oni.htm>
- González Namendy, B. A. y López Moncada, S. C. (2020). *Caracterización de zonas potenciales de recarga hídrica en la microcuenca del río La Carreta, municipio de Cinco Pinos, Chinandega, 2018* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/4045/1/tnp10g643c.pdf>
- Herrera Ibáñez, I. R. (2016). La importancia del bosque en la recarga hídrica natural del acuífero noreste de la ciudad de Guatemala. *Ciencia, tecnología y salud*, 3(1), 17-26. <https://doi.org/10.36829/63CTS.v3i1.125>
- Hutchinson, M. F. (2011). *ANUDEM Versión 5.3. User Guide*. https://fennerschool.anu.edu.au/files/usedem53_pdf_16552.pdf
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. (2 de junio de 2024). *Variabilidad climática (1971-2010)*. <https://www.ineter.gob.ni/geoportales/variabilidadclimatica/index.html>
- Lange, S., Volkholz, J., Geiger, T., Zhao, F., Vega, I., Veldkamp, T., Reyer, C. P. O., Warszawski, L., Huber, V., Jägermeyr, J., Schewe, J., Bresch, D. N., Büchner, M., Chang, J., Ciais, P., Dury, M., Emanuel, K., Folberth, C., Gerten, D., ... Frieler, K. (2020). Projecting Exposure to Extreme Climate Impact Events Across Six Event Categories and Three Spatial Scales. *Earth's Future*, 8(12). <https://doi.org/10.1029/2020EF001616>
- Matus Silva, O. D. (2014). *Elaboración participativa de una metodología para la identificación de zonas potenciales de recarga hídrica en subcuencas hidrográficas, aplicada a la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua* [Tesis de maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza]. Repositorio Institucional. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/3299/Elaboracion_participativa_de_una_metodologia.pdf?sequence=1&isAllowed=y

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

- Paredes Hernández, C. U., Salinas Castillo, W. E., Martínez Becerra, X. y Jiménez Hernández, S. B. (2013). Evaluación y comparación de métodos de interpolación determinísticos y probabilísticos para la generación de modelos digitales de elevación. *Investigaciones Geográficas*, (82), 118-130. <https://doi.org/10.14350/rig.35906>
- Parmesan, C., Morecroft, M. D. Trisurat, Y., Adrian, R., Anshari, G. Z., Arneth, A., Gao, Q., Gonzalez, P., Harris, R., Price, J., Stevens, N. & Talukdar, G. H. (2022). Terrestrial and Freshwater Ecosystems and Their Services. En Intergovernmental Panel on Climate Change (Ed.), *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability* (pp. 197–377). <https://doi.org/10.1017/9781009325844.004>
- Pörtner, H., Roberts, D. C., Adams, H., Adekan I., Adler, C., Adrian, R., Aldunce, P., Ali, E., Ara Begum, R., Bednar-Friedl, B., Bezner Kerr, R., Biesbroek, R., Birkmann, J., Bowen, K., Caretta, M. A., Carnicer, J., Castellanos, E., Cheong, T. S., Chow, W., ... Zaiton Ibrahim, Z. (2022). Technical Summary. En Intergovernmental Panel on Climate Change (Ed.), *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability* (pp. 37–118). <https://doi.org/10.1017/9781009325844.002>
- Prado Wildner, L. y Veiga, M. (1993). *Erosión y pérdida de fertilidad del suelo: relación entre erosión y pérdida de fertilidad del suelo*. <https://www.fao.org/4/t2351s/T2351s06.htm>
- Stadtmüller, T. (1994). *Impacto hidrológico del manejo forestal de bosques naturales tropicales. Medidas para mitigarlo*. (CATIE) https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/2350/Impacto_hidrologico_del_manejo_forestal.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Úbeda Pineda, O. D. (2016). *Potencial a deslizamientos de tierra y zonas de recarga hídrica en la subcuenca del río Musunce, Madriz, Nicaragua* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/3361/1/tnp36u13.pdf>
- United States Department of Agriculture y Natural Resources Conservation Service. (2009). *National Engineering Handbook: Chapter 7 - Hydrologic Soil Groups*. <https://damtoolbox.org/images/e/e9/NEH7.pdf>
- Villazón Gómez, J. A., Noris Noris, P. y Vázquez Montenegro, R. J. (2021). Balance hídrico del suelo como herramienta para la planificación de labores en áreas agropecuarias de la provincia de Holguín. *Idesia (Arica)*, 39(4), 97-101. <http://doi.org/10.4067/S0718-34292021000400097>

CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

Sistema multiplataforma para la sistematización productiva de hatos ganaderos bovino

Multiplatform system for the productive systematization of cattle herd

Elvin Ramón Sánchez Benítez¹, Guadalupe Enoc Suazo Robleto², David Ernesto Peñalba Berríos³, Maynor Antonio Fernández Obregón⁴, Axel Josué López López⁵

¹ Licenciado en Ciencias de la Computación, Docente horario, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-7638-6842> / elvinrsb@gmail.com

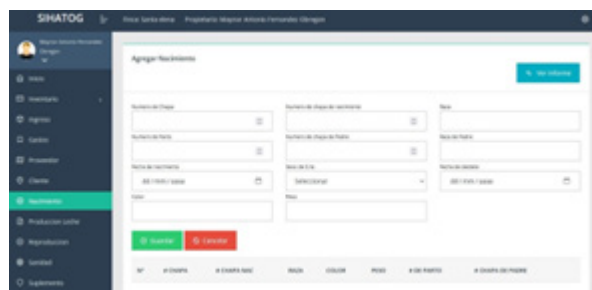
² Ingeniero Agrónomo, ORDID: <https://orcid.org/0009-0003-2012-7658> / enoc.suazo1@ci.una.edu.ni

³ Máster en entornos virtuales de aprendizaje, Profesor Titular, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9879-3226> / correo david.penalba@ci.una.edu.ni

⁴ Licenciado en Ciencias de la Computación (graduado Centro Regional Camoapa / UNA), ORDID: <https://orcid.org/0009-0003-1895-0020> / maynorfernandez2001@gmail.com

⁵ Licenciado en Ciencias de la Computación (graduado Centro Regional Camoapa / UNA), ORDID: <https://orcid.org/0009-0002-7091-3588> / laxel1536@gmail.com

Centro Regional Camoapa, Universidad Nacional Agraria (UNA)



RESUMEN

Un sistema de información a través del registro y almacenamiento de datos es una herramienta útil para el análisis y toma de decisiones. El objetivo de este trabajo es diseñar un sistema multiplataforma que facilite el registro, manejo y toma de decisiones en sistemas productivos ganaderos. Es una investigación no experimental que inicia con un análisis documental para indagar sobre el uso de este tipo de sistemas en fincas pecuarias. Su diseño se basó en la creación de formularios de entrada y salida de datos, su entorno se trabajó con los softwares Figma y Adobe Photoshop. La elaboración de la base de datos y estructura de tablas y campos se desarrolló con la plataforma MySQL utilizando un servidor local apache XAMPP y Wampserver. Los formularios de entradas y salidas de datos, menú, conexión de los formularios, así como la validación y aplicación de seguridad en los formularios y apartados del sistema, se desarrollaron con los lenguajes de programación PHP, JavaScript, JSON, Ajax, HTML, usando la plataforma Adobe Dreamweaver. La construcción del sistema de información ganadero se subdivide en pantalla inicial, inicio de sesión, menú, íconos, interfaces, formularios, módulos de entrada, módulos

ABSTRACT

A computerized livestock management information system is a useful tool for analysis and decision making through the registration and data storage. The objective of this work is to design a multiplatform system that facilitates registration, management and decision making in livestock production systems. It is non-experimental research, that begins with a documentary analysis to inquire the use of this type of systems on livestock farms. Its design was based on the creation of data input and output forms, its environment was worked with Figma and Adobe Photoshop software. The development of the database, table structures and data fields were developed with MySQL platform using a local Apache XAMPP server and Wampserver. The data input and output forms, menu, connection of the forms, as well as validation and application of security in the forms and sections of the system, were developed with the programming languages PHP, JavaScript, JSON, Ajax, HTML, using the Adobe Dreamweaver platform. The construction of the livestock information system is subdivided into the initial screen, login, menu, icons, interfaces, forms, input modules, output modules and reports. The multiplatform information system allows

Recibido: 15 de febrero del 2024
Aceptado: 21 de mayo del 2024



Los artículos de la revista La Calera de la Universidad Nacional Agraria, Nicaragua, se comparten bajo términos de la licencia Creative Commons: Reconocimiento, No Comercial, Compartir Igual. Las autorizaciones adicionales a las aquí delimitadas se pueden obtener en el correo donald.juarez@ci.una.edu.ni

© Copyright 2024. Universidad Nacional Agraria (UNA).

CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

de salida y reportes. El sistema de información multiplataforma permite sistematizar la información de un sistema de producción a través de tablas, base de datos e interfaz, mediante los lenguajes de programación PHP, JavaScript, JSON, Ajax, HTML y es capaz de registrar, almacenar y procesar datos, siendo una herramienta que permite la toma de decisiones para el seguimiento y manejo de un sistema de producción pecuario.

Palabras clave: sistema de información, sistema pecuario, plataforma, menú, formulario.

the information of a production system to be systematized through tables, database, and interface, using the programming languages like PHP, JavaScript, JSON, Ajax, HTML and is also capable of recording, storing, and processing data, being a tool that facilitates decision making for monitoring and management of a livestock production system.

Keywords: Information system, livestock system, platform, menu, form.

Un sistema de información multiplataforma procesa información importante para el manejo, por ejemplo, de los hatos ganaderos, la utilización de tecnologías de información y comunicación contribuyen al análisis de los datos obtenidos y proporcionan información precisa y útil para mejorar la gestión ganadera; además, promueve la implementación de prácticas sostenibles en la producción ganadera a través de la planeación y el análisis de datos.

La ganadería se ve afectada por el manejo, en muchos casos, por sus registros almacenados en papel, lo que complica el procesamiento de la información e incluso su pérdida. La gestión de la información del ganado desde el nacimiento hasta la venta o el sacrificio es uno de los mayores desafíos en la ganadería, ya que el registro de vida y la productividad de los animales no están controladas, lo que dificulta la toma de decisiones por parte de los productores.

Camoapa es uno de los municipios de la región central de Nicaragua principalmente dedicados a la ganadería, y como en muchos otros, no se dispone de información que nos permita asegurar que sus registros los realizan de manera manuscrita, lo que sería una limitante para conocer el detalle de la evolución de sus animales en tiempo real. Es por esta razón que se requiere del desarrollo de un sistema multiplataforma que automatice los registros, permitiendo almacenar desde un dispositivo móvil, información como edad de la vaca, porcentaje de ordeño, porcentaje de natalidad, porcentaje de mortalidad y las vacunas aplicadas, para luego sincronizar los datos con un servidor web mediante una conexión a internet.

Obregón *et al.* (2021) indican que:

la mayoría de los productores ganaderos recolectan algún nivel de registros básicos en diversas formas, como un cuaderno, calendario o un libro de bolsillo. Sin embargo, son pocos los productores que transfieren dichos registros a un programa de computadora o un formulario que ayude a la toma de decisiones a futuro, lo cual afecta la viabilidad a largo plazo del negocio (p. 41).

Villasmil-Ontiveros y Aranguren-Méndez (2005), establecen que la tarea de recopilar, mantener y utilizar archivos mediante los registros es importante en muchos niveles del proceso productivo y debería servir como la pieza central de cualquier buen programa de gestión; además, que el nivel de mantenimiento y el uso de registros practicado en una finca a menudo define el nivel de éxito que la misma espera lograr.

Los sistemas de información son herramientas que permiten el aumento de la capacidad organizacional y permiten tomar decisiones sobre la base de datos ingresados, que luego de ser procesados ayudan a manejar una situación determinada (Rafael y Bermúdez, 2006).

Soler (2022) explica que un sistema de información ganadero garantiza la trazabilidad de los animales relacionada al origen, raza del animal, lugar de cría y de engorde, sanidad animal y alimentación, así como la automatización de los procesos en la industria ganadera como la generación de comprobantes y presupuestos, control de costos, producción y operaciones.

Diversos autores han desarrollado este tipo de sistemas de registro, por ejemplo, Ponnusamy *et al.* (2016) crearon un sistema de información para mejorar el control y trazabilidad de las unidades de producción; Crespo (2015), elaboró un sistema para la gestión ganadera como soporte del proceso productivo ganadero; incorpora transacciones, inventarios, control de animales, control de potreros, clientes, proveedores, ingresos y gastos.

También se reporta la existencia de softwares como Bertha, Progan o Ganader SG para la gestión y manejo de hatos de ganado para mejorar los procesos agrícolas y la adquisición de conocimientos entre los agricultores, pero su implementación no está ampliamente publicitada (Gómez-Prada *et al.* 2019). En la actualidad, los sistemas de información en ganaderías también están disponibles a través de aplicaciones para tablet o teléfonos móviles, permitiendo la gestión ganadera.

CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

Ayala (2015) menciona que la implementación de un sistema de información ganadero facilita el manejo de los datos de cada animal y permite evaluar los factores influyentes como el control de la producción, nutrición, manejo, reproducción, sanidad y la interacción del componente humano, entre estos (parr.3).

Martínez (2004) indica que todo sistema de producción animal proporciona datos valiosos que deben ser constantemente registrados de forma adecuada y ordenada con respecto al tiempo y categoría, con el propósito de originar, bases firmes y claras para tomar decisiones informadas.

La globalización nos exige que toda actividad económica debe constar con información sistematizada y disponible; para la actividad pecuaria la sistematización de información se auxilia con cuadernos de registro que demandan de asistencia personalizada, para realizar un análisis y la toma de decisiones. En la era de la información, el desarrollo de las tecnologías de información y la comunicación ha favorecido el mejoramiento de los procesos agropecuarios. Por ejemplo, al facilitar la recolección de información en campo y la disminución en los costos de personal (Delgado *et al.* 2006).

De acuerdo con Obregón *et al.* (2021):

es necesario mejorar en la introducción del uso de nuevas tecnologías que forjen una nueva transformación en las unidades productivas. En la medida en que estas puedan ser utilizadas, se puede hacer de ellas agentes dinamizadores del cambio de ganaderías extensivas a ganaderías sustentables (p. 36).

Dada la utilidad de almacenar datos y trabajar con ellos para la toma de decisiones, el productor se ve en la necesidad de utilizar sistemas de información que lo apoyen en ejercer el control eficiente de los recursos y optimizar las utilidades en su sistema de producción animal. El objetivo de este trabajo es diseñar un sistema multiplataforma que facilite el registro, manejo y toma de decisiones en sistemas productivos ganaderos.

METODOLOGÍA

Este trabajo corresponde a una investigación no experimental para el diseño de un sistema multiplataforma para el registro de información y manejo de fincas ganaderas, desarrollado con el objetivo de brindar una herramienta eficiente en el control del hato ganadero.

La metodología consistió en una revisión bibliográfica para conocer los antecedentes nacionales e internacionales en el uso de este tipo de herramientas en sistemas productivos ganaderos. Para el diseño del sistema se crearon formularios de entrada y salida de datos, la selección del color y el entorno se realizó con el uso de los softwares

Figma y Adobe Photoshop. La elaboración de la base de datos y estructura de tablas y campos se desarrolló con la plataforma MySQL utilizando un servidor local apache llamado XAMPP y Wampserver, considerando las hojas de registros técnicos de las bitácoras de fincas ganaderas, de entrada y salida de datos e índice técnico productivo y reproductivo.

La creación de formularios de entradas y salidas de datos, menú (selección de apartados), conexión de los formularios, así como la validación y aplicación de seguridad en los formularios y apartados del sistema, se desarrollaron con los lenguajes de programación PHP, JavaScript, JSON, Ajax, HTML (editor de texto web), usando la plataforma Adobe Dreamweaver. Todo esto permitió la construcción del sistema de información ganadero, el que se subdivide en: pantalla inicial, inicio de sesión, menú, íconos, interfaces, formularios, módulos de entrada, módulos de salida y reportes.

Después se realizó la conexión de los formularios con la base de datos, seguido de la aplicación de seguridad en los formularios del sistema. Por último, se realizó la validación de este con datos de prueba de una finca, para evaluar su funcionamiento. Posteriormente se diseñó un manual ilustrado del sistema multiplataforma, que tiene como propósito servir de ayuda a los usuarios finales para el funcionamiento básico del sistema de información.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sistema de información ganadero. Este tipo de sistema permite almacenar información de una finca, como una herramienta para la sistematización y control del hato ganadero. Según Silva (2006), un sistema de información es “un medio que nos proporciona información oportuna, fiable y precisa para la toma de decisiones” (p. 161).

En este trabajo, la parte visual del sistema lo constituyen los formularios siguientes: inicio de sesión, menú, factura, ingresos, gastos, proveedor, cliente, nacimientos, producción de leche, reproducción, sanidad, suplemento, finca, calendario sanitario, estos corresponden al menú principal de la plataforma para el administrador del sistema y para los usuarios.

Componentes del sistema

Inicio de sesión. En esta parte de la interfaz del sistema, se establece la validación de datos, tanto del administrador como del usuario común; los datos que se evalúan son correo electrónico, tipo de usuario y contraseña. Microsoft Build (2023), indica que el proceso de inicio de sesión comienza cuando un usuario escribe sus credenciales en el cuadro de diálogo de introducción de credenciales, o cuando el usuario inserta una tarjeta inteligente en el lector de tarjetas inteligentes, o bien cuando el usuario interactúa con un dispositivo biométrico.

CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

Menú. Corresponde al menú de usuario y visualiza los módulos que permiten el registro en el sistema de información; contiene los módulos siguientes: factura de venta y factura de proveedor, ingresos, gastos, nacimientos, producción de leche, cliente, reproducción, sanidad y suplemento. En esta interfaz, el usuario puede seleccionar los módulos y apartados a trabajar. Euroinnova (s.f.) indica que “un menú de computadora representa al conjunto de opciones desplegadas que muestran los equipos computacionales, para que el usuario escoja cuál es la acción o la función que desea ejecutar con tan solo un clic” (Parr. 3). Esto permite conocer los elementos que conforman el sistema, en este caso, la multiplataforma.

Formulario

Factura. Se divide en facturas de ventas y factura de proveedor, los registros de factura de venta incluyen número de factura, fecha y nombre del cliente, número de chapa, descripción y peso en kg; los registros de factura de proveedor son número de factura, fecha, nombre del proveedor, categoría, raza, número de chapa, peso en kg, fecha de nacimiento, estado y sexo de la cría; elementos necesarios en un sistema multiplataforma.

Este registro de factura permite documentar por medio de soportes con fecha y autorización los movimientos de compra y venta de la unidad animal, un soporte para el registro en el sistema contable y para la toma de decisiones para la mejora del sistema productivo.

De acuerdo con Ionos (2023) la documentación se conserva en papel o en formato digital, también se ha de anotar en los libros el registro de facturas expedidas y de facturas recibidas con todos los datos: el número y la serie, la fecha de expedición y la fecha de realización de las operaciones si es diferente, el nombre y los apellidos, la razón social o denominación completa, el número de identificación fiscal del destinatario, la base imponible de las operaciones, el tipo impositivo y la cuota tributaria.

Ingreso. En este módulo se registra la fecha del ingreso, el producto o equipo y la cantidad. Billin (2019) define al ingreso como ganancias tanto monetarias como no monetarias que se consiguen por la venta de un producto o por un servicio.

Un sistema de información se encarga de registrar, elaborar y comunicar información de carácter económico y financiero, que permite la toma de decisiones, bien sea de tipo operacional u organizacional (Alcarria, 2018).

Los aspectos importantes de las practicas agropecuarias deberían documentarse y sus registros conservarse durante un periodo mínimo de dos años. Un sistema de registro de ingresos permite disponer de un historial de la producción, contar con los registros actualizados es de gran importancia para el manejo y control

en la finca ganadera, como lo indica el Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria (IPSA, 2017, p. 12).

Gastos. Esta interfaz permite el registro de gastos por fecha, producto o equipo y cantidad. Según Centrup (2019), los gastos son las transacciones que disminuyen la utilidad y representan los consumos que el negocio ha registrado durante un período de tiempo ejecutado por el negocio respecto a un bien o servicio utilizado.

La contabilidad agropecuaria se encarga de proveer información básica, precisa y confiable del entorno que involucra la producción de productos agropecuarios y movimiento ganadero. Se realiza el registro y ordenamiento de las diferentes transacciones, menester de los movimientos de la unidad de producción (Mafla, 2015, p.13).

Proveedor. Permite registrar información sobre la persona proveedora, entre ellos fecha, nombre completo, nombre de la finca, cédula de identidad, tipo de proveedor, número de celular y ciudad.

Sánchez (2021) expresa que “el proveedor se encarga de abastecer a terceros de distintos recursos con los que él cuenta para el desarrollo de actividades comerciales o económicas” (Parr.1).

Cliente. Este módulo permite registrar información sobre el cliente como fecha, nombre completo, nombre de la finca, cédula de identidad, tipo de cliente, número de celular y ciudad.

Ce comunidad empresas (2023) indica que los tipos de clientes potenciales según su frecuencia de compra son: clientes potenciales ocasionales, clientes potenciales regulares, clientes potenciales recurrentes; también señala que los tipos de clientes potenciales según su volumen de compra corresponden a: clientes potenciales de bajo volumen, clientes potenciales de alto volumen; y que según su grado de influencia pueden ser: clientes potenciales influyentes y clientes potenciales no influyentes.

Nacimiento. Interfaz que registra los nacimientos de las crías según número de chapa de la madre, número de chapa de la cría, raza de la cría, número de parto de la madre, número de chapa del padre, raza del padre, fecha de nacimiento, sexo de la cría, fecha del destete y peso.

Según Rúa *et al.* (2023), en primera instancia, se debe registrar la fecha en que sucedió el parto, y a partir del número de crías que haya tenido la hembra, se completa la información requerida: el número de identificación de padre y madre, el número de identificación asignado a la cría, el sexo de la cría y el peso registrado al nacimiento (p. 21).

Conforme a las circunstancias, en este registro se debe de anotar el número de la madre, código y/o número

CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

del padre, fecha de nacimiento, sexo, peso al nacimiento, edad al destete, peso al destete y observaciones en las que se debe anotar cualquier eventualidad a la hora del nacimiento, como lo indica la Agencia Japonesa de Cooperación Internacional (JICA, 2023, p. 123).

Producción de leche. Registra la producción de leche diaria en litros y su precio. Información que permite conocer la producción diaria por unidad animal y la variación de los precios.

Este es un registro importante y de ayuda para que el productor conozca las vacas que son buenas productoras para el suministro de alimento, y cuales no lo son y así realizar el descarte; para que este registro sea funcional, se debe de pesar y registrar la producción de leche por lo menos una vez al mes (Rivera y Fernández, 2020, p. 9)

Según Procesadora Nacional de Alimentos C.A. (PRONACA, 2021):

con estos datos se puede evaluar el comportamiento productivo individual y del hato. Es una herramienta importante para tomar decisiones con respecto a la permanencia de un animal en el rebaño, la dosis de concentrado que debe consumir y la fecha de secado (corte del ordeño). Al finalizar el año, se obtiene el promedio individual del hato, días y producción por lactancia (párr. 9).

Reproducción. En este módulo se registra el número de chapa de la madre, fecha de monta, número de chapa del padre, fecha probable del parto y fecha real del parto.

Para Hazard (2004), la alimentación y reproducción son dos de los aspectos importantes en el manejo de cualquier rebaño de leche. Esta es la razón por la que se debe llevar un estricto control de todos los aspectos relacionados con la reproducción. Sin embargo, los registros productivos serán útiles sólo en la medida que permitan determinar eficiencia reproductiva, estado sanitario, así como genotipos y características del parto (p. 85).

Rivera y Fernández (2020, p.11) “plantean que con esta información se evalúa el comportamiento reproductivo de las hembras y de los machos reproductores”. Arias (2006), como lo cita Rivera y Fernández (2020, p. 11), señala que en la reproducción se registra información sobre “partos, abortos, servicios y resultados de la palpación para determinar la edad del feto y el estado de los órganos de la reproducción”, información de relevancia para la toma de decisiones en el sistema pecuario.

Sanidad. Esta interfaz registra el nombre de la actividad, el número de chapa del animal, nombre de la categoría y fecha de la realización.

Cadena (2021) señala que:

el plan sanitario está enfocado principalmente para el control, prevención y erradicación de las entidades que afectan los diferentes sistemas de producción ganadera y reforzar las medidas de manejo y diagnóstico, para disminuir los factores de riesgo que afectan la sanidad del ganado. Los esquemas de manejo, vacunación y desparasitación son generales y se deben adaptar e interpretar a cada predio o región en particular (p.18).

Debe contener todos los manejos preventivos como vacunaciones, desparasitaciones, despálme o cualquier administración de insumo veterinario que se haga a los animales. Debe incluir identificación del animal o grupo, razón del tratamiento, producto utilizado, serie, dosis, vía de administración, duración del tratamiento, período de resguardo para carne y leche.

Los problemas sanitarios de mayor trascendencia en la producción ganadera son las altas incidencias de parásitos en la categoría de ganado en crecimiento, y la alta mortalidad de terneros causada por la falta de vacunación (Díaz y Pérez, 2013, p.13).

Suplemento. Esta interfaz permite registrar el tipo de suplemento alimenticio, número de chapa, nombre de la categoría, cantidad total de suplemento, suplemento por vaca por día y kilogramo, periodo de suplemento y fecha de aplicación.

Intagri (2018) indica que la complementación alimenticia es fundamental en la generación de la respuesta productiva, haciendo cada vez más importante económicamente el entendimiento de estas relaciones, para obtener respuestas satisfactorias en el manejo de los sistemas productivos bovinos.

De acuerdo con el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA, 2004):

la alimentación del ganado es de alta complejidad, debido a la gran cantidad de variables de las que depende. Aun cuando la base alimenticia del ganado proviene del aporte nutricional de la finca, durante los periodos críticos de producción de pastos se debe recurrir a la suplementación con forraje conservado y a la adición de subproductos de cosecha, como formas de impedir pérdidas u obtener pequeñas ganancias de peso diario (p.73). Estos autores también señalan que:

la producción del ganado se encuentra estrechamente ligada a las cantidades de alimento que cada uno de ellos consume diariamente. Sin embargo, las necesidades o requerimientos nutritivos van a depender de la fase de vida o etapa productiva en que se encuentre el animal. En

CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

efecto, los requerimientos serán diferentes para un animal que está creciendo o en levante, a uno que está en ceba final o para aquel que se encuentra en estado de gestación (p.76).

Finca. Registra información básica del sistema de producción como el nombre de la finca, propietario, descripción, propósito, ubicación, área total, área destinada para ganado y área de cultivo.

Bembibre (2010) explica que el nombre de finca es el que se aplica a un determinado tipo de establecimiento que tiene lugar en el ámbito rural y que se dedica a la producción de algún tipo de elemento agrícola o ganadero, y que pueden ser de áreas variable.

Para Nester (2023), una finca es una unidad o parcela de tierra o una propiedad inmueble que se ha registrado de manera individual. Cada registro de finca tiene un número único de identificación y se asocia con un propietario o propietarios específicos, la información registrada suele incluir detalles sobre la ubicación de la propiedad, sus dimensiones y el nombre del o los propietarios (párr. 2).

“Los elementos a registrar son nombre y coordenadas de la finca según el registro público o el utilizado en trazabilidad, nombre del propietario, ubicación y extensión, datos generales para cualquier unidad de producción” (Rivera y Fernández, 2020, p.19).

Calendario sanitario. Este módulo permite registrar las fechas en que se realizan las actividades sanitarias. Dentro de las principales actividades sanitarias se realizan esquemas de manejo, vacunación y desparasitación los que deben de adaptarse e interpretarse a cada finca o región en particular.

Cledou (2016) señala que la adecuada interacción entre sanidad, alimentación y manejo permite el correcto funcionamiento de la inmunidad natural de los animales. La elaboración de un correcto calendario sanitario contribuye a mejorar las defensas del animal y prevenir enfermedades (párr.1). “El plan sanitario es la base fundamental en todo sistema productivo porque permite obtener niveles de producción óptimos” al distribuir las actividades sanitarias de inmunizaciones, control de parásitos internos y externos y la aplicación de vitaminas con minerales, en los meses del año (párr. 9).

Según Rivera-Rodríguez *et al.* (2009) las frecuencias de aplicación de las vacunas en el ganado bovino, es realizada por la mayoría de los productores dos veces al año, al inicio y al finalizar la época lluviosa (mayo – noviembre).

De acuerdo con Cadena (2021), los sistemas de información incluyen todos y cada uno de los elementos

integrantes del proceso de producción. Para la Asociación de Productores y Exportadores de Nicaragua (APEN, 2018) los sistemas de información son importantes porque permiten llevar registros ordenados del sistema pecuario, relacionados con el origen, manejo, comportamiento y destino de los animales; el objetivo principal es ayudar al productor a tomar decisiones; requiriendo de un sistema eficiente de identificación de todos los animales del hato, el que debe ser único, permanente, visible, fácil de aplicar, difícil de alterar y de bajo costo, siendo una herramienta fundamental para la trazabilidad de los productos.

Guevara *et al.* (2009), explican que los registros reproductivos y productivos son esenciales para el manejo de los animales, son fuente de información para tomar decisiones sobre acciones futuras; esta información indicará cual es el grado de normalidad del comportamiento reproductivo y productivo del animal. (p. 25)

Según Solís y Sirias (2016), la ganadería de Nicaragua ha sido afectada por diversos factores, entre ellos el descontrol de los registros del ganado, información que ha sido almacenada en papel, sistema que no contribuye con el análisis y conservación de la información. El manejo del registro de la información del ganado bovino desde su nacimiento hasta su venta o sacrificio es uno de los principales problemas en una finca ganadera porque no se controla el historial de vida del animal e índice de producción (leche y carne) dificultándole al ganadero la toma de decisiones correctas para el éxito del negocio (p. 3).

Con el uso del sistema multiplataforma, es posible que el productor almacene gran cantidad de datos, ahorre dinero y tiempo, así como facilitar la gestión de la información para presentar resultados de forma ágil y precisa que ayude en la toma de decisiones, contribuyendo a ser más eficiente en el manejo del sistema de producción.

CONCLUSIONES

El sistema de información multiplataforma permite sistematizar la información de un sistema de producción a través de bases de datos y módulos de registro, diseñados mediante lenguajes de programación, plataformas, softwares y servidores locales, con una interfaz amigable para el usuario final.

El sistema de información multiplataforma ganadero es capaz de registrar, almacenar y procesar datos, siendo una herramienta que permite la toma de decisiones para el seguimiento y manejo de un sistema de producción pecuario. Facilita la administración gerencial y la optimización en el manejo de los recursos con visión empresarial.

CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia Japonesa de Cooperación Internacional. (2023). *Manual para técnicos locales*. https://www.jica.go.jp/Resource/nicaragua/ espanol/office/others/c8h0vm000001q4bc-att/4_agriculture02_03.pdf
- Alcarria, J. J. (2018). *Contabilidad financiera*. Castellón de la Plana. Sapientia.
- Asociación de Productores y Exportadores de Nicaragua. (2018). *Administración de la Finca: Importancia de los registros pecuarios*. Fondo multilateral de inversiones.
- Ayala Parra, J. A. (2015). *Implementación de un software ganadero SG en la hacienda Santa Bárbara (municipio de Pinchote-Santander)*. <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/500ba927-87bd-4b98-a029-b13e2a43da4f/content>
- Bembibre, C. (2010). *Definición de finca*. <https://www.definicionabc.com/general/finca.php>
- Billin. (2019). *¿Qué es ingresos?* <https://www.billin.net/glosario/definicion-ingresos/>
- Cadena Rodríguez, K. A. (2021). *Asistencia técnica integral en ganaderías bovinas, en el marco de la asociación de ganaderos de Puerto López*. <https://repositorio.unillanos.edu.co/entities/publication/ec7ae47a-dd4d-4fdd-b7a7-fcb21324b753>
- Ce comunidad empresas. (2023). *Cientes potenciales: ejemplos, tipos y cómo identificarlos*. <https://ce.entel.cl/articulos/clientes-potenciales/>
- Centrump. (2019). *Contabilidad financiera*. https://vcentrum.pucp.edu.pe/promomails/Costo_Gasto/definicion-de-gasto.html
- Cledou, G. (2016). *Calendarios sanitarios*. <https://cicloneo.com.ar/2016/05/23/calendarios-sanitarios/>
- Crespo Valenzuela, R. D. (2015). *Sistema informático para la gestión ganadera bovina en Guatemala* [Tesis de Maestría, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio Institucional. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/4941>
- Delgado, J. M., Giraldo, C., Millan, A. F., Zunica, C. y Abadia, J. (2006). Desarrollo de un software web y móvil para la gestión de información de campo de cultivos agrícolas (AgrocomM). *Sistema & telemática*, 4(8), 113-124. <https://www.redalyc.org/pdf/4115/411534375006.pdf>
- Díaz Barrera, K. M. y Pérez Matamoros, M. del C. (2013). *Comparación de índice productivo y reproductivo bovino en ocho fincas ganaderas, Departamento de Matagalpa, segundo semestre 2012* [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, FAREM-Matagalpa]. <https://core.ac.uk/download/129439038.pdf>
- Euroinnova. (s.f.). *¿Qué es un menú en informática?* <https://www.euroinnova.mx/blog/que-es-un-menu-en-informatica>
- Gómez-Prada, U. E., Orellana-Hernández, M. L. y Salinas-Ibáñez, J. M. (2019). Apropiación de sistemas de tecnologías de la información para toma de decisiones de productores agroindustriales basada en videojuegos serios. *Información tecnológica*, 30(5), 331-340. <http://doi.org/10.4067/S0718-07642019000500331>
- Guevara, L., Castillo, E. y Roa, N. (2009). *Uso de registros y manejo de la información en la ganadería doble propósito de Venezuela*. <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/uso-registrosmanejo-informacion-t27802.htm>
- Hazard Torres, S. (2004). Registros productivos y reproductivos en producción lechera. En N. Gaete Castañeda (Ed.), *Técnicas de producción de leche, praderas y de gestión para la agricultura familiar campesina (AFC)* (pp. 83-94). <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7003/NR31861.pdf>
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias. (2004). *Manual de producción de bovinos de carne para la VIII, IX y X regiones*. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/40334>
- Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria. (2017). *Procedimiento general del sistema segregado de producción bovina (SSPB). Instructivo, Responsabilidades y operatividad en el Sistema SSPB*. <https://www.ipsa.gob.ni/Portals/0/sspb/Procedimientos/PROCEDIMIENTOS%20GENERALES%20DEL%20SISTEMA%20SSPB.pdf>
- Intagri. (2018). *Complementos alimenticios como estrategias de alimentación para rumiantes en pastoreo*. <https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/Complementos-alimenticios-como-estrategias-de-alimentacion-para-rumiantes>
- Ionos. (2023). *El documento contable y su papel en la contabilidad*. <https://www.ionos.es/startupguide/gestion/el-documento-contable-soporte-de-la-contabilidad/>
- Mafla Martínez, A. P. (2015). *Sistema de contabilidad agropecuaria para la finca San Luis en el cantón Tulcán* [Tesis de Ingeniería, Universidad Regional Autónoma de los Andes]. <https://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/1358/1/TUTCYA005-2015.pdf>
- Martínez Bravo, J. E. (2004). *Diseño y desarrollo de un Sistema de información Gerencial (SIG) de apoyo al pequeño y mediano productor lechero para ejercer un control técnico-económico en su hato*. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/2bc797e2-b59d-457a-bdeb-df70ea57b2f8/content>
- Microsoft Build. (2023). *Escenarios de inicio de sesión de Windows*. <https://learn.microsoft.com/es-es/windows-server/security/windows-authentication/windows-logon-scenarios>
- Nester. (2023). *Número de finca registral: ¿Qué es y dónde encontrarlo?* <https://www.nestersoftware.com/articulos/numero-de-finca-registral-que-es-y-donde-encontrarlo>

CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

- Obregón Perdomo, L. A., Ortiz Meneses, C. A. y Cuellar Medina, Y. (2021). La utilización de las herramientas tecnológicas en los sistemas de producción ganaderas doble propósito. *I+D Revista de Investigaciones*, 17(1), 34-48. <https://doi.org/10.33304/revinv.v17n1-2022003>
- Ponnusamy, K., Sriram, N., Prabhukumar, S., Vadivel, E., Venkatachalam, R. y Mohan, B. (2016). Effectiveness of cattle and buffalo expert system in knowledge management among the farmers. *The Indian Journal of Animal Sciences*, 86(5), 604–608. <https://doi.org/10.56093/ijans.v86i5.58514>
- Procesadora Nacional de Alimentos C.A. (2021). *Importancia de manejo de registros ganaderos*. <https://www.procampo.com.ec/index.php/blog/10-nutricion/101-importancia-de-manejo-de-registros-ganaderos>
- Rafael Loarca, L. F. y Bermúdez Girón, A. M. (2006). *Diseño de un sistema de información para el manejo de costos en hatos lecheros medianos y pequeños*. <https://docplayer.es/6418732-Diseno-de-un-sistema-de-informacion-gerencial-para-el-manejo-de-costos-en-hatos-lecheros-medianos-y-pequenos.html>
- Rivera Martínez, H. Y. A. y Fernández Báez, H. A. (2020). *Implementación de la Aplicación Web SuiteFarm para el registro ganadero en finca Las Delicias, Comarca Coyanchigüe, municipio de Camoapa, departamento de Boaco, enero-octubre 2020* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/4262/1/tnc30r621.pdf>
- Rivera-Rodríguez, A. A., Pastrán-Traña, E., Rivera-Pineda, F. y Rizo-Gutiérrez, J. R. (2009). Incidencia del manejo zootécnico, tecnologías usadas en el ganado de ordeño, en la cantidad y calidad de leche que producen los ganaderos en el municipio de Muy Muy-departamento de Matagalpa, Nicaragua. *Ra Ximhai*, 5(2), 247-258. <https://www.redalyc.org/pdf/461/46111507010.pdf>
- Rúa Bustamante, C. V., Cañas Álvarez, J. J., Carrascal Triana, E. L., Aguayo Ulloa, L. A., Perdomo Ayola, S. C., Mojica Rodríguez, J. E., Mestra Vargas, L. I., Suárez Paternina, E. A., Hernández Martínez, C. C., Zambrano Ortiz, J. R. y Paternina Díaz, E. (2023). *Manual para la producción de ovinos en la región Caribe de Colombia*. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7406122>
- Sánchez Galán, J. (1 de septiembre de 2021). *Proveedor: Qué es, qué hace y ejemplos*. <https://economipedia.com/definiciones/proveedor.html>
- Silva Murillo, R. (2006). Los sistemas de información como arma estratégica en la gestión empresarial. *Perspectivas*, 9(18), 161-176. <https://www.redalyc.org/pdf/4259/425942516006.pdf>
- Soler Gomis, L. (2022). *Software para ganadería: aplicaciones para digitalizar la gestión ganadera y aumentar la productividad*. <https://www.softwaredoit.es/software-sector-primario/software-ganaderia.html>
- Solís Cruz, Y. C. y Sirias Miranda, F. G. (2016). *Desarrollo de un sistema web y de una aplicación móvil, para el control de índice productivo de bovino, utilizando arquitectura distribuida, en la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, FAREM - Chontales durante el segundo semestre del año 2016* [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, FAREM Chontales]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.unan.edu.ni/10822/>
- Villasmil-Ontiveros, Y. y Aranguren-Méndez, J. A. (2005). *Identificación animal y registros ganaderos*. http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/libros_online/manual-ganaderia/seccion2/articulo12-s2.pdf

GUÍA PARA COLABORADORES QUE PUBLICAN EN LA CALERA, REVISTA CIENTÍFICA DE LA UNA

En la revista **La Calera** se dan a conocer resultados de investigación y extensión de los profesionales y grupos que trabajan en ciencias agrarias y ambientales en Nicaragua y más allá de nuestras fronteras.

Con el propósito de promover mayor participación de docentes-investigadores, estudiantes, profesionales e instituciones relacionadas con las ciencias agrarias y ambientales y agilizar el proceso de edición e impresión de la revista, se han considerado las siguientes pautas que deben ser observadas por los colaboradores:

Política de acceso abierto. La revista **La Calera** fomenta el intercambio del conocimiento al permitir el acceso libre e inmediato de su contenido. Sus publicaciones están protegidas y se comparten bajo términos de la licencia Creative Commons con las atribuciones de Reconocimiento, No Comercial y Compartir Igual.

Política de cargos por procesamiento de artículos (APC). La revista **La Calera**, por declararse de acceso abierto, como parte de la promoción de la ciencia abierta, no establece ningún tipo de cargo por procesamiento de artículos (APC), en ninguna de sus fases de gestión editorial, por lo que todo colaborador (autor), está libre de costos de edición y publicación. Todos los artículos publicados en **La Calera** pueden ser descargados de forma gratuita.

Derechos de autor. Los autores de los escritos (contribuciones) conceden a la **Universidad Nacional Agraria** los derechos de edición de la propuesta enviada, por lo que la universidad cuenta con el derecho exclusivo para publicarla durante el periodo completo de los derechos de autor. Estos derechos de autor incluyen reproducción impresa y electrónica, almacenamiento, recuperación, toda forma de publicación electrónica y cualquier otro tipo de publicación.

Los autores deben certificar que el escrito es original y que no ha sido publicado, igualmente asegurar que no se encuentra sometido a evaluación y posible publicación en otras revistas o sitios electrónicos. Todos los autores expresan que son conocedores del escrito y autorizan su publicación y sus citaciones.

El autor o los autores autorizan a la **Universidad Nacional Agraria** a proteger el artículo contra el uso no autorizado y la facultan para su difusión por medios impresos o electrónicos (PDF, HTML, EPUB, XML, VISOR u otros) y fuentes de información secundaria como servicios de resúmenes y bases de datos.

Sistema de arbitraje. El sistema de arbitraje es externo y el tipo de revisión es a ciega doble, por lo que los revisores no

tienen conocimiento de la autoría del escrito y el autor(es) no conocen a los revisores.

La revisión se fundamenta en los siguientes criterios:

Correlación entre el título, objetivos, resultados y conclusiones.

Los objetivos son relevantes para el avance del conocimiento.

La introducción indica la importancia del tema, justificación de la investigación y antecedentes relevantes que fundamentan los objetivos.

La metodología es adecuada para alcanzar los objetivos propuestos.

Los resultados presentan hechos derivados de la metodología, ordenados de manera lógica y objetiva; son claros y entendibles con relevancia para el avance del conocimiento.

Conclusiones concordantes con los resultados y el análisis, y a la vez importantes para el avance del conocimiento.

Bibliografía adecuada y actualizada respecto al tema tratado.

Redacción clara, breve y precisa con organización lógica que facilita su comprensión.

Los revisores podrán recomendar: Publicar con ajustes menores, publicar con ajustes mayores, no publicable.

Detección de plagio. Se hace uso del sistema Turnitin para obtener un reporte de similitud o detección de plagio. Este sistema permite conocer si el trabajo incluye información de otras investigaciones sin el debido reconocimiento de derechos de autor.

Del contenido. La revista **La Calera** tiene como propósito contribuir al desarrollo científico técnico del sector agrario y ambiental de Nicaragua mediante la difusión de resultados de investigaciones realizadas por docentes de la UNA y colaboradores y a la proyección nacional e internacional de la Universidad Nacional Agraria. La revista, acoge trabajos de temáticas variadas y a diferentes niveles (básico, aplicados y básicos – aplicados).

Son bienvenidos artículos sobre aspectos científico-técnicos, los mismos, pueden ser escritos desde la perspectiva de una disciplina específica o con visión multi e interdisciplinaria. Los temas de los artículos pueden incluir prácticas innovadoras, nuevas tecnologías, sistemas de cultivo y de fincas, agroforestería, forestería comunitaria, recursos naturales y

GUÍA PARA COLABORADORES

ambiente, ganadería en sus diversos componentes, medicina veterinaria, evaluaciones socioeconómicas, desarrollo rural, agroindustria, entre otros.

De los autores. El autor puede ser toda persona o figura jurídica o corporativa y es el único responsable de preparar y remitir los artículos en forma completa, incluyendo texto, cuadros, figuras (gráficos), fotos y demás ilustraciones. Los escritos deben ser inéditos y en casos excepcionales, versiones adaptadas de publicaciones anteriores. El autor deberá acompañar sus propuestas con una carta de solicitud de publicación y autorización de publicación.

La revista no es responsable de las opiniones y afirmaciones expresadas por los autores en sus páginas. Las ideas de los autores no reflejan necesariamente el punto de vista de la institución.

De los artículos. Se aceptan trabajos en formato electrónico, elaborados en programa Word y mediante el sistema operativo Windows o sistemas compatibles. Los escritos deben presentarse a una columna con espacio sencillo; el tamaño de la hoja debe corresponder al diseño carta (21.59 cm por 27.94 cm) y el tipo y tamaño de la letra corresponde a Times New Roman tamaño 10, sin embargo, el resumen, abstract, títulos y notas de figuras y cuadros, así como las referencias bibliográficas en letra tamaño nueve.

Las propuestas deben ser identificados con el nombre del autor (nombres y apellidos), filiación, número ORCID (<https://orcid.org/>) y correo electrónico.

De la estructura. Los escritos deben tener un máximo de 10 página (incluye el resumen, abstract y las referencias bibliográficas). La longitud de los artículos será considerada por el comité editorial y será este comité, quien decidirá su publicación, incluso si el trabajo se divide para publicaciones sucesivas de la revista.

Del estilo. Se recomienda usar un lenguaje sencillo; títulos, subtítulos y párrafos cortos y evitar el uso de oraciones subordinadas largas. Deben ser claro, breve y preciso.

El autor del artículo es responsable del contenido. El escrito debe ser claro y no contener errores de ortografía, gramática y puntuación. El consejo editorial no es responsable de correcciones ortográficas, gramaticales y de puntuación. El escrito será recibido y aceptado por el consejo editorial y devuelto al autor para los ajustes finales, ya sea de forma como también para chequear la exactitud en los cálculos aritméticos, estadísticos, datos numéricos, textos citados y referencias bibliográficas.

De los cuadros y figuras. Todos los cuadros, figuras, ilustraciones, etc., pueden ser hechas a través de cámaras, dibujantes, escaneadas, reducción fotográfica, o hechas en hojas electrónicas y de cálculos. Cada cuadro, figura o ilustración debe realizarse en una hoja separada o intercalada en el texto o contenido, éstos no deben duplicar información. Se pueden usar símbolos literales para aclarar cualquier información y el valor exacto de p (valor de p) para niveles de significancia estadística.

Los cuadros deben estar en formato editable, sin líneas horizontales y a escala de grises. El tipo de letra es Times New Roman tamaño nueve. En el caso de los cuadros, en la mayoría de los casos no usar cuadrículas; solo líneas de encabezado y cierre. El tamaño de letra para el contenido es nueve.

De los géneros. Los géneros definidos por la revista corresponden a:

Artículo científico. Es una comunicación científica sobre resultados originales provenientes de un proceso de investigación, conocido también, como artículo original. La extensión máxima del texto es de 10 páginas.

Artículo de revisión o análisis. Consiste en un análisis corto de lo que se ha publicado o realizado en temas específicos de las ciencias agropecuarias, recursos naturales o ciencias ambientales en una región o en el país, con el propósito de definir el estado actual del mismo. Sigue un orden cronológico o de sus etapas de desarrollo. Por lo general destaca el avance, los cambios, las contradicciones y tendencias del tema. La extensión máxima del texto es de ocho páginas.

Uso de medidas. Deben utilizarse las unidades de medida que corresponden al sistema métrico decimal, pues ha de responder al uso del sistema internacional de medidas (SI). Si se utilizara una unidad local, se deberá colocar entre paréntesis una unidad de equivalencia internacional, e.g., 10 mz (7.03 ha).

Del contenido de los artículos. Los artículos deben contener los siguientes aspectos:

Título. Debe ser claro, breve y descriptivo, sin exceder 15 palabras (sin contar artículos, preposiciones, locuciones y conjunciones); y reflejar el contenido del texto y el objetivo principal. El título debe ir centrado, escrito en letras minúscula con tamaño de letra 11.

Autores. Inicie con el nombre del autor principal, escriba los nombres y apellidos sin grados académicos y separe los autores utilizando comas, a continuación, en línea aparte indique grado académico, filiación o dependencia académica de tra-

GUÍA PARA COLABORADORES

bajo o estudio; también puede indicar que es un investigador independiente. Indique número ORCID y correos electrónicos. Favor especificar quien es el autor para correspondencia. La lista de autores se ubica inmediatamente después del título y alineados a la izquierda con tamaño de letra 10.

Resumen. Debe incluirse el resumen en español y su traducción al inglés (abstract). Se escribe en un párrafo con un máximo de 300 palabras, debe de expresar el por qué y cómo se hizo el estudio. El resumen debe incluir los aspectos más importantes del trabajo: importancia-justificación, objetivo, metodología y las conclusiones más relevantes, apoyadas por resultados cuantitativos o cualitativos específicos de la investigación. En el caso de descripción de alguna especie (animal o vegetal), esta deberá ir acompañada de su respectivo nombre científico y del descriptor. La información en esta sección debe ser congruente con la que se presente en las demás secciones del artículo. No usar abreviaturas.

Palabras clave. Se ubican inmediatamente debajo de la última línea del resumen. Pueden ser palabras o frases cortas (entre cuatro y ocho). Su objetivo es facilitar la búsqueda bibliográfica en bases de datos computarizados o publicaciones que recogen el artículo condensado. Deben seleccionarse palabras que identifiquen el artículo y ser diferentes a las que conforman el título de la publicación. El abstract también incluye la traducción de las palabras clave (*Keywords*).

Abreviaturas. Se debe poner el significado de todas las abreviaturas que aparecen en el texto. Se recomienda hacer una lista alfabética de abreviaturas o de las más comunes usadas en el escrito, algunos términos pueden ser abreviados en el texto y no necesariamente deben ser incluidos en la lista de abreviaciones por ejemplo (etc., i.e., e.g., Ej.). Hay algunas abreviaturas que son de dominio de la comunidad científica, por tanto, no es necesario incluirlas en el listado.

Introducción. Señalar claramente al lector la importancia del tema, la justificación de la investigación y los antecedentes bibliográficos relevantes que fundamentan las hipótesis y los objetivos planteados. Es decir, debe indicarse con claridad por qué y para qué se hizo la investigación, así como qué información publicada existe al respecto. Lo anterior significa que no habrá un capítulo específico de revisión de literatura, sino que ésta se presentará en la introducción.

Los antecedentes deben apoyarse con bibliografía reciente, para que se conozca el nivel actual del tema. Solo se aceptarán citas bibliográficas, publicadas fundamentalmente (no se admitirán notas de curso, información mimeografiada o de artículos en revisión). Los antecedentes bibliográficos deben estar redactados de manera congruente y ordenada con

relación al tema del escrito. Evitar la redacción en forma de “listas de referencias” así como las “referencias múltiples” para reforzar un solo concepto que la mayoría de las veces es demasiado general, debiendo hacerse un uso preciso y específico de las referencias citadas (ver en esta sección acápite sobre referencias bibliográficas). Al final de la introducción, debe describirse el propósito o los objetivos del trabajo.

Materiales y métodos. Se describen los materiales y procedimientos utilizados, las variables y sus mediciones, así como sus unidades de medida y el tratamiento estadístico, si lo hubiera. En el caso de una investigación no experimental, indicar los instrumentos de registro de información y su análisis. Es necesario aportar la información suficiente de cada variable, de manera que cualquier investigador pueda repetir el estudio. La información en esta sección debe ser congruente con los objetivos planteados. Anotar los modelos y marcas de los instrumentos utilizados. Los métodos de laboratorio también deben ser suficientemente descritos para poder reproducirlos; si son comunes, bastará con indicar la referencia bibliográfica.

Resultados y discusión. Se presentarán los hechos derivados de la metodología, ordenados de manera lógica y objetiva, con ayuda de cuadros y figuras (fotografías, dibujos, mapas, esquemas o gráficos). La información de resultados debe presentarse en forma clara, sin recurrir a la repetición de datos en cuadros y figuras.

No basta con presentar resultados en forma de cifras, sino que es necesario interpretarlos con base en razonamientos claros, objetivos e imparciales. Además, se debe discutir su significancia de acuerdo con su similitud o contraste con los publicados por otros autores. Deben discutirse las posibles causas de tales diferencias y plantear opciones para futuros estudios. En este capítulo pueden añadirse nuevas referencias bibliográficas que no se habían incluido en la introducción.

En esta sección el autor debe cotejar sus hipótesis. En consecuencia, es importante que la discusión se base en los resultados y que ambos sean congruentes con los objetivos y las metodologías descritas en las secciones respectivas. Deben evitarse las explicaciones extensas a diferencias numéricas que no son apoyadas por pruebas estadísticas o a variables no medidas en la investigación (dando lugar a especulaciones). En todo caso, las explicaciones propositivas o especulativas serán válidas en la discusión, siempre que estén debidamente apoyadas con referencias bibliográficas o mediante razonamientos claros y correctos, pero sin ocupar más párrafos que la discusión de los propios resultados.

GUÍA PARA COLABORADORES

Conclusiones. Indicar de manera categórica, breve y precisa los aportes concretos al conocimiento apoyados por los resultados demostrables y comprobables del trabajo, no de investigaciones ajenas. Ninguna conclusión debe argumentarse ni basarse en suposiciones. No enumerar las conclusiones ni emplear abreviaturas, sino términos completos, de manera que el lector no tenga que recurrir a otras partes del texto para entenderlas. Debe haber congruencia con la información que se presente en el resumen.

Referencias bibliográficas. Esta sección está formada por la lista en orden alfabético y cronológico de todas las referencias citadas en el texto. Las referencias deben tener la información completa y presentarse según las normas **APA (American Psychological Association)** última edición.

Las referencias bibliográficas deben contener la siguiente información:

DOCUMENTOS IMPRESOS Autor: apellido(s) e inicial(es) del o los nombres). /año de publicación (entre paréntesis). / título del trabajo y subtítulo, si hay, separados por dos puntos (en itálicas). /edición: a partir de la segunda edición, se abrevia con (ed.) (minúsculas y va entre paréntesis). /lugar de publicación. /editorial.

LIBROS: Apellido(s), inicial(es) del nombre(s). (año de publicación). *Título del libro:* Subtítulo (número de edición a partir de la segunda). Editorial.

Dutta, D., Lukose, L. Samanta, S. (2020). *Aplicación de la teledetección hiperespectral en estudios de cultivos y suelos*. Académica Española.

Montané de la Vega, R. (2015). *Ecología y conservación ambiental* (2a ed). TRILLAS.

CAPÍTULO DE LIBRO: Apellido(s), inicial(es) del nombre(s) del autor del capítulo. (año de publicación). Título del capítulo. En iniciales del nombre(s), seguido de los apellidos del editor, *Título del libro* (en cursiva) (páginas del capítulo). Nombre de la primera editorial; nombre de la segunda editorial.

Carlier, J., Fouré, E., Gauhl, F., Jones, D. R., Lepoivre, P., Mourichon, X., Pasberggauhl, C. & Romero, R. A. (2000). Black leaf streak. En D. R. Jones (Ed.), *Diseases of Banana, Abacá and Enset* (pp. 37-79). CAB International.

Salazar, C. D. y Munguía, H. R. (2010). Estrategias para la elaboración e implementación de la curricula del diplomado en sistemas de calidad en la producción de café con

responsabilidad ambiental, social y empresarial. En F. Alemán, H. Medrano, A. Norgren, A. Reyes y S. Scheinberg (Eds.). *Innovaciones en las universidades nicaragüenses: casos exitosos* (pp 163-171). Consejo Nacional de Universidades; Universidad Nacional Agraria.

TESIS: Apellido, A., y Apellido, A. (Año). *Título de la tesis* [Tesis de Ingeniería, Licenciatura, maestría o doctoral]. Nombre de la institución.

Reynosa Correa, C. M. y Díaz Mena, F. M. (2016). *Estado de los suelos y capacidad de uso de la tierra en la finca El Cacao, La Fonseca – Kukra Hill* [Tesis de Ingeniería]. Universidad Nacional Agraria.

PUBLICACIONES PERIÓDICAS: Apellido(s) e inicial(es) del nombre(s) del o los autores. /fecha de publicación. /título del artículo. /título de la revista. /volumen. /número si es una revista de paginación separada. /páginas, si es un periódico o revista ilustrada que trata temas variados se utiliza p. o pp. antes del número o números de la página. Si se trata de una revista, únicamente se indica los números de página sin poner p. o pp.

ARTÍCULO DE REVISTA CIENTÍFICA: Apellido(s), Inicial(es) del nombre(s). (año). Título del Artículo. *Nombre de la Revista, Vol* (No.), página inicial - página final del artículo.

Larios-González, R. C., Salmerón-Miranda, F. y García-Centeno, L. (2014). Fertilidad del suelo con prácticas agroecológicas y manejo convencional en el cultivo de café. *La Calera*, 14(23), 67-75.

Liebman, M., Corson, S., Rowe, R. J. y Halteman, W. A. (1995). Dry bean responses to nitrogen fertilizer in two tillage and residue management systems. *Agronomy Journal*, (87), 538-546.

DOCUMENTOS ELECTRÓNICOS

LIBRO ELECTRÓNICO: Apellido(s), inicial(es) del nombre(es) del autor. (Año de publicación). *Título del libro en cursiva*. Editorial. URL

Jiménez-Martínez, E. y Rodríguez, O. (2014). *Insectos plagas de cultivos en Nicaragua*. Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/2700/1/NH10J61ip.pdf>

ARTÍCULO DE PUBLICACIÓN PERIÓDICA CON DOI: Apellido(s), inicial(es) del nombre(es). (Año de publicación). Título del artículo de la revista. *Nombre de la revista. Vol*. (No.), página inicial - página final del artículo. DOI

GUÍA PARA COLABORADORES

Treminio Corea, M. L., Mendoza Corrales, R. B. y Garmendía Zapata, M. A. (2023). Erodabilidad en suelos Andisoles, Mollisoles y Vertisoles de la región del Pacífico de Nicaragua. *La Calera*, 23(41), 99-104. <https://doi.org/10.5377/calera.v23i41.16678>

ARTÍCULO DE REVISTA EN LÍNEA: Apellido(s), inicial(es) nombre(s). (año). Título del artículo. *Nombre de la Revista*, Vol.(No.), página inicial - página final del artículo. URL

Escorcía, J. C., Arauz Espinoza, J. L., Sánchez Gómez, I. E. y Lanuza Rodríguez, E. H. (2023). Identificación fenotípica de mecanismo de resistencia de las bacterias *Burkholderia gladiolii* y *Burkholderia plantarii* y sensibilidad in vitro a bactericidas de uso agrícola. *La Calera*, 23(41), 84-90. <https://lactalera.una.edu.ni/index.php/CALERA/articulo/view/538>

TESIS DE UNA BASE DE DATOS INSTITUCIONAL (REPOSITORIO INSTITUCIONAL): Apellido(s), inicial(es) nombre(s). (año). *Título de la tesis* [Tesis de ingeniería, licenciatura, maestría o doctoral, nombre de la institución que otorga el título]. Repositorio Institucional. URL

Galeano Calderón, J. R. y Gámez Martínez, M. (2023). *Planificación estratégica para el fortalecimiento del turismo rural en el Centro Turístico Rancho Vuelo del Águila, Jalapa-Nueva Segovia, 2022* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/4659/1/tne20g152.pdf>

SITIO O PAGINA WEB: Autor, A. (año, mes día). *Título del documento en cursiva*. Nombre del sitio. <http://xxxxxxxxx>

Normas APA. (2019, septiembre 26). *Formato de documento con normas APA*. <http://normasapa.com/formato-apa-presentacion-trabajos-escritos>

SOFTWARE: Apellido(s), inicial(es) del nombre(s). (Nombre del grupo). (año). *Título de la obra* (versión) [software de computador]. Fabricante. URL

SAS Institute. (2003). *Statistical Analysis System* (versión 9.1) [software]. <https://www.sas.com/>

LEYES: Organismo que decreta la norma. (Año, día de mes). Denominación numerada. Nombre completo de la norma. Publicación donde se aloja. URL

Asamblea Nacional de Nicaragua. (2013, 8 de marzo). Ley N° 835. Ley de Turismo Rural Sostenible de la República de Nicaragua. Diario Oficial No. 184. <https://rb.gy/bvjhfl>

COMUNICACIONES PERSONALES: Debido a que las mismas no proporcionan datos recuperables, las comunicaciones personales no se incluyen en la lista de referencias. Cite solo en el texto (donde corresponda) y proporcione: las iniciales y el apellido del emisor, así como una fecha exacta como sea posible.

Iniciales nombre(s). Apellido del emisor (comunicación personal, día de mes, año).

R. C. Larios-González (comunicación personal, 25 de marzo, 2023) declaró que su...
(A. N. Ortiz-Aragón, comunicación personal, 28 de septiembre, 2022).

Citas en el texto. La cita bibliográfica textual se anota utilizando el apellido del autor, la fecha de publicación y la página citada entre paréntesis, por ejemplo, (Bendaña, 1998, p. 7). Cuando la cita es indirecta (se menciona la idea del autor, pero no se cita textualmente), no se coloca la página de la referencia. Cuando hay más de dos autores se escribe el apellido del primer autor seguido de et al (Puga-Torres *et al.*, 2023). Los artículos del mismo autor se citan cronológicamente (González, 2022 y 2023). Artículos del mismo autor publicados el mismo año se citan alfabéticamente (García, 2022 a y b).

Para profundizar acerca de la forma correcta de citar y referenciar a través de la utilización de las normas APA, se sugiere consultar: <https://normas-apa.org/wp-content/uploads/Guia-Normas-APA-7ma-edicion.pdf>

Agradecimientos. Esta sección se incluirá en caso de que se desee dar reconocimiento a personas o instituciones que asesoraron o auxiliaron la investigación; indicando el nombre de la institución donde laboran, así como la forma y medida en que se haya dado la colaboración.

Anexos (cuando sea necesario). Pueden presentarse cuadros, gráficos, dibujos, fotos etc., las cuales serán opcionales y quedará al criterio del comité editorial tomarlas en cuenta a la hora de la publicación, sobre todo cuando éstas estén bien explícitas, claras y bien fundamentadas.

Otros. Los encabezados o títulos de primer orden (MATERIALES Y MÉTODOS, RESULTADOS Y DISCUSIÓN, etc.), se escriben con letra mayúscula, centrados y en negrita; los de segundo orden se escriben en letra minúscula, utilizando la condición de negrita, punto y seguido y a continuación el contenido al que se hace referencia. No se debe enunciar el encabezado INTRODUCCIÓN ya que ésta sección marca el inicio del artículo.

Contenido

CIENCIA DE LAS PLANTAS

EFFECTIVIDAD DE DOS AISLADOS VIRALES EN EL GUSANO VERDE LEPIDOPTERO:NOCTUIDAE, *Spodoptera exigua* Y GUSANO RAYADO LEPIDOPTERO: NOCTUIDAE, *Spodoptera sunia*. Luis Emilio Maradiaga Gutiérrez.

MICROPROPAGACIÓN DE TECA (*Tectona grandis* LINN F.) CON EL EMPLEO DE BIORREACTORES ECONÓMICOS DE INMERSIÓN TEMPORAL. Alexander Josué Cajina Silva, César Ramón Mendoza Blandón, Marbell Danilo Aguilar Maradiaga, Roxana Yadira Cruz Cardona.

NEMATODOS FITOPARÁSITOS ASOCIADOS AL CULTIVO DE GUAYABA (*Psidium guajava* L.) EN PARCELA MANEJADA CON ENFOQUE AGROECOLÓGICO. Markelyn Rodríguez-Zamora, Lixania Treminio-Suarez, Jorge Gómez-Martinez, Jorge López-Somarriba, Roberto Carlos Larios González.

MICROORGANISMOS COMO AGENTES BIOLÓGICOS PARA EL MANEJO DE LA ROYA DEL CAFÉ (*Hemileia vastatrix* BERK & BROOME), MADRIZ, NICARAGUA. Víctor Monzón Ruiz, Eliar Noe Navarrete Castillo, Juan Ramon Diaz Bustamante.

DISPONIBILIDAD DE BIOMASA Y CONTENIDO DE PROTEÍNA CRUDA EN DOS PASTOS DE CORTE, KING GRASS Y CAMERÚN EN Y SIN ASOCIO CON *Leucaena leucocephala* CV CUNNINGHAM. Álvaro José González Martínez, María de la Concepción Siézar Martínez, José Ramón Guido Álvarez.

DESARROLLO RURAL

MELIPONICULTURAS CONTEMPORÁNEAS EN NICARAGUA: DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES DESDE LA AGROECOLOGÍA. Yorlis Gabriela Luna Delgado, Elda Miriam Aldasoro Maya, Peter Michael Rosset, Helda Morales, Eric Vides Borrel.

AGROECOLOGÍA

RIQUEZA DE UNA FINCA AGROPECUARIA Y SU RECONFIGURACIÓN: UNA PROPUESTA DE OFERTA TURÍSTICA AGROECOLÓGICA. Alfonso José Fernández.

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

ESTRUCTURA GRÁFICA DESCRIPTIVA DE CIRCUITOS TURÍSTICOS EN PLAYA GIGANTE Y PLAYA AMARILLO EN EL MUNICIPIO DE TOLA, RIVAS, NICARAGUA. Kimberly Joseth Martínez Guadamuz, Emelina Tapia Lorío, Rosa María Reyes Pérez.

INFLUENCIA DEL USO DEL SUELO EN LOS NIVELES ESTÁTICOS DE POZOS DE LA MICROCUCENCA DEL RÍO LA CARRETA, SAN JUAN DE CINCO PINOS, CHINANDEGA, NICARAGUA. Mariann José Espinoza Acuña, Félix López Barrientos.

CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

SISTEMA MULTIPLATAFORMA PARA LA SISTEMATIZACIÓN PRODUCTIVA DE HATOS GANADEROS BOVINO. Elvin Ramón Sánchez Benítez, Guadalupe Enoc Suazo Robleto, David Ernesto Peñalba Berríos, Maynor Antonio Fernández Obregón, Axel Josué López López



www.una.edu.ni
Dirección Académica