



ISSN 1998 – 8850

LACALERA





LACALERA

Información General

**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 de Investigación,
Extensión y Posgrado
(DIEP)

Apartado postal 453
Managua, Nicaragua
(505) 2233-1265 / 2233-1267

edgardo.jimenez@ci.una.edu.ni
Sitio web: www.una.edu.ni
Revista La Calera:
<http://lascalera.una.edu.ni>

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 de Investigación Extensión y Posgrado (DIEP) de la Universidad Nacional Agraria (UNA).

Datos de publicación: La Revista La Calera, es una publicación semestral (junio y noviembre) 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 Latindex:

La Calera en línea: <http://www.latindex.org/latindex/ficha?folio=20227>

La Calera impresa: <http://www.latindex.org/latindex/ficha?folio=12666>

e indizada en los siguientes directorios, catálogos y repositorios:

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/>

Latin American Journal On Line (LAMJOL): <https://www.lamjol.info/index.php/CALERA>

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

Catálogo en línea CENIDA: <https://cenida.una.edu.ni>

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

Repositorio Universitario CNU: <http://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 edgardo.jimenez@ci.una.edu.ni

© Copyright 2022. Universidad Nacional Agraria

Revista La Calera

Revista Científica de la Universidad Nacional Agraria, volumen 22, N° 38, junio, 2022.

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

Publicaciones periódicas, Nicaragua, Agricultura, Universidad Nacional Agraria.

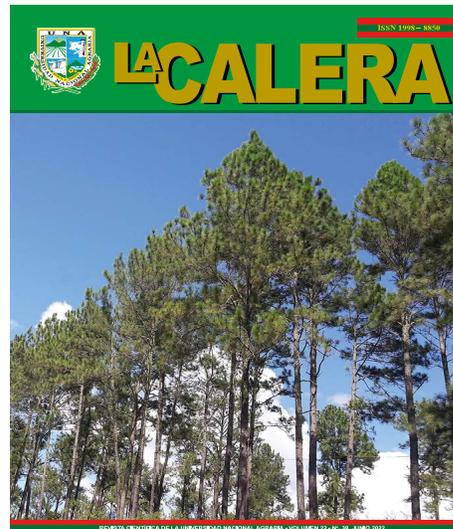


Foto de portada: Bosque de pino (*Pinus oocarpa* Schiede ex Schlecht), Susucayán, Nueva Segovia, Nicaragua. **Foto:** Dr. Fernando Mendoza Jara.

Publicación de la Universidad Nacional Agraria (UNA)

Autoridades Institucionales

MSc. Alberto Sediles Jaen
Rector

MSc. Ivette Sánchez Mendioroz
Vicerrectora General

MSc. Mercedes Matus Medina
Secretaría General.

Consejo editorial:

Director

Dr. Edgardo Jiménez Martínez
Dirección de Investigación, Extensión y
Posgrado
edgardo.jimenez@ci.una.edu.ni

Editor

MSc. Roberto C. Larios González
Dirección de Investigación, Extensión y
Posgrado
roberto.larios@ci.una.edu.ni

Miembros

Dr. Fidel Guzmán Guillen
Universidad Nacional Agraria, Nicaragua
fidel.guzman@ci.una.edu.ni

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

Dr. Oscar José Gómez Gutiérrez
Universidad Nacional Agraria, Nicaragua
oscar.gomez@ci.una.edu.ni

Diagramación

MSc. Mariella M. Lacayo Juárez
Universidad Nacional Agraria, Nicaragua
mariello.lacayo@ci.una.edu.ni

Soporte técnico

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

Esta es una publicación de la Universidad
Nacional Agraria (UNA), a través de la Dirección
de Investigación, Extensión y Posgrado (DIEP).

Contenido

CIENCIA DE LAS PLANTAS

RASGOS MORFOLÓGICOS DE
moringa oleifera cv HONGHE EN
CONDICIONES DE TRÓPICO SECO.
Nadir Reyes-Sánchez, Marcos Jiménez-
Campos, Bryan Mendieta-Araica, Lester
Rocha, Alvaro Noguera-Talavera.

P 1-8

MICORRIZAS ARBUSCULARES Y SU
EFECTO SOBRE EL DESARROLLO
VEGETATIVO DE PORTAINJERTOS
DE LIMÓN (*citrus limon* L.). Jerlin Yolai
Rosales Escalon, Lesmar Enrique Pérez
Ruiz, Isaías Sánchez Gómez, Jael Bildad
Cruz-Castillo.

P 9-14

INSECTOS ASOCIADOS A LA
GUAYABA (*Psidium guajava* L.) EN
CATACAMAS, HONDURAS. Favián
Antonio Salgado Archaga, Edgardo
Jiménez-Martínez.

P 15-19

DESARROLLO VEGETATIVO DEL
ORÉGANO (*Plecthranthus amboinicus*
(Lour.) Spreng.) EN TRES SUSTRATOS
A NIVEL DE VIVERO EMPLEANDO
DIFERENTES TAMAÑOS DE
BOLSAS. Francisco Giovanni Reyes
Flores, Olivia Rosa Molina Ugarte.

P 20-23

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

APLICACIÓN DEL MODELO
HIDROLÓGICO SWAT EN
UNIDADES HIDROGRÁFICAS DE
NICARAGUA: SIMULACIÓN DEL
ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL.
Mariann José Espinoza Acuña,
Carlos Ramón Zelaya Martínez.

P 24-29

DETERMINACIÓN DE LA
ASOCIACIÓN DE LAS ESPECIES
(*Ophiocoma nigra* y *Arbacia lixula*),
DEL PHYLUM ECHINODERMATA,
EN FUNCIÓN DE VARIABLES FÍSICO-
QUÍMICAS EN ESTRATOS ROCOSOS
DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE,
RIO ESCALANTE-CHACOCENTE.
Luz Esmelda Reynoza Ruiz, Heraldo
Salgado Arauz, Karol López Aburto.

P 30-40

RESIDUOS DE MADERA
GENERADOS EN TALLERES DE
CARPINTERÍA DEL MUNICIPIO DE
CAMOAPA. David Ernesto Peñalba
Berrios, Irlanda Ayarely Pérez Coronado.

P 41-45

CIENCIA ANIMAL

SISTEMAS SILVOPASTORILES:
UNA ALTERNATIVA PARA LA
GANADERÍA BOVINA SOSTENIBLE.
Camilo del Carmen Gutiérrez Bermúdez,
Bryan Gustavo Mendieta Araica.

P 46-52

COMPORTAMIENTO DE VARIABLES
MORFOESTRUCTURALES Y
FANERÓPTICAS, EN CABRAS
(*Capra hircus*), DE COMUNIDADES
CAMPEÑAS DEL MUNICIPIO DE
NINDIRÍ, MASAYA. Marlon Hernández
Baca, Olga Carolina Cuarezma Estrada,
Martha Lourdes Álvarez López.

P 53-63

GESTIÓN EDUCATIVA

INTELIGENCIAS MÚLTIPLES Y
PROFESIONES: RETOS DE LA
EDUCACIÓN SUPERIOR. Elgin
Antonio Vivas Viachica, Adriana Leonor
Montenegro Morales.

P 64-69

CIENCIA DE LAS PLANTAS

Rasgos morfológicos de *Moringa oleifera* cv Honghe en condiciones de trópico seco

Morphological traits of *Moringa oleifera* cv Honghe under dry tropic conditions

Nadir Reyes-Sánchez¹, Marcos Jiménez-Campos², Bryan Mendieta-Araica³, Lester Rocha⁴, Álvaro Noguera-Talavera⁵

¹ Facultad de Ciencia Animal, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5579-9396> / nadir.reyes@ci.una.edu.ni

² Facultad de Ciencia Animal, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9845-9877> / marcos.jimenez@ci.una.edu.ni

³ Facultad de Ciencia Animal, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8077-7420> / bryan.mendieta@ci.una.edu.ni

⁴ Facultad de Ciencia Animal, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0622-9733> / lester.rocha@ci.una.edu.ni

⁵ Facultad de Recursos Naturales y Ambiente, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7315-5191> / alvaro.noguera@ci.una.edu.ni

Universidad Nacional Agraria

Autor de correspondencia: nadir.reyes@ci.una.edu.ni



RESUMEN

El potencial de uso de *Moringa oleifera*, genera el interés de investigar las características potenciales de materiales genéticos promisorios. Con el objetivo de caracterizar morfológicamente plantas de *Moringa oleifera* cv Honghe en condiciones de trópico seco, con base en altura y diámetro basal de plantas, número de ramas y hojas, número de frutos por planta, longitud y diámetro ecuatorial del fruto, número de semilla por fruto y por kilogramo, peso, largo y diámetro de cada semilla, tasa de supervivencia, inicio de floración y fructificación durante su establecimiento inicial, se realizó este estudio en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CNIA) del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, en Managua, Nicaragua, con 12 árboles establecidos a una distancia de siembra de cuatro metros entre surcos y entre plantas en un área de 172.50 m². Para el análisis de los datos se utilizó estadística descriptiva. Los resultados encontrados muestran una tasa de supervivencia de 91.66 %, altura igual 277.16 cm, diámetro basal de 5.13 cm, número de hojas 51, número de ramas siete, inicio de floración, a los tres meses de edad, con un 100 % de floración, a los cinco meses de edad, inicio de fructificación a los 5.5 meses de edad, con un 100 % de fructificación con siete meses de establecidas en el campo. La producción de frutos por planta fue de 65 ± 27, longitud del fruto 52.83 ± 5.22 cm, diámetro ecuatorial 1.93 ± 0.38 cm y 21 ± 4 semillas por frutos. Las semillas presentaron peso medio de 0.3366 ± 0.06 gramos, largo de 11.38 ± 1.35 mm, diámetro de 10.26 ± 0.99 mm y 3 002 ± 30 semillas por kilogramo de peso. Estos resultados permiten concluir, que *Moringa oleifera*

ABSTRACT

The potential use of *Moringa oleifera*, generates interest to investigate the potential characteristics of promising genetic materials. With the objective of morphological characterization *Moringa oleifera* cv Honghe plants based on height and basal diameter of plants, number of branches and leaves, number of fruits per plant, length and equatorial diameter of the fruit, number of seeds per fruit and per kilogram, weight, length and diameter of each seed, survival rate, beginning of flowering and fruiting during its initial establishment, a study was carried out at the National Center for Agricultural Research (CNIA) of the Nicaraguan Institute of Agricultural Technology, in Managua, Nicaragua, with 12 trees established at a planting distance of Four meters between rows and between plants in an area of 172.50 m². Descriptive statistics were used for data analysis. The results show a survival rate of 91.66 %, height 277.16 cm, basal diameter 5.13 cm, number of leaves 51, number of branches seven, beginning of flowering, at three months of age, with 100 % flowering, at five months of age, beginning of fruiting at 5.5 months of age, with 100 % fruiting with seven months of age. Fruit production per plant was 65 ± 27, fruit length 52.83 ± 5.22 cm, equatorial diameter 1.93 ± 0.38 cm and 21 ± 4 seeds per fruit. The seeds presented mean weight of 0.3366 ± 0.06 grams, length 11.38 ± 1.35 mm, diameter 10.26 ± 0.99 mm and 3.002 ± 30 seeds per kilogram. These results allow to conclude that *Moringa oleifera* cv Honghe is a promising genetic material because it is a very early and fast growing cultivar, compared to other provenances and cultivars evaluated by other authors in our country.

CIENCIA DE LAS PLANTAS

cv Honghe es un material genético promisorio por ser un cultivar muy precoz y de rápido crecimiento, en comparación con otras procedencias y cultivares evaluados por otros autores en nuestro país.

Palabras clave: *Moringa*, supervivencia, altura, cronosecuencia, procedencia.

El creciente interés en las diferentes propiedades nutricionales y medicinales del denominado árbol de la vida, *Moringa oleifera* y su uso en aspectos tan diversos de la vida diaria como productos alimenticios o de belleza, nutracéuticos, forraje y aceites industriales ha producido una gran cantidad de información científico-técnica de gran valor, pero ha planteado también la necesidad de seguir investigando en las características potenciales de materiales genéticos promisorios. En este sentido particular, el cultivar Honghe.

Aun cuando los reportes de la introducción del género *Moringa* en Nicaragua datan del siglo 19, se continúa la evaluación de material genético promisorio. En abril del 2018 el Programa Marango (PROMARANGO) de la Universidad Nacional Agraria obtuvo una donación de parte de la Dra. Concepción Campa Huergo, directora del Instituto Finlay de Cuba de un lote de 15 semillas de un nuevo material genético de interés, denominado *Moringa oleifera* cv Honghe, cultivar originario del Valle de Honghe, Condado Yunnan, República Popular de China. De dicho cultivar mejorado se afirma que posee características como rápido crecimiento, tolerancia a la sequía, follaje de buena palatabilidad para su uso en alimentación animal y semillas con excelente rendimiento en producción de aceite.

La información sobre las características morfológicas del cultivar Honghe es muy escasa y de acuerdo con los otros autores del presente estudio, no fue posible encontrar información científica del cultivar en Nicaragua o en la región centroamericana. En este sentido, el presente trabajo tiene como objetivo caracterizar morfológicamente *M. oleifera* cv Honghe durante su establecimiento inicial (tasa de supervivencia, altura y diámetro basal de las plantas, número de ramas, número de hojas hasta el inicio de la primera floración) y morfometría de frutos y semillas (número de frutos por árbol en la primera cosecha, largo y diámetro ecuatorial del fruto, número de semillas por fruto, peso, longitud y diámetro promedio de la semilla y número de semillas promedio por kilogramo).

Teóricamente se espera que cuanto mayor sea la distancia geográfica de los puntos de origen de los cultivares, mayores serán las diferencias entre ellos debido a las diferencias ambientales, siendo estas de gran importancia en el establecimiento y la adaptabilidad del material (Sánchez y Silva, 2008). Es así, que en este estudio se asume esta

Key words: *Moringa*, survival rate, height, flowering, chronosequence, provenance.

hipótesis y se esperan diferencias en los rasgos morfológicos y morfometría de frutos y semillas de *Moringa oleifera* cv Honghe.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CNIA) del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA-CENIA), ubicado en el kilómetro 14 ½ de la Carretera Norte; municipio de Managua, localizado entre las coordenadas 59°27'87" de latitud Norte y 13°41'32" de longitud Oeste, a una altitud de 56 msnm [Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA, 2020)]. El área corresponde a una zona de vida bosque seco tropical, con temperatura media anual de 28 °C y precipitación media anual de 1 200 mm [Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER, 2019)]. Los suelos son de origen volcánico pertenecientes a los órdenes molisoles, inceptisoles y alfisoles. (Instituto Nacional de Información de Desarrollo y Ministerio Agropecuario y Forestal INIDE-MAGFOR 2013, p. 11).

En el sitio seleccionado se realizó limpieza manual con machete y azadón previo al inicio del estudio. Se utilizaron 12 plantas de *M. oleifera* cv Honghe de ocho semanas de edad, establecidas en hoyos de 30 cm de profundidad y 20 cm de diámetro, en un área de 172.50 m² (11.50 m de ancho y 15 m de largo), con orientación Este-Oeste, distribuidas en tres surcos, con una distancia de siembra de cuatro metros entre surcos y cuatro metros entre plantas. Al momento del establecimiento se aplicó lombrihumus a razón de 1 kg por planta, depositado en el fondo de cada orificio. Se realizó control manual de arvenses a los 30 días después del establecimiento y a los dos meses de iniciada la evaluación para controlar la competencia interespecífica. No se realizó manejo de insectos y enfermedades.

La plantación se estableció el 24 de julio del 2019 y las mediciones se realizaron cada 14 días concluyendo el 27 de noviembre del 2019, día en que ocurrió la primera floración, lo que determina un periodo de evaluación de cuatro meses de la fase vegetativa. Durante ese periodo, las variables medidas fueron tasa de supervivencia, altura de planta, diámetro basal, número de hojas y número de ramas.

La tasa de supervivencia se estimó mediante la fórmula propuesta por el Programa Socio Ambiental Forestal y Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (POSAF/MARENA, 2007) y cuyo valor se categorizó empleando

CIENCIA DE LAS PLANTAS

la clasificación para plantaciones forestales propuesta por Centeno (1993). La altura de las plantas se midió desde la base del tallo, al nivel del suelo, hasta la yema apical, utilizando una cinta graduada en centímetros. El diámetro basal se midió con un vernier metálico con un nivel de precisión de 0.02 mm, el número de hojas y ramas (considerando como rama, a aquella que posea más de dos hojas ya formadas) se hizo mediante conteo visual.

A partir de la ocurrencia de la primera floración, se registró inicio de floración, porcentaje de plantas en floración, inicio de fructificación, número de frutos por árbol en la primera cosecha, longitud del fruto, diámetro superior del fruto, diámetro ecuatorial del fruto, diámetro inferior del fruto, número de semillas por fruto, peso de la semilla, longitud de la semilla, diámetro de la semilla y número de semillas por kilogramo, concluyendo las mediciones en marzo del 2020, lo cual permitió realizar un análisis de la cronosecuencia de la fase reproductiva de esa población.

Se utilizó una muestra de 500 frutos a los cuales se les midió individualmente la longitud con una regla graduada en cm y los diámetros ecuatorial, superior e inferior con un vernier metálico. Luego se realizó el conteo del número de semillas de cada fruto.

Adicionalmente, para las variables peso, largo y diámetro de semilla se utilizó una muestra de 3 000 semillas obtenidas al azar, las cuales se pesaron individualmente en una balanza electrónica con un nivel de precisión de 0.0001 gramos y a cada una de ellas se les midió longitud (distancia desde el epicótilo hasta el plano polar) y el diámetro ecuatorial utilizando un vernier metálico con un nivel de precisión de 0.02 mm.

El número de semillas por kilogramo se determinó por medio del peso individual de 10 muestras (1 kg por muestra). Los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva (media aritmética y desviación estándar).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tasa de supervivencia. La tasa de supervivencia expresa las particularidades edafoclimáticas y fisiográficas que se presentan en el lugar de establecimiento de la plantación (Alba *et al.*, 2005), el valor es una estimación, realizada en los primeros 365 días de establecimiento, de la cantidad de plantas vivas con relación al número inicial de plantas establecidas, y que han estado expuestas a deterioro por elementos bióticos o abióticos (Medina *et al.*, 2007).

El valor obtenido para el cultivar Honghe de 91.66 %, se considera como muy bueno (80 % - 100 %) según la clasificación para plantaciones forestales definida por Centeno (1993) y está influenciada tanto por factores climáticos como factores técnicos de manejo post plantación (Sigala *et al.*, 2012). La tasa de supervivencia obtenida es un reflejo de la adecuada capacidad del cultivar Honghe al

ambiente de zona (temperatura y precipitación) y del buen manejo técnico, lo que permitió un establecimiento efectivo de la plantación. Lo anterior, confirma que *Moringa oleifera* soporta y se adapta a diversas condiciones climáticas y de suelo, por lo que se podría considerarse una especie tolerante a la sequía y de alta supervivencia (García, 2017).

La tasa de supervivencia del cultivar Honghe está dentro del rango de valores reportados por Pascua (2014) que varía de 90 % a 100 % para cuatro procedencias de *Moringa* (Paraguay, Isla Zapatera, Perú y PKM1) y es superior a las tasas de supervivencia obtenidas por Narváez (2014), Martínez y Alemán (2016) y González (2017) de 68.47 %, 63.6 % y 80 % respectivamente.

La supervivencia está influenciada por la calidad de las plántulas que se utilicen para el trasplante y por sus propias particularidades morfológicas y fisiológicas que le permiten una mejor adaptación al medio ecológico y edafológico del sitio de establecimiento (Ramírez-Contreras y Rodríguez-Trejo, 2004; Wilson y Jacobs, 2006; Landis *et al.*, 2010; Bernaola-Paucar *et al.*, 2015), que repercute en el crecimiento inicial de las plantas (Orozco *et al.*, 2010); la tasa de supervivencia depende también, del material genético, lo que tiene influencia en su adaptación (Landis *et al.*, 2010; Burney *et al.*, 2015).

Altura de las plantas. Las plantas del cultivar Honghe mostraron una dinámica de rápido y progresivo incremento en altura durante el periodo de evaluación (Figura 1). El rápido crecimiento de *Moringa oleifera* desde etapas iniciales, según Medina *et al.* (2007) se debe a las características de su sistema radicular que le posibilita una mejor absorción de agua y nutrientes.

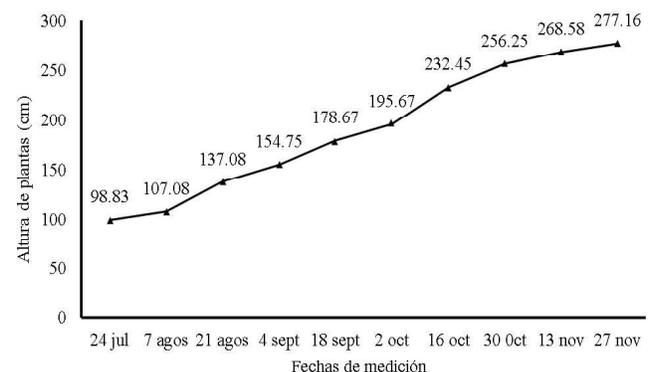


Figura 1. Altura de plantas de *M. oleifera* cv Honghe en la etapa de establecimiento en plantación para producción de semillas.

La altura promedio de las plantas del cultivar Honghe (277.16 cm) a los cuatro meses de establecimiento (Figura 1), está dentro del rango de alturas de plantas de esta

CIENCIA DE LAS PLANTAS

especie (180 cm a 360 cm) con más de cinco meses de edad encontrado por Parrotta (1993); es superior a la altura (211 cm) reportada por Toral e Iglesias (2012) para plantas de entre siete y 14 meses, e inferior a la altura obtenida por Folkard y Sutherland (1996) en Kenia con plantas de 400 cm a los cuatro meses de establecidas en el campo.

Es precisamente debido a los disímiles orígenes geográficos y ambientales de los cultivares o procedencias que podríamos explicar las diferencias, ya que los mismos determinan la variación fenotípica, en la que se incluye tanto la variación genética como el efecto del entorno, lo que trae consigo respuestas en crecimiento y desarrollo diferente, cuando se desplazan a un ambiente distinto a su lugar de origen (Pascua, 2014).

Diámetro basal. Según Sáenz *et al.* (2010, p. 7), el diámetro basal del tallo refleja la tolerancia de las plántulas a daños físicos y biológicos y es considerado como el mejor predictor individual de crecimiento y supervivencia futura de las plantas, y ambos rasgos precisan la acumulación de biomasa aérea. El diámetro basal de las plantas de Honghe muestra un incremento progresivo alcanzando un valor de 5.13 cm a los cuatro meses de edad (Figura 2).

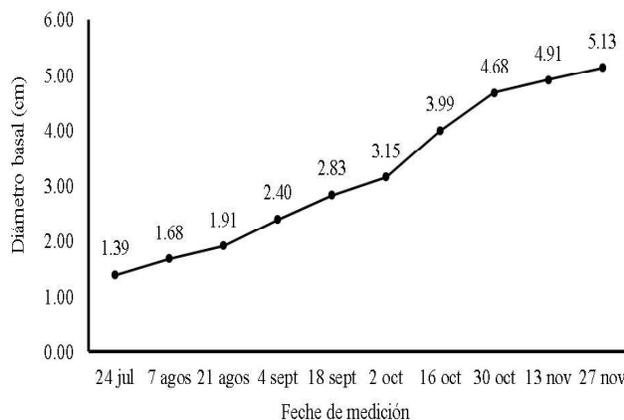


Figura 2. Diámetro basal de plantas de *M. oleifera* cv Honghe en la etapa de establecimiento en plantación para producción de semillas.

El valor promedio encontrado en este estudio (5.13 cm) y mostrado en la Figura 2, es superior al rango 1.09 cm y 3.32 cm reportados por Pascua (2014) para cuatro procedencias de *M. oleifera* (Perú, Paraguay, PKM1 e Isla Zapatera) a los siete meses de edad, y a los valores encontrados por Narváez (2014) y Muñoz y Juárez (2016) de 2.8 cm y 3.51 cm para plantas de *M. oleifera* a los seis meses de edad.

El buen comportamiento del cultivar Honghe respecto al diámetro basal puede ser una expresión de su alta adaptación y un buen potencial genético. Pascua (2014, p. 6), indica que el clima de una zona incide significativamente en el comportamiento productivo de las plantas. Se podría inferir

que las condiciones ambientales y de manejo presentadas en el sitio de establecimiento de la plantación, son adecuadas para la reproducción de este nuevo material genético.

Número de hojas. El número de hojas promedio por planta del cultivar Honghe, evaluados según días después de la siembra se muestra en la Figura 3. El mayor número de hojas por plantas en la última evaluación fue de 51. Entre el 24 de julio y el 4 de septiembre se pudo observar una fuerte reducción en la producción de hojas, debido probablemente a un efecto de la canícula (entre el 15 de julio y el 15 de agosto), que se caracteriza por un decrecimiento en las precipitaciones y aumento de la temperatura ambiental. Sin embargo, una vez que las precipitaciones se reanudaron en el mes de octubre, se manifiesta un aumento acelerado en el número de hojas entre el 18 de septiembre y el 30 de octubre, y finalmente se perciben ligeros incrementos en el mes de noviembre producto de la finalización del periodo lluvioso.

El número de hojas (51) es una respuesta fisiológica de buena adaptación de este nuevo material genético a las condiciones del lugar de establecimiento, y según Padilla *et al.* (2017, párr. 1) “esta especie posee una gran plasticidad ecológica y es capaz de adaptarse a las más diversas condiciones edafoclimáticas”.

Tanto Pérez *et al.* (2010) como Medina *et al.* (2007) reporta aumenta significativos del número de hojas en el género *Moringa* en los 42 días posteriores a la siembra, aunque Toral *et al.* (2013) reduce este período a 20 días después de la siembra, esos resultados junto con los de este trabajo pueden deberse a que las plantas usualmente durante ese período inician su desarrollo radicular, así como la distribución de las hojas en las ramas, misma que tiene un patrón de formación y disposición similar al de las leguminosas.

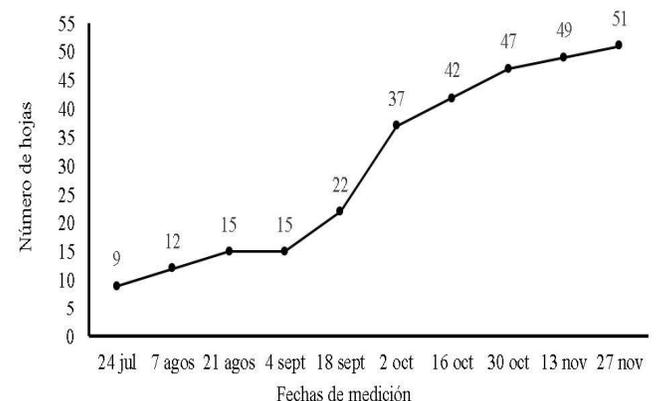


Figura 3. Número de hojas por planta promedio en plantas de *M. oleifera* cv Honghe en la etapa de establecimiento en plantación para producción de semillas.

Número de ramas. En la Figura 4, se observa que el inicio de la ramificación de las plantas del cv Honghe ocurrió el 4

CIENCIA DE LAS PLANTAS

de septiembre a los 42 días posteriores al trasplante, iniciando con una rama por planta, luego se refleja un incremento continuo hasta el 30 de octubre contabilizando siete ramas por planta, para luego estabilizarse durante el mes de noviembre. Este fenómeno probablemente ocurra por ajuste fisiológico de la planta para el inicio de la floración.

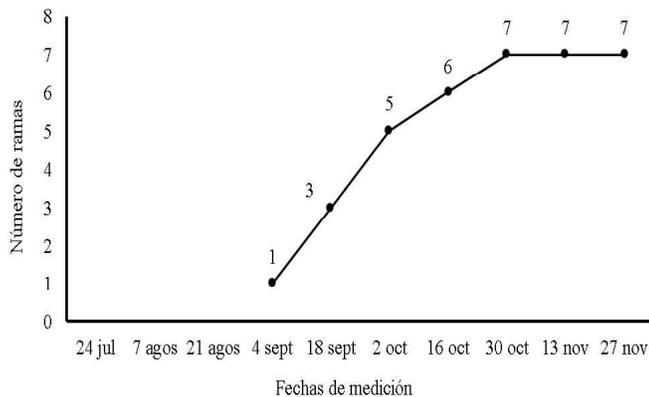


Figura 4. Número de ramas en plantas de *M. oleifera* cv Honghe en la etapa de establecimiento en plantación para producción de semillas.

El mayor número de ramas el 30 de octubre y su estabilidad en las fechas posteriores, es un indicador de que las plantas del cv Honghe están alcanzando su madurez aproximadamente a los cinco meses posteriores al trasplante. Esto coincide con Alfaro y Martínez (2008, p. 10) que afirman que “*M. oleifera* por su rápida adaptación y crecimiento inician su etapa de madurez antes de los nueve meses de edad”.

Inicio y porcentaje de plantas en floración. El cultivar Honghe inició floración el 21 de agosto (Figura 5), a los 28 días posteriores al trasplante (tres meses de edad), alcanzando el 67 % de plantas en floración a inicios del mes de octubre, sin embargo, a partir del 16 de octubre se observa una disminución de plantas en floración producto de los fuertes

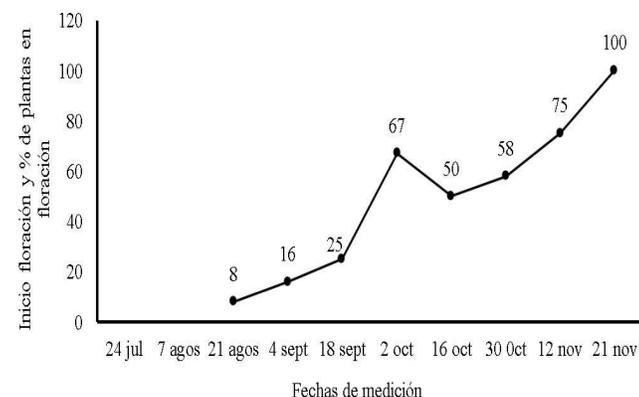


Figura 5. Inicio de floración y porcentaje de plantas en floración de *Moringa oleifera* cv Honghe en la etapa de establecimiento en plantación para producción de semillas.

vientos registrados en el país durante este período, los que provocaron la caída de flores. Posteriormente, se observa un incremento del porcentaje de plantas en floración hasta obtener el 100 % el 21 de noviembre (cinco meses de establecidas en el campo).

Según Parrotta (1993, p. 367), la floración de *M. oleifera* inicia frecuentemente a los seis meses de establecidas las plantas en el campo y en algunas ocasiones hasta al año de su establecimiento, lo que muestra que Honghe es un cultivar precoz que inicia floración a edades más tempranas. En relación con este carácter, también es importante mencionar que en algunas poblaciones se han observado excepciones en cuanto al momento exacto del inicio de la floración, lo que está asociado al rasgo de floración continua que presenta la especie *M. oleifera*.

Arias (2014), afirma que la floración de *M. oleifera* suele coincidir con la aparición de nuevas hojas. Lo anterior, se confirma en el cultivar Honghe, como puede observarse en la Figura 5, al existe un incremento continuo del número de hojas a partir del dos de octubre, coincidiendo precisamente con el aumento en el porcentaje de plantas en floración (Figura 5).

Alfaro y Martínez (2008, p. 13), reportan “que el período de floración de *M. oleifera* inicia en agosto y que el período óptimo de floración se observa en los meses de septiembre a noviembre”, lo cual concuerda con lo encontrado en el presente estudio con el cultivar Honghe.

El porcentaje de plantas en floración del cv Honghe es superior (100 %) y a edades más tempranas (cinco meses de establecidas en el campo) que los valores reportados por González (2017) que oscilan entre 51 % y 75 % a los ocho meses de edad, y por Valdés *et al.* (2014) de 50 % de plantas en floración de *M. oleifera* a los 11 meses de edad.

No obstante, es importante destacar que según Palada y Chan (2003) existe gran variación en la floración en *M. oleifera* influenciada por la variedad y las condiciones ambientales de la localidad donde son establecidas.

El cultivar Honghe inició fructificación el 9 de diciembre, a los cinco meses y medio de establecidos en el campo, logrando un 100 % de plantas con frutos en el mes de enero con siete meses de establecidas en el campo, por lo que se puede inferir que es un cultivar muy precoz y de rápido crecimiento.

Estos resultados con el cultivar Honghe son superiores a los valores de 19 % de plantas con frutos al año de edad y fructificación en el 50 % de las plantas a los 16 meses de edad, reportados por Valdés *et al.* (2014).

Características físicas del fruto de *M. oleifera* cv Honghe. En el Cuadro 1 se presentan las características físicas del fruto de *Moringa oleifera* cv Honghe.

CIENCIA DE LAS PLANTAS

Cuadro 1. Características físicas del fruto de *M. oleifera* cv Honghe

Rasgos	Parámetros				
	N	Media	DE	Mínimo	Máximo
Número de frutos por árbol	12	65.00	27.11	29.00	113.00
Longitud del fruto (cm)	500	52.83	5.22	40.00	69.00
Diámetro superior del fruto (cm)	500	0.88	0.24	0.70	2.00
Diámetro ecuatorial del fruto (cm)	500	1.93	0.38	1.25	3.00
Diámetro inferior del fruto (cm)	500	0.59	0.22	0.10	1.50
Número semillas por fruto	500	21.00	3.84	14.00	33.00

N: tamaño de muestra; DE: Desviación estándar.

El fruto es una capsula trilobulada dehiscente, de color castaño oscuro cuando está madura (Foidl *et al.* 2003), alargada, con surcos longitudinales, con una longitud promedio de 52.83 cm, con mayor diámetro en la parte central del fruto (1.93 cm) y 21 semillas por fruto.

El número de frutos por árbol del cultivar Honghe en su primera cosecha fue de 65 (Cuadro 1), similar al valor reportado por González (2017) de 64 frutos para la mejor progenie 7P evaluada en su trabajo.

La longitud del fruto de Honghe fue de 52.83 cm (Cuadro 1) siendo mayores a los valores encontrados por Parrotta (1993), entre 20 cm y 45 cm, Ramos *et al.* (2010) de 28.5 cm, Murrieta (2014) de 38 cm, González (2017) de 34 cm, Mora y García (2017) de 40.2 cm, López *et al.* (2018) de 32.8 cm y Ledea-Rodríguez *et al.* (2018) con longitud de frutos de 46.8, 43.4, 43.2 y 28.6 para las variedades Supergenio, Nicaragua, Plain y Criolla, respectivamente.

El diámetro superior e inferior del cultivar Honghe fue de 0.88 y 0.59 cm, presentando valores inferiores a los reportados por Mora y García (2017) de 0.99 cm y 0.93 cm, para diámetro superior e inferior de frutos de *M. oleifera*, respectivamente.

El diámetro ecuatorial del fruto de Honghe fue de 1.93 cm (Cuadro 1), valores similares a los reportados por González (2017) entre 1.60 cm y 2.00 cm evaluando siete progenies, Mora y García (2017) con valores entre 1.92 cm y 2.00 cm, y López *et al.* (2018) con valor de 1.96 cm; pero inferior al valor encontrado por Ramos *et al.* (2010) de 2.21 cm.

Los resultados de número promedio de semillas por fruto para el cultivar Honghe fue 21 semillas, valor comprendido entre el rango de 12 a 25 semillas por fruto reportado por Murrieta (2014), similar al valor encontrado por González (2017) de 20 semillas promedio por fruto y superior a los valores encontrados por Ramos *et al.* (2010) de 12 semillas por fruto, Mora y García (2017) entre 17 y 20 semillas por fruto, López *et al.* (2018) 17 semillas por fruto y Ledea-Rodríguez *et al.* (2018) con valores de 18, 20, 15 y 17 semillas por fruto para las variedades Supergenio, Nicaragua, Plain y Criolla, respectivamente.

Características físicas de la semilla de *M. oleifera* cv Honghe. Es importante mencionar que las características físicas de semillas nos brindan información genética confiable de determinada especie y además son uno de los rasgos fundamentales para la mejora y reproducción de materiales con mejor potencial genético de producción. En el Cuadro 2 se presentan las características físicas de la semilla de *M. oleifera* cv Honghe

Cuadro 2. Características físicas de la semilla de *M. oleifera* cv Honghe

Rasgos	Parámetros				
	N	Media	DE	Mínimo	Máximo
Peso de semilla (g)	3 000	0.346	0.064	0.246	0.740
Largo semilla (mm)	3 000	11.380	1.350	7.010	15.110
Diámetro semilla (mm)	3 000	10.260	0.990	7.030	14.400
Numero de semillas por kg	10	3 002.000	29.700	2 967.000	3 063.000

N: Tamaño de muestra; DE: Desviación estándar.

El peso promedio de cada semilla del cultivar Honghe fue de 0.34 ± 0.06 gramos, valor superior a los reportados por Parrotta (1993) de 0.325 g, Ramos *et al.* (2010) de 0.19 gramos, Xavier *et al.* (2014) de 0.222 gramos y López *et al.* (2018) de 0.28 ± 0.05 gramos, y dentro del rango reportado por Mora y García (2017) entre 0.25 g y 0.35 g.

La longitud y diámetro de la semilla de Honghe fue de 11.38 ± 1.35 mm y 10.26 ± 0.99 mm, respectivamente, valores similares a los encontrados por López *et al.* (2018) de 11.6 mm de longitud y 10.9 mm de diámetro y superiores a los reportados por Ramos *et al.* (2010) de 10.37 mm de longitud y 10.01 mm de diámetro.

En cuanto al número de semilla de Honghe por kilogramo fue de $3\ 002 \pm 30$, siendo este valor menor que el reportado por Parrotta (1993) de 3 984 semillas por kilogramo y López *et al.* (2018) de 3 080 a 3 230 semillas por kilogramo, de donde podemos inferir que la semilla del cultivar Honghe es más pesada, que las observadas en esos estudios.

Las diferencias encontradas entre las características físicas de las semillas de *M. oleifera* según Vilcatoma-Medina *et al.* (2017) pueden estar relacionada a la variabilidad morfométrica que una determinada población presenta en función de la calidad genética que esta posee y su respuesta a factores ambientales.

CONCLUSIONES

Moringa oleifera cultivar Honghe presenta una tasa de supervivencia de 91.66 %, altura de planta de 277.16 cm y diámetro basal de 5.13 cm a los cuatro meses de establecimiento en campo. Honghe inicia floración a los tres meses logrando un 100 % de floración a los cinco meses e inicia fructificación a los cinco meses y medio alcanzando el 100 % de plantas con frutos con siete meses de establecidas

CIENCIA DE LAS PLANTAS

en el campo. La longitud del fruto (52.83 cm), el número de semillas por fruto (21), el peso de cada semilla (0.34 ± 0.06 g) fue superior al de otras procedencias y variedades evaluadas por otros autores. La longitud (11.38 ± 1.35 mm) y el diámetro (10.26 ± 0.99 mm) de las semillas del cultivar Honghe fueron similares a los valores reportados para otras procedencias y variedades evaluadas por otros autores. En relación, al

número de semillas por kilogramo fue de $3\ 002 \pm 30$, menor que el reportado por otros autores, de donde se puede inferir que la semilla del cultivar Honghe es más pesada. Según los rasgos evaluados podemos concluir que *Moringa oleifera* cv Honghe es un material genético promisorio, muy precoz y de rápido crecimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alba Landa, J., Aparicio Rentería, A., Zitácuaro Contreras, F. H. y Ramírez García, E. O. (2005). Establecimiento de un ensayo de progenies de Pinus oaxacana MIROV en los molinos, Municipio de Perote, Veracruz. *Foresta veracruzana*, 7(2), 33-36.
- Alfaro, N. y Martínez, W. (2008). *Uso potencial de la Moringa oleifera para la producción de alimentos nutricionalmente mejorados*. <https://www.sica.int/download/?36997>
- Arias, C. (2014). *Estudio de las posibles zonas de introducción de la Moringa oleifera Lam. en la Península Ibérica, Islas Baleares e Islas Canarias* [Tesis de ingeniería, Universidad Politécnica de Madrid]. Archivo Digital UPM. <https://oa.upm.es/23094/>
- Bernaola-Paucar, R. M., Pimenta B., E., Gutiérrez G., P., Ordaz Ch., V. M., Alejo S., G. y Salcedo P., E. (2015). Efecto del volumen del contenedor en la calidad y supervivencia de Pinus hartwegii Lindl en sistema doble trasplante. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 6(28), 174-187. <http://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v6n28/v6n28a12.pdf>
- Burney, O., Aldrete, A., Álvarez Reyes, R., Prieto Ruiz, J. A., Sánchez Velásquez, J. R. y Mexal, J. G. (2015). México-Addressing challenges to reforestation. *Journal of Forestry* 113(4), 404-413. <https://doi.org/10.5849/jof.14-007>
- Centeno Solórzano, M. (1993). *Inventario Nacional de plantaciones forestales en Nicaragua* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/877/1/tnk10c397.pdf>
- Foidl, N., Mayorga, L. y Vásquez, W. (2003). *Utilización del marango (Moringa oleifera) como forraje fresco para ganado*. <https://www.fao.org/ag/aga/AGAP/FRG/Agrofor1/Foidl16.htm>
- Folkard, G. y Sutherland, J. (1996). *Moringa oleifera un árbol con enormes potencialidades*. <http://www.fao.org/3/a-x6324s.pdf>
- García Vargas, F. (2017) *Riego y defoliación sobre especies leñosas forrajeras y las propiedades del suelo en el trópico seco de Michoacán* [Tesis de maestría, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo]. Repositorio institucional. http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/handle/DGB_UMICH/1777
- González Luna, H. M. (2017). *Evaluación del comportamiento de siete progenies de Moringa oleifera Lam, en condiciones de plantación en la finca Santa Rosa Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/3681/1/tmf30g643c.pdf>
- Instituto Nacional de Información de Desarrollo y Ministerio Agropecuario y Forestal. (2013). *IV Censo Nacional Agropecuario*. <https://www.mag.gob.ni/documents/Publicaciones/CENAGRO/Managua.pdf>
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. (2020). *Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias "CNIA"- Managua*. <https://inta.gob.ni/centros/cnia/>
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. (2019). *Clima de Nicaragua*. <https://www.ineter.gob.ni/met.html>
- Landis, T. D., Dumroese, R. K. & Haase, D. L. (2010). *Seedling processing, storage and outplanting*. USDA Forest Service. https://www.fs.fed.us/rm/pubs_series/wo/wo_ah674_7.pdf
- Ledeá-Rodríguez, J. L., Rosell-Alonso, G., Benítez-Jiménez, D. G., Arias-Pérez, R. C., Ray-Ramírez, J. V. y Reyes-Pérez, J. J. (2018). Producción de semillas de variedades de Moringa oleifera Lam en el Valle del Cauto. *Agronomía Mesoamericana*, 29(2), 415-423
- López Medina, S. E., Pazos, A., Rivero Armando, G., Crespo Moreno, J. P. y Vargas Zavaleta, C. (2018). Morfometría de fruto y semilla de Moringa oleifera Lam. "moringa". *Sciéndo*, 21(2), 201-204. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/SCIENDO/article/view/1901/1822>
- Martínez Moran, I. D. y Alemán Mora, S. F. (2016). *Evaluación del establecimiento de tres procedencias de Moringa oleifera Lam., (Marango) en la finca Santa Rosa, Universidad Nacional Agraria* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/3403/1/tnk10m385ep.pdf>
- Medina, M. G., García, D. E., Clavero, T. e Iglesias, J. M. (2007). Estudio comparativo de Moringa oleifera y leucaena durante la germinación y la etapa inicial de crecimiento. *Zootecnia Tropical*, 25(2), 83-93. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692007000200004&lng=es&tlng=es
- Mora Cuadrado, R. A. y García Rodríguez, J. (2017). *Características físicas, capacidad de germinación y crecimiento en vivero de la Moringa oleifera Lam, bajo cuatro sustratos en el Municipio de Turbo* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/13840/12001388.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Muños Sandino, E. M. y Juárez Dávila, D. M. (2016). *Producción de forraje de dos especies Marango (Moringa oleifera Lam.) y Leucaena (Leucaena leucocephala Lam. De Wit.), en un sistema de cercas vivas durante la época seca en la finca Santa Rosa, UNA-Managua* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/3390/1/tnk10m971.pdf>

CIENCIA DE LAS PLANTAS

- Murrieta Ruiz, M. J. (2014). *Determinación de la altura óptima de poda del cultivo de Marango (Moringa oleifera) con fines de producción en la zona de Babahoyo* [Tesis de ingeniería, Universidad Técnica de Babahoyo]. DSpace de la Universidad Técnica de Babahoyo. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/636/1/T-UTB-FACIAG-AGR-000110.pdf>
- Narváez Urbina, O. J. (2014). *Establecimiento y manejo inicial en plantaciones de Marango (Moringa oleifera Lam.), en dos unidades productivas de la Universidad Nacional Agraria* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/3164/1/tnk10n238e.pdf>
- Orozco Gutiérrez, G., Muñoz Flores, H. J., Rueda Sánchez, A., Sigala Rodríguez J. A., Prieto, Ruiz, J. A. y García Magaña, J. J. (2010). Diagnóstico de calidad de planta en los viveros de Colima. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 1(2), 135-146. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322010000200011&lng=es&tlng=es
- Padilla, C., Valenciaga, N., Crespo, G., González, D. y Rodríguez, I. (2017). Requerimientos agronómicos de Moringa oleifera (Lam.) en sistemas ganaderos. *Livestock Research and Rural Development*, 29(11). <http://www.lrrd.org/lrrd29/11/idal29218.html>
- Palada, M. C. & Chang, L. C. (2003). *Suggested cultural practices for moringa. International Cooperators' Guide, Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC)*. https://www.researchgate.net/publication/265184516_Suggested_Cultural_Practices_for_Moringa
- Parrotta, J. A. (1993). *Moringa oleifera Lam. Reseda, horseradish tree. Moringaceae*. Horseradish tree family. USDA Forest Service; International Institute of Tropical Forestry. [https://www.fs.fed.us/global/iitf/pubs/sm_iitf061%20%20\(6\).pdf](https://www.fs.fed.us/global/iitf/pubs/sm_iitf061%20%20(6).pdf)
- Pascua González, K. P. (2014). *Ensayo de cuatro procedencias de Marango (Moringa oleifera Lam.) en la finca Santa Rosa Universidad Nacional Agraria. Nicaragua* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/2784/1/tnk10p281.pdf>
- Pérez, Y., Valdés, L. R. y García-Soldevilla, L. A. F. (2010). Moringa oleifera. Germinación y crecimiento en vivero. *Ciencia y Tecnología Ganadera*, 4(1), 43-45. [http://www.actaf.co.cu/revistas/Revista%20CIMAGT/Rev.Vol.4%20No.1%202010/Vol.4\(1\)10Yaimara.pdf](http://www.actaf.co.cu/revistas/Revista%20CIMAGT/Rev.Vol.4%20No.1%202010/Vol.4(1)10Yaimara.pdf)
- Programa Socio Ambiental Forestal; Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales. (2007). *Establecimiento y manejo de plantaciones forestales*.
- Ramírez-Contreras, A. y Rodríguez-Trejo, D. A. (2004). Efecto de la calidad de planta, exposición y micrositio en una plantación de Quercus rugosa. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 10(1), 5-11. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62910101>
- Ramos, L. M., Silva Costa, R., Vitti Môro, F. y Silva, R. C. (2010). Morfología de frutos y semillas y morfofunción de plántulas de Moringa (Moringa oleifera Lam.). *Comunicata Scientiae*, 1(2), 155-160. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6294707.pdf>
- Sáenz Reyes, J. T., Villaseñor Ramírez, F. J., Muñoz Flores, H. J., Rueda Sánchez, A. y Prieto Ruiz, J. A. (2010). *Calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuaria. <https://docplayer.es/17222741-Calidad-de-planta-en-viveros-forestales-de-clima-templado-en-michoacan.html>
- Sánchez Buitrago, J. A. y Silva Herrera, L. J. (2008). Estudio silvicultural de la especie Sapindus saponaria L. (Jaboncillo) como base para su aprovechamiento Silvoindustrial. *Revista Colombia Forestal* 11(1), 71-81. <http://www.scielo.org.co/pdf/cofo/v11n1/v11n1a05.pdf>
- Sigala Rodríguez, J. A., Sosa Pérez, G., Martínez Salvador, M., Albarrán Alvarado, D. y Jacinto Soto, R. (2012). *Influencia de la calidad de planta en la supervivencia y crecimiento de plantaciones forestales en Chihuahua. México*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuaria. https://www.researchgate.net/publication/274899764_influencia_de_la_calidad_de_planta_en_la_supervivencia_y_crecimiento_de_plantaciones_forestales_en_chihuahua
- Toral, O. C. e Iglesias, J. M. (2012). Evaluación de accesiones de árboles y arbustos forrajeros durante el período de establecimiento. *Pastos y Forrajes*, 35(1), 17-28. <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v35n1/pyf02112.pdf>
- Toral, O., Cerezo, Y., Reino, J. y Santana, H. (2013). Caracterización morfológica de ocho procedencias de Moringa oleifera (Lam.) en condiciones de vivero. *Pastos y Forrajes*, 36(4), 409-416. <https://www.redalyc.org/pdf/2691/269129935002.pdf>
- Valdés Rodríguez, O. A., Palacios Wassenaar, O. M., Ruiz Hernández, R. y Pérez Vásquez, A. (2014). Potencial de la asociación Moringa y Ricinus en el subtropico veracruzano. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, (9), 1673-1686. <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v5nspe9/2007-0934-remexca-5-spe9-1673.pdf>
- Vilcatoma-Medina, C., Gutiérrez Rodríguez, E. A., García Bagatim, A., De Andrade, R. A. y Custódio Gasparino, E. (2017). Biometría de hojas, frutos y semillas de Maboló (Diospyros blancoi Willd). *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*, 116(2), 179-185. <https://revistas.unlp.edu.ar/revagro/article/view/6173/5112>
- Wilson, B. C. & Jacobs, D. F. (2006). Quality assessment of temperate zone deciduous hardwood seedlings. *New Forest*, 31(3), 417-433. <https://doi.org/10.1007/s11056-005-0878-8>
- Xavier, G. L., Guedes, A. L. M. y Pereira, M. D. (octubre, 2014). *Análise das características morfológicas de sementes de Moringa oleifera Lam* [Presentación de conferencia]. VIII Simpósio Brasileiro de Pós-Graduação em Ciências Florestais. <http://www.simposfloresta.pro.br/sistema/ocs-2.3.5/index.php/viiiisimposfloresta/viiiispcf/paper/view/177>

CIENCIA DE LAS PLANTAS

Micorrizas arbusculares y su efecto sobre el desarrollo vegetativo de portainjertos de limón (*Citrus limon* L.)

Arbuscular mycorrhiza and their effect on the vegetative development of lemon (*Citrus limon* L.) rootstocks

Jerlin Yolai Rosales Escalon¹, Lesmar Enrique Pérez Ruiz², Isaías Sánchez Gómez³, Jael Bildad Cruz-Castillo⁴

¹ Graduado Facultad de Agronomía, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5594-279X> / yerya14@gmail.com

² Graduado Facultad de Agronomía, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2796-0469> / lesterperez112470@gmail.com

³ Facultad de Agronomía, Departamento de Protección Agrícola y Forestal, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6604-1660> / isanchez@ci.una.edu.ni

⁴ Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9952-7501> / jael.cruz@ci.una.edu.ni
Universidad Nacional Agraria



RESUMEN

Los cítricos son el cultivo frutal de mayor importancia económica en el mundo. En Nicaragua, la producción de cítricos genera 24.5 millones de dólares anuales. Las enfermedades que se pueden prevenir inoculando micorrizas en porta injertos son la podredumbre radicular causada por *Phytophthora sp* y el mal seco de los cítricos por *Fusarium sp*. La introducción de patrones resistentes a enfermedades es una necesidad en la citricultura actual. En las últimas décadas se ha usado los hongos micorrizas arbusculares por el efecto benéfico que producen en sus hospedantes. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de las micorrizas arbusculares sobre el desarrollo vegetativo de porta injertos Citrange Troyer y Citrange Carrizo. Los hongos micorrizas inoculados fueron aislados de las fincas productoras de cítricos Félix, Marino y San José. El género identificado con mayor porcentaje fue *Glomus* (97 % a 99 %), mientras que los géneros *Scutellospora sp*, *Gigaspora sp.*, *Septoglomus sp* y *Acaulospora sp*, representaron el 1 % respectivamente. El porcentaje de colonización de raíces con el género *Glomus sp*, fue del 93 % para el porta injerto Troyer y en Carrizo fue de 83 % a 100 %. El efecto de *Glomus sp*, se evaluó midiendo las variables altura de planta (cm), número de hojas, diámetro de tallo (mm), longitud de raíz (cm) y biomasa (g). Los resultados del análisis de varianza y separación de medias de Tukey ($\alpha=0.05$), presentan diferencias significativas para el porta injerto Troyer en las variables diámetro de tallo y longitud de raíces con el aislado de la finca San José, en el caso del porta injerto Carrizo el número de hojas, diámetro de tallo y longitud de raíz mostraron los más altos valores con el aislado de la finca Félix.

Palabras clave: cítricos, vesículas, *Glomus sp*, esporas.

ABSTRACT

Citrus fruits are the most economically important fruit crop in the world. In Nicaragua, citrus production generates USD 24.5 million annually. The diseases that can be prevented by inoculating mycorrhizae in rootstocks are root rot caused by *Phytophthora sp.* and the dry disease of citrus by *Fusarium sp.* The introduction of disease resistant patterns is a necessity in today's citrus industry. In the last decades, arbuscular mycorrhizal fungi have been used for the beneficial effect they produce on their hosts. The objective of this study was to evaluate the effect of arbuscular mycorrhiza on the vegetative development of Citrange Troyer and Citrange Carrizo rootstock. The inoculated mycorrhizal fungi were isolated from the Félix, Marino and San José citrus farms. The genus identified with the highest percentage was *Glomus sp.*, with 97 % to 99 %, while the genera *Scutellospora sp.*, *Gigaspora sp.*, *Septoglomus sp.* and *Acaulospora sp.*, represented 1 % respectively. The percentage of root colonization with the *Glomus sp.* genus was 93 % for the Troyer graft holder and in Carrizo it was 83 % to 100%. The effect of *Glomus sp.* was evaluated by measuring the variables plant height (cm), number of leaves, stem diameter (mm), root length (cm) and biomass (g). The results of the analysis of variance and separation of means of Tukey ($\alpha = 0.05$), show significant differences for the Troyer rootstock in the variables stem diameter and root length with the isolate from the San José farm, in the case of the root Carrizo graft the number of leaves, stem diameter and root length showed the highest values with the isolate from the Felix farm.

Keywords: Citrus, vesicles, *Glomus sp*, spores.

Recibido: 19 de enero del 2022
Aceptado: 8 de abril del 2022



Copyright 2022. Universidad Nacional Agraria (UNA).

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 edgardo.jimenez@ci.una.edu.ni

CIENCIA DE LAS PLANTAS

La especie frutal *Citrus limon* L., es originaria de Asia y de gran consumo a nivel nacional. Según reporte de Lacayo (2013) Nicaragua tiene 11077 productores de cítricos los cuales hacen uso de 21100 hectáreas para cultivarlas. De acuerdo con la Asociación de Productores y Exportadores de Nicaragua (2018) las exportaciones de cítricos alcanzaron los USD 48.91 millones en el período 2012-2017. Debido a esto, actualmente existe la demanda de ampliar las áreas de producción de cítricos para suplir las necesidades de mercados nacionales e internacionales. Se requieren cítricos más productivos, resistentes a plagas y enfermedades, que cumplan con los requerimientos de calidad que exige el mercado.

Esas exigencias han hecho que los productores de cítricos utilicen los portainjertos los cuales “comprenden la parte inferior de la planta injertada cuya función es desarrollar el sistema radicular” (Álvarez, 2019, p. 22); éstos son seleccionados porque presentan las siguientes características: “buen vigor y desarrollo de raíces, tolerancia a plagas y enfermedades, adaptación a las condiciones edáficas, tales como: salinidad, pH, fertilidad, textura, estructura del suelo” (Álvarez, 2019 p. 23).

Además del uso de portainjertos se está recomendando otra práctica de manejo como lo es el uso de hongos micorrícicos arbusculares (HMA), diversas investigaciones han inferido en que esta práctica agroecológica estimula el crecimiento y desarrollo de las plantas. Alarcón y Ferrera (1999) concluyen que “los HMA son agentes de biorregulación del crecimiento, biofertilizantes y de biocontrol”, Cruz (2017) afirma que “la micorrización favorece el crecimiento de las plantas en etapa de vivero” (p. 33); por su parte Rivillas, Calle y Ángel (2019) destacan los beneficios de éstos para la planta principalmente en aspectos de crecimiento, desarrollo y fitosanidad. Por lo antes expuesto el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto que causan las micorizas arbusculares sobre el desarrollo vegetativo de los portainjertos Citrange Troyer y Citrange Carrizo en el vivero del Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA), ubicado en Masaya, Nicaragua.

MATERIALES Y MÉTODOS

Recolección de muestras. Las muestras de suelo se recolectaron en las fincas Marino, San José y Félix ubicadas en el municipio de Masatepe. Dichas muestras se tomaron en cinco puntos diferentes de cada finca, cerca de la zona de goteo a una profundidad de 20 cm. El suelo colectado se depositó en bolsas plásticas con capacidad de 2.2 kg y se trasladó al laboratorio de Microbiología vegetal de la Universidad Nacional Agraria para su análisis.

Aislamiento de hongos micorrícicos arbusculares (HMA). Se aplicó el método de tamizado y decantación en húmedo (modificado de Gerdemann y Nicolson, 1963), así como el método de centrifugación (modificado de Jenkins, 1964) para la separación de esporas de micorizas en muestras de suelo (Figura 1 y 2).



Figura 1. Método de tamizado y decantación en húmedo para separación de esporas de micorizas en muestras de suelo.



Figura 2. Método de centrifugación para separación de esporas de micorizas en muestras de suelo.

Identificación de géneros de HMA. Utilizando las claves taxonómicas ilustradas de González (1989) y del International Culture Collection of Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Fungi (INVAM, 2020) se efectuó la identificación de los HMA a nivel de género a partir de las características morfológicas de las esporas.

Diseño experimental. Se utilizó un diseño completo al azar con 20 repeticiones, tres aislados más un testigo y dos portainjertos para un total de 160 plantas. El espacio entre cada variedad de portainjerto fue de un metro y entre cada

CIENCIA DE LAS PLANTAS

unidad experimental de 0.5 m para un área total del ensayo de 320 m². Este ensayo se estableció en el Vivero de cítricos propiedad de OIRSA, ubicado en el km 30 carretera Tipitapa-Masaya, entre las coordenadas 12°07'5.8" latitud Norte y 86°05'18.3" longitud Oeste.

Inoculación de portainjertos Citrange Carrizo y Citrange Troyer. Se inocularon 80 plantas del portainjerto Troyer y 80 plantas del portainjerto Carrizo previamente trasplantadas en bolsas de 6 x 12 pulgadas, el sustrato utilizado fue 50 % tierra, 30 % lombrihumus y 20 % arena poma. Con ayuda de una espátula metálica se exteriorizaron las raíces para inocularlas con aproximadamente 20-25 esporas ml⁻¹ de micorrizas que predominaron en el proceso de identificación por finca muestreada.

Se utilizó un testigo absoluto que consistió en plantas sin inocular y al momento de exhibir las raíces se les adicionó agua destilada estéril. Las plantas evaluadas se fertilizaron según el programa de fertilización del invernadero de OIRSA.

Porcentaje de colonización de HMA. Se utilizó el método descrito por Phillips y Hayman (1970) para determinar el porcentaje de colonización de micorrizas en las raíces de los portainjertos. De cada tratamiento se seleccionaron raíces secundarias, se lavaron con abundante agua, se procedió a clarearlas con KOH al 10 %, luego fueron blanqueadas con H₂O₂ al 10 % y finalmente teñidas con azul de Tripán al 0.05 %.

Se colocaron las raíces teñidas en laminillas, al menos 100 segmentos por tratamiento, se le agregó de una a tres gotas de Lacto glicerol en los extremos de las raíces, de manera vertical sobre la preparación luego se dejó caer suavemente un portaobjetos evitando burbujas de aire, con ayuda del microscopio óptico en el aumento de 100 X se observó la presencia de las estructuras fúngicas (hifas, vesículas o arbuscúlos). Para el cálculo del porcentaje de colonización se empleó la siguiente fórmula: Porcentaje de colonización= (número de campos colonizados) / (número total de campos observados) x 100.

Variables evaluadas. Para determinar el efecto de las micorrizas arbusculares sobre el desarrollo vegetativo de los portainjertos Citrange Troyer y Citrange Carrizo se midieron las variables morfológicas a los 90 días después de la inoculación. Las variables morfológicas fueron: número de hojas verdaderas contabilizando todas las hojas que presentaba la planta, altura total (cm) se midió con una cinta métrica, diámetro de tallo (mm) usando un vernier y la longitud de raíz (cm) fue medido con una cinta métrica.

$$\text{Porcentaje de materia seca} = \frac{\text{Peso fresco}}{\text{Peso seco}} \times 100$$

El porcentaje de materia seca aérea y de raíces de los portainjertos, fue determinado a partir del peso fresco y peso seco (g) medidos con una balanza analítica OHAOS después de 48 horas de secado a 80 °C. El cálculo de porcentaje de materia seca con la fórmula descrita por Vilchez (2002).

En cuanto al análisis de datos se empleó Excel 2013 para organizar los datos recolectados de las variables morfológicas; posteriormente se realizaron pruebas de análisis de varianzas ($\alpha=0.05$) y separación de medias de Tukey ($\alpha=0.05$) con el programa estadístico InfoStat versión 2013.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Géneros de HMA identificados. El género de HMA más predominante en los análisis de muestras de suelo provenientes de fincas productoras de cítricos fue *Glomus sp*; en el aislado de la finca Félix se presentó en un 99 %, en la finca Marino en un 98 % y en la finca San José 97 %. Sin embargo, también se identificaron los géneros *Scutellospora sp*, *Gigaspora sp*, *Septoglomus sp* y *Acaulospora sp* con 1 % respectivamente (Figura 3). Esta predominancia se debe a que *Glomus* “es el género más abundante y ubicuo dentro de las micorrizas” (Arévalo, 2016), esto sugiere que este género posee mejor capacidad para adaptarse a las condiciones edafoclimáticas de las zonas productoras de cítricos.

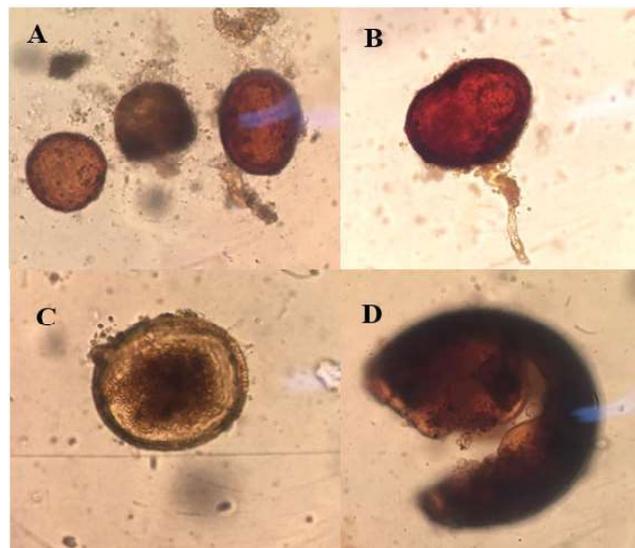


Figura 3. Géneros de HMA identificados en muestras de suelo procedentes de fincas con cultivos de cítrico, *Glomus sp* (A) *Scutellospora sp* (B) *Acaulospora sp* (C) *Septoglomus sp* (D).

Porcentaje de colonización de HMA. Se observó colonización y presencia de estructuras fúngicas (Figura 4) en las dos especies de portainjertos evaluadas; en el portainjerto Troyer, las muestras de raíces procedentes de la finca Félix alcanzaron el 93 % de colonización y un 83 % en el portainjerto Carrizo, mientras que el aislado de la finca San José colonizó

CIENCIA DE LAS PLANTAS

el 93 % en la variedad Troyer y 100 % en la variedad Carrizo, en relación al aislado de la finca Marino el porcentaje de colonización fue de 93 % para ambos portainjertos evaluados; estos resultados justifican el uso de HMA en plantaciones de cítricos puesto que favorecen el enraizamiento, desarrollo y crecimiento de las plantas.

González *et al.* (2000), evaluaron sustratos de crecimiento en microplántulas de cítricos inoculadas con *Glomus sp* y encontraron que las raíces del portainjerto Carrizo estaban colonizadas de 47 % a 80 % en cambio las raíces del portainjerto Troyer de 37 % a 64 %.

Martinello *et al.* (2016) evaluaron el porcentaje de colonización de los géneros *Scutelospora*, *Gigaspora*, *Glomus*, *Acaulospora* en raíces de portainjertos de cítricos (Citrange Fepagro C37 Reck y Kumquat) y encontraron resultados similares a los reportados en este estudio.

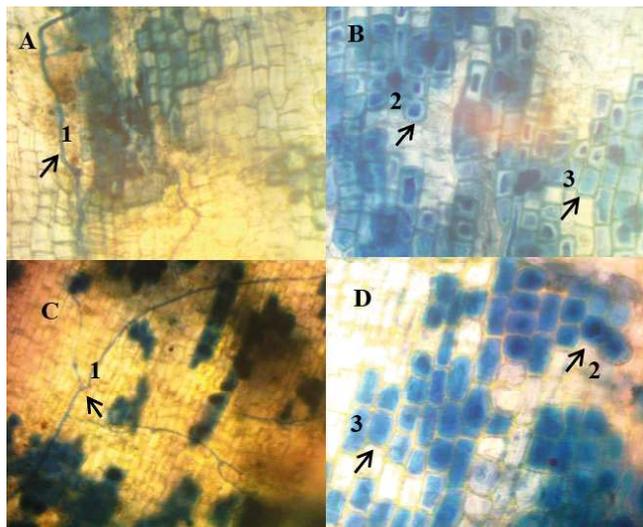


Figura 4. Raíces de portainjertos Citrange Troyer (A y B) y Carrizo (C y D), colonizadas por el hongo del género *Glomus sp*. Hifas (1), vesículas (2) y arbusculos (3).

Efecto de HMA sobre el desarrollo vegetativo de los portainjertos. Es fundamental Conocer el desarrollo vegetativo de las plantas para el manejo adecuado de éstas en la plantación, fertilización, control de plagas y enfermedades lo que al final lleva a incrementar la producción. Se evaluó el efecto de *Glomus sp* sobre los portainjertos Citrange Troyer y Citrange Carrizo.

Los resultados indican que existen diferencias estadísticas significativas en las variables morfológicas evaluadas para el portainjerto Citrange Troyer (Cuadro 1). Las plantas inoculadas con aislados de la finca Félix presentaron mayores valores de altura y número de hojas verdaderas; en cambio las plantas con aislados procedentes de la finca San José mostraron los mejores resultados en diámetro de tallo

y longitud de raíz; las diferencias pueden ser atribuidas a las condiciones ambientales de las zonas donde se colectaron las muestras y por otro lado, estos resultados evidencian el efecto de la micorrización sobre el desarrollo vegetativo del portainjerto evaluado.

Cuadro 1. Análisis de variables morfológicas del portainjerto Citrange Troyer inoculados con los aislados de *Glomus sp*

Aislados	Variables morfológicas			
	Altura de planta (cm)	Número de hojas	Diámetro de tallo (mm)	Longitud de raíz (cm)
Finca Félix	77.07 a	41 a	7.04 a	30.05 b
Finca San José	75.13 a	39 b	7.07 a	34.10 a
Testigo	70.23 b	35 c	6.62 b	33.05 a
Finca Marino	67.33 b	35 c	6.69 b	29.65 b
R ²	0.93	0.95	0.91	0.93
p-valor	<0.00001	<0.00001	<0.00001	0.0003

Las plantas del portainjerto Citrange Carrizo (Cuadro 2) mostraron diferencias estadísticas significativas para las variables morfológicas evaluadas. Los mayores valores de altura fueron presentados en las plantas inoculadas con aislados de la finca San José; por su parte, las plantas inoculadas con los aislados de la finca Félix mostraron los mejores resultados para las variables número de hojas verdaderas, diámetro de tallo y longitud de raíz. En el porta injerto Carrizo, el aislado de la finca San José logró el mayor porcentaje de materia seca aérea foliar con 41.63 %, igual que finca Marino con 40.22 %. El menor porcentaje de materia seca aérea foliar lo obtuvo la finca Félix con 36.43 % (Figura 5).

Cuadro 2. Análisis de variables morfológicas del portainjerto Citrange Carrizo inoculados con los aislados de *Glomus sp*

Aislados	Variables morfológicas			
	Altura de planta (cm)	Número de hojas	Diámetro de tallo (mm)	Longitud de raíz (cm)
Finca San José	34.93 a	27.33 b	4.78 a	46.50 ab
Testigo	31.67 b	23.47 c	4.22 b	42.00 c
Finca Félix	30.23 bc	42.63 a	4.95 a	46.70 a
Finca Marino	27.60 c	23.73 c	4.15 b	43.40 bc
R ²	9.44	8.47	3.94	0.94
p-valor	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0008

El mayor porcentaje de materia seca de raíces lo obtuvo el testigo con 50.10 %. En relación al porta injerto Troyer no hay diferencias significativas, para el porcentaje de materia seca aérea ($p=0.1545$) y materia seca de raíz ($p=0.0716$), entre los aislados de cada finca y el testigo. Además, los resultados pueden estar influenciados por los

CIENCIA DE LAS PLANTAS

cambios ambientales dado que estos intervienen de manera considerable en el proceso de acumulación de materia seca; el aire, la energía solar, el agua, la temperatura pueden interferir en el ritmo de producción de biomasa de una especie vegetal.

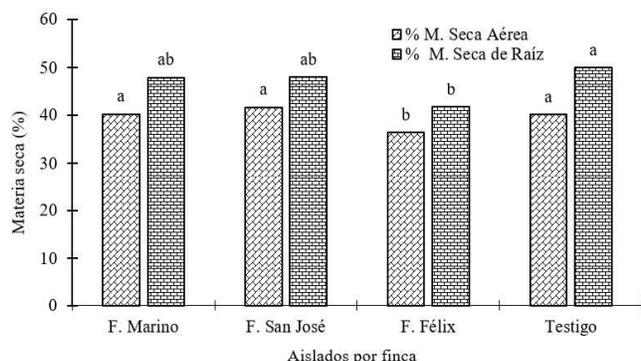


Figura 5. Porcentaje de materia seca en porta injertos Carrizo inoculados con *Glomus sp.*

Resultados similares fueron reportados por González-Mancilla *et al.* (2013) quienes evaluaron el efecto de diferentes tipos y dosis de fertilizantes orgánicos considerando las variables porcentaje de colonización micorrícica arbuscular, altura, diámetro basal de tallos, materia seca foliar y de raíz en plantas del portainjerto Citrange Troyer.

Aravena (2003) evaluó el efecto de la micorrización en plantas de cítricos (*Citrus macrophylla* y Citrange Carrizo) y Persea americana Mill. con cepas de hongos nativas (*Glomus sp.* y *Glomus cf. claroideum*) e introducida (*Glomus intraradices* Schenk y Smith.) y no encontró diferencias estadísticas para las variables altura de las plantas, diámetro del tallo, materia seca radicular y aérea en las especies evaluadas.

Cruz (2017) indica que “el crecimiento de una planta se representa gráficamente como un aumento del peso seco en función del tiempo” (p. 20). El análisis estadístico de las variables peso seco aéreo y peso seco de raíz muestra que existen diferencias significativas ($p < 0.0001$) entre portainjertos, siendo Troyer quien presenta los mejores resultados (Figura 5); esto sugiere que este patrón es más dependiente a la presencia de HMA dado sus características morfológicas; las diferencias con Carrizo probablemente son debido a la genética del hospedador y/o su interacción con la especie de HMA.

González-Mancilla *et al.* (2013) evaluaron a nivel de vivero el efecto de tipos y dosis de fertilizantes orgánicos aplicados al suelo en plantas del portainjerto Citrange Troyer encontrando resultados similares a los reportados en este estudio en cuanto materia seca foliar y radical.

CONCLUSIONES

Fueron identificados cinco géneros de hongos micorrícicos, tales como *Glomus sp.*, *Acaulospora sp.*, *Gigaspora sp.*, *Septoglomus sp.*, *Scutellospora sp.*; sin embargo, el de mayor predominancia fue *Glomus sp.* El porcentaje de colonización con el género *Glomus sp.*, para el portainjerto Troyer fue de 93 %, mientras que para el portainjerto Carrizo varió de 83 % a 100 %. El portainjerto Troyer mostró mejores resultados con el aislado de la finca San José en las variables diámetro de tallo y longitud de raíz. Hubo efecto positivo de la micorrización en el desarrollo vegetativo de los portainjertos evaluados, observando los mayores valores de número de hojas, diámetro de tallo y longitud de raíces en el portainjerto Carrizo al ser inoculados con el aislado de la finca Félix, en cuanto a las variables peso seco aéreo y peso seco de raíz los mejores resultados fueron observados en el portainjerto Troyer.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón, A. y Ferrera Cerrato, R. (2003). Manejo de la micorriza arbuscular en sistemas de propagación de plantas frutícolas. *Terra Latinoamericana*, 17(3), 179-191.
- Álvarez López, H. (2019). Injertación en frutales: *contribución en fisiología vegetal*. Universidad Nacional de Jaén. <http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/389/1/MANUAL%20DE%20INJERTACION.pdf>
- Aravena, C. M. (2003). *Efecto de la micorrización en plantas de vivero de palto y cítricos bajo diferentes dosis de fertilización* [Tesis de ingeniería, Universidad Católica de Valparaíso] http://www.avocadosource.com/papers/chile_papers_a-z/a-b-c/aravenacrastian0000.pdf
- Arévalo Hernández, C. O. (2016). *Prospección de la densidad de esporas y colonización de micorrizas en Cacao silvestre de Ucayali y Madre de Dios* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/1968>
- Asociación de Productores y Exportadores de Nicaragua. (16 de febrero de 2018). *APEN destaca potencial exportador de cítricos y mango*. <https://apen.org.ni/apen-destaca-potencial-exportador-citricos-mango/>
- Cruz Castillo, J. B. (2017). *Respuesta de Cacao (Theobroma cacao L.) y Teca (Tectona grandis L.f) a la micorrización durante la etapa de vivero, Kukra Hill, RACCN, Nicaragua, 2017* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/3656/1/tmp34c957.pdf>
- Gerdemann, J. W., & Nicolson, T. H. (1963). Spores of mycorrhizal endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Transactions of the British Mycological Society*, 46, 235-244. [http://dx.doi.org/10.1016/S0007-1536\(63\)80079-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0007-1536(63)80079-0).

CIENCIA DE LAS PLANTAS

- González Chávez, M. C. A. (1989). *Principios de taxonomía de la endomicorriza Vesícula Arbuscular*. Colegio de posgraduado. p.27
- González Chávez, M. C., Ferrera Cerrato, R., Villegas Monter, A. y Oropeza, J. L. (octubre-diciembre, 2000). Selección de sustratos de crecimiento en microplántulas de cítricos inoculadas con *Glomus* sp. *Zac-19. Terra Latinoamericana*, 18(4), 0. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57318411.pdf>
- González-Mancilla, A., Rivera-Cruz, M. C., Ortiz-García, C. F., Almaraz-Suárez, J. J., Trujillo-Narcía, A. y Cruz-Navarro, G. (2013). Uso de fertilizantes orgánicos para la mejora de propiedades químicas y microbiológicas del suelo y del crecimiento del cítrico Citrange Troyer. *Universidad y ciencia*, 28(2), 123-139. <http://www.scielo.org.mx/pdf/uc/v29n2/v29n2a3.pdf>
- International Culture Collection of Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Fungi. (2020). *The International Bank for the Glomeromycota*. <https://invam.wvu.edu/>
- Jenkins, W. R. (1964). *A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil*. *Plant Disease*, 48, 692. <http://garfield.library.upenn.edu/classics1980/A1980KJ72900001.pdf>
- Lacayo, L. N. (11 de junio de 2013). Cítricos amenazados. *El nuevo diario*. <https://www.elnuevodiario.com.ni/economia/288686-citricos-amenazados/#>
- Martinello Atrás, M., Altmann, T. & Dutra de Souza, P. V. (octubre-diciembre, 2016). Influence of arbuscular mycorrhizal fungi on the vegetative development of citrus rootstocks. *Pesquisa Agropecuaria Tropical*, 46 (4), 407-412. <https://www.scielo.br/j/pat/a/TsW38rwCRynyS6NzwkGNfsk/?format=pdf&lang=en>
- Rivillas Osorio, C. A., Calle, C. M. y Ángel Calle, C. A. (2019). Micorrizas arbusculares: aplicación de ciencia tecnología e innovación en el cultivo del café ajustado a las condiciones particulares del Huila. *Cenicafe*, 3, 52–79. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/4223/1/Cap03.pdf>
- Vilchez, L. O. (2002). *Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central*. CATIE. pp1-278. <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A4575e/A4575e.pdf>

CIENCIA DE LAS PLANTAS

Insectos asociados a la guayaba (*Psidium guajava* L.) en Catacamas, Honduras

Insects associated to Guayaba (*Psidium guajava* L.) in Catacamas, Honduras

Favián Antonio Salgado Archaga¹, Edgardo Jiménez-Martínez²

¹ Master en Sanidad Vegetal, Universidad Nacional de Agricultura, Honduras, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7822-953X/fasa_152003@yahoo.com.

² PhD. en Entomología, Universidad Nacional Agraria, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1086-7380/edgardo.jimenez@ci.una.edu.ni>



RESUMEN

La Guayaba (*Psidium guajava* L.) es un fruto proveniente de los países tropicales y subtropicales, crece en diversas condiciones de climas cálidos y secos. El objeto de estudio fue la identificación, descripción de los principales insectos plagas y benéficos asociados a la guayaba, el estudio fue desarrollado entre los meses de septiembre a diciembre del 2018 en la sección de frutales de la Universidad Nacional de Agricultura en Catacamas, Honduras; para esta investigación se colocaron trampas para captura de insectos, entre ellas, la trampa de caída libre Pitfall-traps, y trampa McPhail. Se escogieron 10 sitios de muestreo, donde se colocaron las trampas. La distancia entre puntos de muestreo fue de 96 metros cuadrados entre tipo de trampa Pitfall-traps y a una altura de 1.5 metros para las trampas McPhail. La recolecta de muestras por cada trampa se realizó cada 15 días, identificando los insectos encontrados por cada tipo de trampa durante los meses de estudio. Se encontraron 40 familias de insectos asociados a la guayaba, distribuidos en trece órdenes, con 10 hábitos alimenticios diferentes. Las familias con mayor abundancia y riqueza en la guayaba fueron: Muscidae, Lauxaniidae, Tephritidae, Apidae y Formicidae y los principales hábitos alimenticio fueron fitófago, saprofito, depredador, parasitoide, nectarívoro, hematófago, omnívoro, detritívoro. La diversidad insectil se estimó utilizando el índice de diversidad de Shannon-Weaver, el promedio de índice de diversidad encontrada para los insectos en guayaba fue de 1.061.

Palabras clave: abundancia, riqueza, diversidad.

ABSTRACT

Guayaba (*Psidium guajava* L.) is a fruit from tropical and subtropical countries, it grows in various conditions of hot and dry climates. The main objective of this study was the identification of the main insects associated with the crop of guayaba, the study was developed between the months of September to December 2018 in the fruit section of the National University of Agriculture in Catacamas, Honduras, for this research, traps were placed to capture insects, among them, the Pitfall-traps, and the McPhail trap. 10 sampling sites were chosen, where the traps were placed. The distance between sampling points was 96 square meters between Pitfall-traps and at a height of 1.5 meters for the McPhail trap. The collection of samples for each trap was carried out every 15 days, identifying the insects found by each type of trap during the months of study, 13 orders, 40 families, 45 genders and 37 species of insects associated to guayaba were found, with 10 different insect feeding habits. The families with the greatest abundance and richness in guayaba were: Muscidae, Lauxaniidae, Tephritidae, Apidae and Formicidae, the main feeding habits were phytophagous, saprophytic, predatory, parasitoid, nectarivore, hematophagous, omnivore, detritivore. Insect diversity was estimated using the Shannon-weaver diversity index, the mean diversity index found was 1.061.

Keywords: Abundance, richness, diversity.

CIENCIA DE LAS PLANTAS

Las plagas insectiles de la guayaba (*Psidium guajaba*, L.) son causantes de pérdidas en los rendimientos y calidad en este cultivo, se reportan plagas como las moscas de la fruta, gallina ciega y ácaros causando daños en hojas y frutos (Jiménez-Martínez, 2021). El cultivo de guayaba tiene un amplio mercado por permanecer en producción durante todo el año (García *et al.*, 2003), su fruto es atractivo por su color verde brillante e intenso (Calderón-Bran *et al.*, 2000), además, puede consumirse como fruta fresca, aunque actualmente está en auge por las facilidades de procesamiento para la producción de dulces, jaleas, almíbares y refrescos (García *et al.*, 2003). Las características deseadas para la guayaba para consumo en fresco son: pulpa color amarillo, crema o blanca, espesor de pulpa de 1.0 cm a 2.5 cm, con un número de semillas por fruto entre 150 y 200, con una proporción de semilla con respecto al peso del fruto de 2 % a 4 % y con un 10 a 12 °Brix, una acidez total entre 0.2 % y 0.3%, un contenido de vitamina C de 250 a 400 mg/100 g de pulpa y un rendimiento aceptable después del sexto año de más de 30 ton ha⁻¹, así lo señala la Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario Colombiano (AGRONET, 2011).

La guayaba es una fruta tropical nutritiva por sus contenidos de vitaminas, minerales y aminoácidos, siendo reconocida como planta medicinal, maderable y sus frutos son altamente industrializables; el sabor de su fruto es conocido en casi todos los países del mundo en forma de jugos, mermeladas, dulces y otros (Córdoba 1985). En Honduras se conocen insectos plagas y enfermedades que afectan al cultivo de la guayaba, pero no se ha hecho una investigación científica que identifique, se calcule la riqueza y abundancia, y además se describa la diversidad de insectos asociados a la guayaba. El objetivo general de este estudio fue generar conocimiento científico sobre insectos plagas y benéficos asociados a la guayaba en Honduras; esta información podrá ser usada por los productores nacionales en el diseño de un mejor plan de manejo agronómico y fitosanitario de este cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Período y ubicación del estudio. El estudio se realizó entre los meses de agosto a diciembre del 2018 en la parcela de fruticultura de la Universidad Nacional de Agricultura en las plantaciones adultas de guayaba. La sección de fruticultura donde se realizó la investigación se encuentra ubicadas en el departamento de Olancho, a 5 km al sur oeste de Catacamas.

Descripción de la parcela. La parcela de producción de guayaba cuenta con tres sub-parcelas, una con variedad de guayaba taiwanesa, otra de la variedad milenio y la última con la variedad perla. La plantación tiene una edad de cinco años, las condiciones edafo-climáticas de esta parcela presentan suelos con textura franco arenoso a arcilloso, topografía del

terreno con pendiente liguera (10 % al 15 %), precipitación pluvial anual promedio de 1 311 mm, a una altura sobre el nivel del mar de 350.79 metros y humedad relativa del 83 %. Las principales prácticas agronómicas que se realizan son: limpieza de malezas de forma manual y química, fertilización convencional y orgánica, podas sanitarias, aplicación de pesticidas para control de plagas, aplicación de funguicidas para el control de patógenos, así como la prácticas de embolsado de frutas y cosechas de frutos.

Diseño metodológico de la investigación. El estudio se estableció como un diseño no experimental del tipo cuantitativo y descriptivo, este consistió en una parcela en donde se colectaron e identificaron en un laboratorio de entomología todos los insectos asociados al cultivo de guayaba, en esta parcela se colocaron diez trampas en 10 sitios de muestreo y captura de insectos, cinco trampas del tipo caída libre o Pitfall-trap, cinco trampas del tipo con proteínas hidrolizadas como atrayente y un tercer método consistió en un muestreo visual de insectos en la parcela de estudio.

Método de muestreo de insectos rastrosos. Para la captura y colecta de insectos rastrosos se utilizaron trampas de caída libre Pitfall-trap según metodología de Mairena y Jiménez-Martínez (2007); un total de diez trampas fueron colocadas en la parcela de guayaba, la colocación de las trampas fue a una distancia de cincuenta metros entre trampa y trampa y a noventa metros entre un sitio y otro para un total de cinco sitios de muestreo. Las trampas de caída libre consistieron en panas plásticas de color azul de 30 cm de diámetro, las que se colocaron al ras del suelo con capacidad de cuatro litros de agua, a estas se les agregó dos gramos de detergente por litro de agua y dos gramos de Bórax, el bórax es un compuesto importante a base de boro, es el nombre comercial de la sal de boro, es un cristal blanco y suave que se disuelve en agua; con densidad de 1.73 g cm³, si se deja reposar al aire libre, pierde lentamente su hidratación y se convierte en tincalconita, su fórmula es Na₂[B₄O₅(OH)₄]·8H₂O, este sirve como preservante en la solución de la trampa, también se agregó 20 ml de refrigerante de carro en la solución del agua para evitar evaporación de la solución. La solución se cambió en cada fecha de muestreo, el que se realizaba con intervalos de 15 días. Se recolectaron los insectos encontrados dentro de las panas, luego se depositaron en viales entomológicos de 7 cm de alto y 3 cm de diámetro, con alcohol al 75 %. Se rotularon con la fecha, tipo de trampa y el número de trampa. Los datos se registraron en una hoja de muestreo.

Método de muestreo de insectos voladores. Para la captura y colecta de insectos voladores se utilizaron trampas McPhail con proteínas hidrolizadas a base de levadura de torula en una cantidad de 5 g que sirvió como atrayente para los insectos

CIENCIA DE LAS PLANTAS

voladores; también se agregó dos gramos de bórax; la proteína hidrolizada se cambiaba cada quincena; esta trampa estuvo sujeta con alambre en las ramas del árbol de guayaba y ubicados horizontalmente a una altura desde la superficie del suelo de 1.5 m. La frecuencia de muestreo fue cada quince días.

Método de muestreo de insectos del tipo observación visual en ramas, hojas y frutos. Se observó y registró el tipo y número de insectos que se encontraban en las ramas, hojas y frutos de guayaba, esto con el objetivo de coleccionar los insectos y determinar su hábito alimenticio en la guayaba. Este muestreo se realizó quincenal y cada vez que se encontraban insectos, se recolectaban y registraban en un formato u hoja de muestreo.

Procesamiento de muestras e identificación de insectos en el laboratorio. Los insectos recolectados se trasladaron al laboratorio entomológico de la Universidad Nacional de Agricultura donde se realizó la curación y montaje de los insectos con alfileres entomológicos. El procedimiento de montaje de los insectos consistió en tomar los insectos contenidos en los viales entomológicos y colocarlos en platos Petri de 14 cm de diámetro y dos cm de alto para ser lavados con alcohol limpio al 70 %, luego cada muestra de insectos se colocó en papel toalla para secar durante unos 30 minutos a temperatura. Los insectos se observaron en el estereoscopio (CARL ZEISS, modelo 475002 y 475002-9902 de 4x, 6.3x y 2.5x) y para su identificación se utilizaron las claves dicotómicas y mediante la comparación con otros insectos clasificados según consultas bibliográficas en textos básicos: (Sáenz y De La Llana, 1990); (Nunes y Dávila, 2004); (Marshall, 2008); (Cibrán-Tovar, 2017). (Jiménez-Martínez, 2020), (Andrews y Caballero, 1989), (Maes, 1998), (Jimenez-Martínez y Rodríguez, 2014), se logró así la identificación final hasta nivel de familia y en algunos casos hasta el nivel de morfo género y morfo especie.

Descripción del hábito alimenticio. Una vez identificado cada insecto, se procedió a describir el hábito alimenticio usando como referencia la literatura de (Jiménez-Martínez, 2020). Las observaciones de los insectos que se hicieron en el muestreo visual también sirvieron para confirmar los tipos de hábitos alimenticios de los insectos asociados a la guayaba.

Abundancia total de insectos por tipo de trampas. Se realizó una sumatoria del total de insectos por familia y por tipo de trampas.

Riqueza total de órdenes y familias de insectos. Se hizo un conteo del total de órdenes y familias de insectos encontrados.

Índice de diversidad de las principales familias de insectos. Se calculó en índice de diversidad de las principales especies de insectos colectados usando el índice de Shannon-Weaver (1949).

Variables evaluadas en el estudio. Las variables fueron: Abundancia de familias de insectos por tipo de trampa, riqueza de órdenes y familias de insectos e índice de diversidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Abundancia de familias de insectos por tipo de trampa. La abundancia total de insectos en los tres métodos de muestreo fue de 13 568 insectos, siendo la trampa del tipo Pitfall-trap donde se capturó el mayor número de insectos con 5 670, seguido de la trampa McPhail con 5 413 insectos, y por último el método de observación con 2 485 insectos (Cuadro 1). Las trampas Pitfall y McPhail son efectivas para la captura de insectos, ya que una buena cantidad de ellos fueron atrapados usando este tipo de trampa; se reporta que la observación visual no es tan efectiva para la detención de cantidades de insectos. La alta presencia de insectos en estas parcelas de guayaba probablemente se debió a la abundancia

Cuadro 1. Abundancia de familias de insectos por tipo de trampa y observación visual usadas en guayaba

Familia	Trampa Pitfall-trap	Trampa McPhail	Observación visual
Formicidae	3068	1223	0
Tephritidae	0	927	348
Muscidae	0	794	419
Lauxaniidae	0	835	295
Apidae	4	309	698
Sicariidae	524	0	0
Coccinellidae	354	13	36
Limaconidae	0	316	51
Paradoxosomatidae	269	0	0
Geometridae	0	219	38
Erebidae	0	122	120
Anisolabididae	237	0	0
curculionidae	232	0	0
Amaurobiidae	202	0	0
Cicadellidae	0	36	158
Simuliidae	0	80	173
Culicidae	0	159	0
Acrididae	181	0	0
Chrysopidae	0	153	18
Gelastocoridae	127	0	0
Ectobiidae	0	94	24
Vespidae	23	0	90
Tineidae	0	84	17
Gryllidae	80	0	0
Cercopidae	79	0	0
Carabidae	70	0	0
Blaberidae	69	0	0
Pholcidae	0	49	0
Reduviidae	43	0	0
Gryllotalpidae	29	0	0
Calopterygidae	24	0	0
Calliphoridae	21	0	0
Theraphosidae	21	0	0
Blasticotomidae	13	0	0
Total	5 670	5 413	2 485

CIENCIA DE LAS PLANTAS

de vegetación (malezas de hoja ancha, hoja fina y otros cultivos) que predominó durante el periodo de muestreo. La zona geográfica donde se encuentra ubicada la sección de frutales es considerada un área bien diversa, ya que además de guayaba se encuentran cerca otros frutales como mango y aguacate, así como árboles maderables. En un estudio de Montano y Bustamante (2017), sobre distribución temporal de insectos, encontró una mayor abundancia de insectos en trampas de caída libre versus trampas del tipo de galón con melaza. Por otro lado, Mairena (2015), encontró mayor número de insectos de la familia Formicidae y Scarabaeidae en trampas Pitfall-trap que en trampas de galones con melaza y observación visual.

Riqueza de órdenes, familia, nombre común y hábito alimenticio de insectos. En el Cuadro 2 se reportan trece órdenes y 40 familias de insectos asociadas a la guayaba, además se reportan 10 tipos de hábitos alimenticios de los insectos; las familias más abundantes fueron Muscidae, Lauxaniidae, Tephritidae, Apidae y Formicidae. En un estudio realizado por Antúnez (2018), en un estudio realizado en la misma finca de la universidad reportó una riqueza de 50 familias de insectos. Herrera 2021, reporta una riqueza insectil de 60 familias utilizando trapeo de insectos de suelos e insectos voladores. Téllez y Jirón (2014), reportaron una abundancia total de 6 000 insectos colectados en trampas del tipo Pitfall-trap y galones de plástico con melaza.

Cuadro 2. Riqueza de órdenes, familias, nombre común, hábitat alimenticio y número de insectos en el cultivo de guayaba en Catacamas, entre los meses de agosto a diciembre del 2018

Orden	Familia	Nombre común	Habitad alimenticio	N° de insectos	
Blattodea	Blaberidae	Cucaracha gigante	omnívoro	69	
	Blattellidae	Cucaracha común	omnívoro	84	
Coleóptera	Curculionidae	Gorgojo	fitófago	69	
	Carabidae	Escarabajo tigre	Depredador	70	
	Curculionidae	Escarabajo	fitófago	237	
	Coccinellidae	Mariquita	Depredador	403	
	Lampyridae	Luciernaga	Depredador	160	
	Scarabaeidae	Gallina ciega	fitófago	231	
Dermaptera	Anisolabididae	Tigerilla	Omnívoro	237	
Diptera	Muscidae	Mosca domestica	Saprófago	1213	
	Lauxaniidae	Mosca negra	fitófago	1130	
	Calliphoridae	Mosca	Saprófago	21	
	Simuliidae	Mosquito	hematófago	253	
	Tephritidae	Mosca de la guayaba	Fitófago	141	
	Culicidae	Mosquito	hematófago	159	
	Hemiptera	Reduviidae	Chinche	Predadores	43
Hemiptera	Gelastocoridae	Chinche sapo	Predadores	127	
	Cercopidae	Cigarra	Fitófago	79	
	Cicadellidae	Lorito verde	fitófago	194	
	Aleyrodidae	Mosca blanca	fitófago	89	
	Hymenoptera	Apidae	Abeja	Nectarívoro	1011
	Vespidae	Avispa	Depredador	113	
Hymenoptera	Braconidae	Mosca de tierra	Saprófago	13	
	Vespidae	Avispa carnícera	Depredador	9	
	Formicidae	Ortiga negra	Depredador	4291	
	Limaconidae	Mariposa	fitófago	367	
Lepidoptera	Geometridae	Polilla	fitófago	257	
	Erebidae	Polilla	fitófago	242	
	Tineidae	Polilla	fitófago	101	
Neuroptera	Chrysopidae	Crisopa	Depredador	171	
Odonata	Calopterygidae	Libelula	Depredador	24	
Orthoptera	Gryllotalpidae	Grillo topo	fitófago	29	
	Gryllidae	Grillo	fitófago	80	
	Acrididae	Grillo	fitófago	181	

Diversidad de las principales familias de insectos asociados al cultivo de guayaba. En el Cuadro 3 se presenta el índice de diversidad calculado para 46 géneros de insectos asociados a la guayaba. Según el índice de diversidad de Shannon-Weaver (1949) se considera una fauna diversa cuando resulta por encima de un índice de 2 hacia arriba con un máximo de 5, en este estudio resultan índices de diversidad bajos con un promedio de 1.061, lo que indica que la entomofauna en guayaba es baja. Esta baja biodiversidad encontrada en el estudio posiblemente es atribuida a un manejo agronómico del cultivo con un alto índice de uso de plaguicidas sintéticos. Se observó también, que la familia de insectos Tephritidae del orden Díptera fueron vistos frecuentemente alimentándose como plagas en el fruto de la guayaba.

Cuadro 3. Índice de diversidad Shannon-Weaver de los principales géneros y especies de insectos asociados al cultivo de guayaba

Orden	Familia	Género	Especie	Diversidad
Hymenóptera	Apidae	<i>Apis</i>	<i>mellifera</i>	1.003
Diptera	Muscidae	<i>Stomoxys</i>	<i>calcitrans</i>	1.155
Diptera	Muscidae	<i>Musca</i>	<i>domestica</i>	1.012
Lepidóptera	Limaconidae	<i>Sibine</i>	<i>stimulea</i>	1.050
Polydesmida	Paradoxosomatidae	<i>Oxidus</i>	<i>gracilis</i>	1.186
Orthoptera	Gryllotalpidae	<i>Gryllotalpa</i>	<i>gryllotalpa</i>	1.107
Coleóptera	Curculionidae	<i>Sitophilus</i>	<i>granarius</i>	1.094
Hymenoptera	Apidae	<i>Melipona</i>	<i>sp</i>	1.016
Coleóptera	Carabidae	<i>Tetracha</i>	<i>carolina</i>	1.032
Hemiptera	Reduviidae	<i>Rhynocoris</i>	<i>erythropus</i>	1.105
Hemiptera	Gelastocoridae	<i>Nerthra</i>	<i>sp</i>	1.001
Dermáptera	Anisolabididae	<i>Euborellia</i>	<i>annulipes</i>	1.022
Blattodea	Blaberidae	<i>Princisia</i>	<i>vanwaerebeki</i>	1.053
Hymenoptera	Vespidae	<i>Polybia</i>	<i>sp</i>	1.086
Odonata	Calopterygidae	<i>Mnesarete</i>	<i>grisea</i>	1.032
Coleóptera	Carabidae	<i>Calosoma</i>	<i>auropunctatum</i>	1.013
Coleóptera	Curculionidae	<i>Scyphophorus</i>	<i>acupunctatum</i>	1.013
Diptera	Lauxaniidae	<i>Homoneura</i>	<i>sp</i>	1.032
Diptera	Calliphoridae	<i>Lucilia</i>	<i>sericata</i>	1.064
Diptera	Simuliidae	<i>Simula</i>	<i>sp</i>	1.215
Diptera	Tephritidae	<i>Anastrepha</i>	<i>lude</i>	1.012
Hemiptera	Cercopidae	<i>Philaemus</i>	<i>spumarius</i>	1.036
Lepidoptera	Geometridae	<i>Eulithis</i>	<i>mellinata</i>	1.057
Lepidoptera	Erebidae	<i>Hypena</i>	<i>proboscidalis</i>	1.036
Arañas	Pholcidae	<i>Pholcus</i>	<i>phalangioides</i>	1.081
Arañas	Amaurobiidae	<i>Amaurobius</i>	<i>similis</i>	1.051
Orthoptera	Gryllidae	<i>Melanogryllus</i>	<i>desertus</i>	1.024
Orthoptera	Acrididae	<i>Chorthippus</i>	<i>mollis</i>	1.076
Hemiptera	Cicadellidae	<i>Empoasca</i>	<i>kraemeri</i>	1.036
Coleóptera	Coccinellidae	<i>Eriopis</i>	<i>eschscholtzi</i>	1.070
Neuróptera	Chrysopidae	<i>Chrysopa</i>	<i>niki</i>	1.019
Himenoptera	Blasticotomidae	<i>Blasticotoma</i>	<i>filiceti</i>	1.008
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Cyrea</i>	<i>arrowi</i>	1.061
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Cryptognatha</i>	<i>vicki</i>	1.008
Hymenoptera	Formicidae	<i>Camponotus</i>	<i>sp</i>	1.076
Coleoptera	Lampiridae	<i>Ellychnia</i>	<i>corrusca</i>	1.061
Himenoptera	Vespidae	<i>Agelaia</i>	<i>fulvofasciata</i>	1.404
Hemiptera	Aleyrodidae	<i>Bemisia</i>	<i>tabaci</i>	1.063
Blattodea	Ectobiidae	<i>Ectobius</i>	<i>pallidus</i>	1.006
Blattodea	Ectobiidae	<i>Ectobius</i>	<i>panzeri</i>	1.040
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Phyllophaga</i>	<i>sp</i>	1.006
Diptera	Culicidae	<i>Anopheles</i>	<i>sp</i>	1.038
Lepidoptera	Tineidae	<i>Tineola</i>	<i>bisselliella</i>	1.084
Diptera	Tephritidae	<i>Ceratitis</i>	<i>capitata</i>	1.063
Himenoptera	Formicidae	<i>Lasius</i>	<i>niger</i>	1.038
		Promedio		1.061

CIENCIA DE LAS PLANTAS

CONCLUSIONES

Se identificaron 13 órdenes, 40 familias, 45 géneros y 37 especies de insectos asociados en el cultivo de guayaba con 10 tipos de hábitos alimenticios, la familia de insectos Tephritidae fue la más común observada haciendo daño al fruto de la guayaba, la mayor abundancia de insectos fue

capturada por las trampas Pitfall-trap seguido de McPhail. Las familias de insectos con mayor abundancia y riqueza fueron, Muscidae, Lauxaniidae, Tephritidae, Apidae y Formicidae y no se encontró un alto índice de diversidad de insectos en guayaba.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrews, K. L. y Caballero, R. (1989). *Guía para el estudio de órdenes y familias de insectos de Centroamérica*. El Zamorano, Escuela Agrícola Panamericana.
- Antúnez, Y. S. (2018). *Identificación, diversificación y distribución temporal de insectos asociados al cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) en Catacamas, Honduras, 2016* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/3744/1/tnh10a636.pdf>
- Calderón Bran, F., Dardón, D., Liu, Y. M. y Lin, H. L. (2000). *Cultivo de guayaba tailandesa (Psidium guajava L.)*. ICTA; MITAC. <http://www.icta.gob.gt/publicaciones/Guayaba/Cultivo%20de%20Guayaba%20Tailandesa%202000.pdf>
- Cibrian-Tovar, D. (Ed.). (2017). *Fundamentos de entomología forestal*. Universidad Autónoma Chapingo. https://www.researchgate.net/profile/Dulce-Zetina/publication/337447577_Fundamentos_de_Entomologia_Forestal_Conacyt/links/5e5fdb42a6fdccbeba1c6b44/Fundamentos-de-Entomologia-Forestal-Conacyt.pdf
- Córdoba, J. A. (1985). Estudio especial de la Guayaba. *Revista Esso Agrícola*, 42(3), 41-46. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/704>
- García, M. A., Lin, H. y Chang, D. (2003). El cultivo de la guayaba taiwanesa. MAG.
- Herrera, N. A. (2021). *Identificación, diversidad y fluctuación temporal de insectos asociados al cultivo de aguacate (Persea americana (Mill)), Carazo 2019* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/4429/1/tnh10h565i.pdf>
- Jiménez-Martínez, E. S. y Rodríguez, F. O. (2014). *Insectos plagas de cultivos en Nicaragua*. Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/2700/1/NH10J61ip.pdf>
- Jiménez-Martínez, E. (2020). *Familia de insectos de Nicaragua*. Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/4172/1/nh10j61ed.pdf>
- Jiménez-Martínez, E. (2021). *Plagas de cultivos* (2 ed.). Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/4459/1/NH10J61pcs.pdf>
- Maes, J. (1998). *Catálogo de los insectos y artrópodos terrestres de Nicaragua*. GTZ.
- Mairena, C. y Jiménez-Martínez, E. (2017). Factores de diversidad y fluctuación poblacional de insectos asociados al cultivo de piña (Ananas comusus L. Merrill) en Ticuantepe, Nicaragua. *La Calera*, 17(28), 1-9. <https://doi.org/10.5377/calera.v17i28.6362>
- Mairena Vásquez, C. L. (2015). *Identificación y fluctuación poblacional de insectos asociados al cultivo de la piña (Ananas comusus L. Merrill) en Ticuantepe, Nicaragua* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/3363/1/tnh10m228.pdf>
- Marshall, S. (2008). *500 Insects a visual reference*. Firefly Books.
- Montano, R. G. y Bustamante, E. J. (2017). *Taxonomía, diversidad y distribución temporal de insectos asociados al cultivo de la maracuyá (Passiflora edulis Sims), en dos fincas de Sébaco, Matagalpa, 2016* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/3456/1/tnh10m765.pdf>
- Nunes, C. F. y Dávila M, L. A. (2004). *Taxonomía de las principales familias y subfamilias de insectos de interés agrícola en Nicaragua*. CIPROV.
- Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario Colombiano. (9 de noviembre de 2011). *Reportes Estadísticos, Cultivo de Guayaba*. <http://www.agronet.gov.co/agronetweb/AnalisisEstadisticas/tabid/73/Default.aspx>
- Sáenz, M. y De La Llana, A. (1990). *Entomología sistemática*. Universidad Nacional Agraria. <https://cenida.una.edu.ni/textos/NH10S127.pdf>
- Shannon, C. E., & Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. University of Illinois.
- Télez, M. y Jirón, V. M. (2014). *Identificación y variación poblacional de insectos asociados al cultivo de marango (Moringa oleifera L.) en Managua, Nicaragua durante los meses de noviembre 2012 a abril 2013* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/2756/1/tnh10t275i.pdf>

CIENCIA DE LAS PLANTAS

Desarrollo vegetativo del orégano (*Plecthranthus amboinicus* (Lour.) Spreng.) en tres sustratos a nivel de vivero empleando diferentes tamaños de bolsas

Vegetative development of oregano (*Plecthranthus amboinicus* (Lour.) Spreng.) in three substrates at the nursery level using different bag sizes

Francisco Giovanni Reyes Flores¹, Olivia Rosa Molina Ugarte²

¹ Docente de la Facultad de Recursos Naturales y el Ambiente, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4696-0942/francisco.reyes@ci.una.edu.ni>

² Graduada de la Carrera de Ingeniería Forestal, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6479-9788> / oliviamolina676@gmail.com
Universidad Nacional Agraria



RESUMEN

La presente investigación aborda aspectos morfológicos de la planta y se evalúa el comportamiento del desarrollo vegetativo del orégano (*Plecthranthus amboinicus* (Lour.) Spreng) a través del establecimiento de tallos a nivel de vivero utilizando un diseño de Bloque Completo al Azar, en un periodo de 90 días. Cada bloque estaba compuesto de 30 plantas, con tres repeticiones para un total de seis bloques con 180 plantas. Se efectuaron tres mediciones con intervalo de 30 días. Las variables fueron: sobrevivencia, número de hojas, altura de planta, longitud y ancho de hojas. Se utilizaron tres tipos de sustratos; 1) 100 % Suelo, 2) mezcla de 35 % suelo, 30 % arena, 30 % de bokashi y 5 % cal, 3) 35 % suelo, 35 % cascarilla de arroz y 30 % arena. En el laboratorio se calculó el porcentaje de biomasa en peso verde y seco (radicular y aéreo,) para comprobar el contenido de humedad de la planta. El sustrato bokashi presenta los mejores resultados en cuanto a materia orgánica y nitrógeno. El crecimiento de la planta fue mejor con el sustrato bokashi al obtener los mayores valores; en cuanto a la sobrevivencia de los tallos se registró un promedio general de 64 %, sin existir diferencia entre las factores ni en la interacción; en cuanto al número de hojas el sustrato bokashi en bolsa grande obtuvo 41 hojas, en longitud y ancho de la hoja se registraron 6.07 cm y 5.32 cm respectivamente, y 32.46 cm en altura de planta, todos estos resultados obtenidos en el contenido de humedad de las plantas fue mayor (86 %) con el sustrato bokashi.

Palabras clave: plantas medicinales, sobrevivencia y calidad de planta.

ABSTRACT

The present research addresses morphological aspects of the plant and evaluates the behavior of vegetative development of oregano (*Plecthranthus amboinicus* (Lour.) Spreng) through the establishment of stems at nursery level using a Randomized Complete Block design, over a period of 90 days. Each block was composed of 30 plants, with three replications for a total of six blocks with 180 plants. Three measurements were made at 30-day intervals. The variables were: survival, number of leaves, plant height, and leaf length and width. Three types of substrates were used; 1) 100 % soil, 2) a mixture of 35 % soil, 30 % sand, 30 % bokashi and 5 % lime, 3) 35 % soil, 35 % rice husk and 30 % sand. In the laboratory, the percentage of biomass in green and dry weight (root and aerial) was calculated to check the moisture content of the plant. The bokashi substrate presented the best results in terms of organic matter and nitrogen. Plant growth was better with the bokashi substrate when obtaining the highest values; in terms of stem survival, a general average of 64% was recorded, with no difference between the factors or in the interaction; in terms of the number of leaves, the bokashi substrate in large bag obtained 41 leaves, in length and width of the leaf, 6.07 cm and 5.32 cm were recorded respectively, and 32.46 cm in plant height, all these results obtained in the moisture content of the plants was higher (86%) with the bokashi substrate.

Key words: Medicinal plants, survival and plant quality.

CIENCIA DE LAS PLANTAS

La producción de plantas en vivero amerita como aspecto fundamental la correcta selección del sustrato en donde se propagarán y crecerán las plantas. La función primaria de un sustrato ya sea orgánico o inorgánico, es proporcionar un lugar de fijación para las plantas, así como un buen ambiente para el crecimiento de las raíces. Los tres elementos más importantes de un sustrato para un buen desarrollo son: oxígeno, agua y nutriente (Hidalgo *et al.*, 2009).

En la actualidad existe gran cantidad de materiales que se pueden utilizar para la elaboración de sustratos y selección de especies vegetales a ocupar, este último dependerá del tipo de especie, la época de siembra, el sistema de propagación, los costos de implementación y la disponibilidad de estas, lo fundamental es que el sistema en que se trabaja sea lo más efectivo posible.

Durante el establecimiento de los huertos caseros mixtos, se producen plantas para diferentes fines o usos, entre los más importantes se encuentran para el consumo humano, como plantas medicinales y otras que por su naturaleza le sean atribuibles. El objetivo de esta investigación es evaluar el crecimiento vegetativo del orégano, utilizando diferentes sustratos a nivel de vivero con dos tipos de bolsa (grande y pequeña), ya que se conocen pocos estudios relacionados con su comportamiento vegetal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del sitio de estudio. Esta investigación se realizó en el vivero del Departamento de Manejo de Bosque y Ecosistema de la Universidad Nacional Agraria (UNA) ubicada en el kilómetro 12 Carretera Norte en Managua, capital de Nicaragua. El vivero se ubica entre las coordenadas 12°08'49.60" y 12°08'50" de latitud Norte y 86°09'51.63" y 86°09'50" de longitud Oeste. Se encuentra a 60 msnm (Rivers, 2007).

Diseño experimental. Se estableció un ensayo en diseño de bloques completos al azar (BCA); los tratamientos fueron distribuidos de la siguiente forma: se establecieron tres bloques, cada uno contiene tres tipos de sustratos (Cuadro 1) conformados de la siguiente manera: 1) conformado por 100 % Suelo; 2) se combinó de la siguiente manera: 35 % suelo + 30 % arena + 30 % bokashi + 5 % cal (en adelante denominado Bokashi); 3) consistió en la combinación de 35 % cascarilla de arroz + 35 % suelo + 30 % arena (en adelante denominado como Cascarilla). Se emplearon dos tamaños de bolsas de polietileno una con medidas de 11 cm x 27 cm (bolsa grande) y 7 cm x 20 cm (bolsa pequeña). Ambos tamaños están conformados por 30 bolsas por sustrato y planta para un total de 180 bolsas. Se evaluaron las variables sobrevivencia (%), número de hojas, altura de planta (cm), longitud y ancho de hoja (cm).

Preparación de estacas. Las estacas de orégano (material vegetativo) se obtuvieron utilizando como patrón plantas vigorosa de 10 cm de largo con sus dos hojas terminales; estas se cortaron con una tijera realizando un corte transversal. Las estacas obtenidas se sembraron en las bolsas introduciéndolas 5 cm en el sustrato, como parte del manejo del ensayo, se realizó manejo de maleza en las bolsas y limpieza en el interior y fuera de los bancales; esta actividad se realizó durante tres meses que duró esta investigación.

Análisis de los sustratos. Para conocer el aporte nutricional se analizaron a nivel de laboratorio cada uno de los sustratos, muestreando al azar en cada uno de los bloques por tratamiento. Los resultados de algunos componentes de la fertilidad química de los sustratos se presentan en el Cuadro 1. De acuerdo con la interpretación de los resultados de laboratorio se obtiene lo siguiente: pH alcalino, nitrógeno clasificado como alto y la materia orgánica presenta valores entre medio y alto (1.75 % - 3.23).

Cuadro 1. Componentes químicos de los sustratos

Sustrato	pH	CO (%)	MO (%)	N (%)
Suelo	8.28	2.40	4.14	0.21
Bokashi + arena + suelo + cal	8.58	3.23	5.57	0.28
Cascarilla de arroz + suelo + arena	8.60	1.75	3.02	0.15

CO: Carbono orgánico, MO: Materia orgánica, N: Nitrógeno
Fuente: UNA-Laboratorio de Suelos y Agua, (2018).

Variables evaluadas

Sobrevivencia (%). El ensayo tuvo una duración de 90 días; esta variable se registró en tres momentos cada 30 días a partir de su establecimiento. En cada muestreo se hizo un conteo de las estacas que emitieron rebrotes y se consideraban como vivas.

Número de hojas (cm). Se realizó un conteo mensual del número de hojas por planta y por tratamiento en toda la fase del estudio. La variable lámina foliar se registró igualmente cada 30 días se tomaron datos utilizando una regla graduada en centímetros y midiendo el largo y el ancho de la hoja.

Altura de planta (cm). Igual que en los casos anteriores las mediciones se realizaron cada 30 días. Los datos de altura se registraron desde la base de la planta hasta el ápice del eje principal.

Longitud y ancho de hojas (cm). Se realizó una medición mensual de la longitud y ancho de la hoja por planta y por tratamiento en toda la fase del estudio. La variable se registró igualmente cada 30 días se tomaron datos utilizando una regla graduada en centímetros y midiendo el largo y el ancho de la hoja.

CIENCIA DE LAS PLANTAS

Diseño experimental y análisis estadístico. Se utilizó un diseño completo al azar en arreglo bifactorial; un factor fue el tamaño de la bolsa con dos niveles, bolsa grande y bolsa pequeña; el otro factor fue el sustrato con tres niveles: 1) conformado por 100 % suelo; 2) 35 % suelo + 30 % arena + 30 % bokashi + 5 % cal y 3) 35 % cascarilla de arroz + 35 % suelo + 30 % arena. Se describieron los datos utilizando el promedio y se realizó un Análisis de Varianza y separación de medias según Tukey considerando 95 % de confiabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sobrevivencia (%). La sobrevivencia de las estacas no difirió estadísticamente en ninguno de los factores ni en la interacción. El promedio general de sobrevivencia fue de 64 %.

Número de hojas. En términos de la interacción de los factores sustrato-bolsa, las diferencias resultaron ser significativas ($p < 0.0001$), determinándose los mayores promedios en el sustrato bokashi-bolsa grande (41.71±3.50) y en el sustrato suelo-bolsa grande (31.63±3.27). (Figura 1). en revisión de literatura se mencionan la descripción botánica de la hoja, sin embargo, no cuantifican el número de hojas por planta.

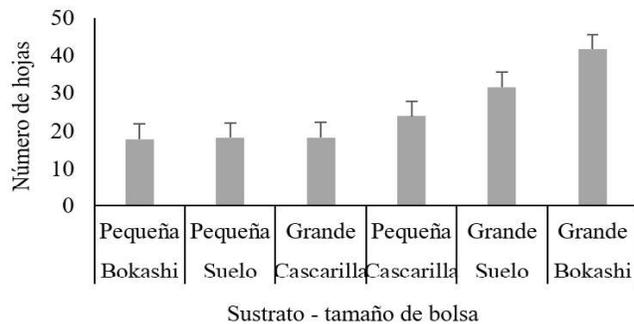


Figura 1. Número de hojas según sustrato y tipo de bolsa. (interacción de factores).

Ancho de hoja (cm). Se registraron diferencias significativas ($p < 0.072$), determinándose los mayores promedios en el sustrato bokashi-bolsa pequeña (5.31±0.32) y en el sustrato bokashi-bolsa grande (5.23±0.36) (Figura 2). Puccio (2018) registró un ancho de hoja entre 4 cm y 6 cm, bastante carnosas, y con mucha pubescencia, sin embargo, no menciona el tiempo y ni el tipo de sustrato empleado.

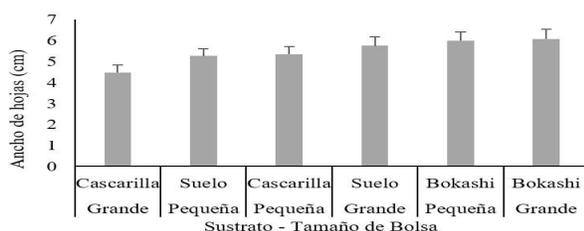


Figura 2. Ancho de hojas según sustrato y tipo de bolsas (interacción de factores).

Largo de hoja (cm). En términos de la interacción de los factores sustrato -bolsa, se registran diferencias significativas, obteniendo los mayores promedios en el sustrato bokashi -bolsa grande (6.07±0.45) y en el sustrato bokashi -bolsa pequeña (5.99±0.40); el resto de las combinaciones presentaron menores valores (Figura 3). Según Puccio (2018), las hojas alcanzan entre 4 cm a 8 cm de largo, datos similar a lo registrados en esta investigación.

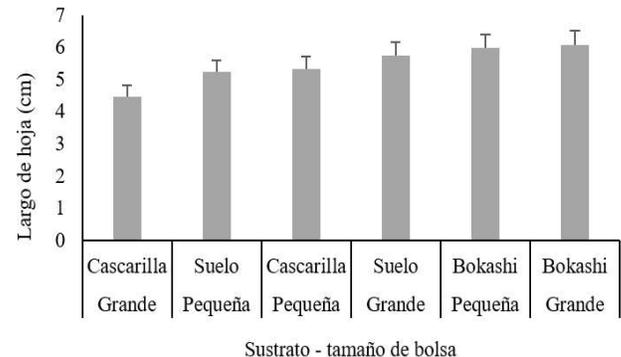


Figura 3. Largo de la hoja de hojas por sustrato y tamaño de bolsas (interacción de factores).

Altura de planta (cm). No se registran diferencias estadísticas entre los factores ni en la interacción por lo que se compara los resultados del sustrato bokashi.

La altura registrada con este en función de los dos tamaños de bolsas (grande y pequeña), no presenta diferencias significativas en ninguno de los momentos de evaluación ($p = 0.17, 0.44$ y 0.46 respectivamente).

Se observa en la Figura 4 un crecimiento en los dos tipos de bolsas con valores similares a los 90 días en el sustrato bokashi que alcanza mayor altura en comparación con los otros sustratos. De acuerdo con (Puccio, 2018) la altura de planta de orégano alcanza entre 30 cm y 90 cm, aunque no se menciona el periodo de tiempo ni el tipo de sustrato para alcanzar dicha altura. En estudio realizado por Sevilla (2005) en cinco fincas de San Francisco libre, Managua, Nicaragua, en el que se evaluó la altura del orégano utilizando diferentes sustratos, registra durante las primeras fases de crecimiento entre 5.1 cm a 10 cm con sustrato de estiércol y de 7.2 cm a 14.3 cm utilizando solo suelo.

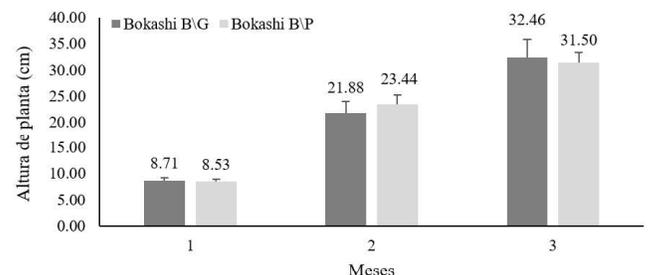


Figura 4. Altura de la planta (cm) por influencia de Bokashi y tipo de bolsa según momento de muestreo.

CIENCIA DE LAS PLANTAS

CONCLUSIÓN

El mejor crecimiento vegetativo del orégano lo presenta el sustrato compuesto de 35 % suelo + 30 % arena + 30 %

bokashi + 5 % cal usando bolsa grande, obteniendo los mejores valores en cuanto a la altura de planta y número de hojas, lo que sugiere su uso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Hidalgo Loggiodice, P. R., Sindoni Vielma, M., y Méndez Natera, J. R. (2009). Importancia de la selección y manejo adecuado de sustratos en la producción de plantas frutales en vivero. *Revista UDO Agrícola*, 9(2), 282-288. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3308197.pdf>
- Puccio, P. (2018). *Plectranthus amboinicus*. Monaco Nature Encyclopedia. <https://www.monaconatureencyclopedia.com/plectranthus-amboinicus-2/?lang=es>
- Rivers, E. (2007). *Incidencia del virus del mosaico del dasheen (dsmv) y producción de plantas libres del virus en malanga (Colocasia spp.)* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional UNA. <http://repositorio.una.edu.ni/2025/1/tnh20r622.pdf>
- Sevilla Romero, E. (2005). *Comportamiento del crecimiento y desarrollo de 10 especies medicinales bajo dos tipos de tratamientos, en la Comunidad de Pacora, San Francisco Libre*. [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/1060/1/tnf40s511.pdf>

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

Aplicación del modelo hidrológico SWAT en unidades hidrográficas de Nicaragua: Simulación del escurrimiento superficial

Application of hydrological model SWAT in hydrographic units in Nicaragua: Simulation of surface runoff

Mariann José Espinoza Acuña¹, Carlos Ramón Zelaya Martínez²

¹ Ingeniera forestal, Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8862-8297/mjea_nic@hotmail.com; mariann.espinoza@ci.una.edu.ni

² PhD en Medio ambiente y Ciencias del Suelo. Centro Internacional de Agricultura Tropical. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6025-7404/c.r.zelaya@cgiar.org>

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



RESUMEN

Los recursos hídricos son los más sensibles ante los efectos del Cambio Climático, por lo que la valoración de su estado resulta indispensable para el bienestar de la población nicaragüense. Con el propósito de generar información cuantitativa sobre la dinámica del escurrimiento superficial para orientar la priorización de gestión integral en las cuencas con déficit hídrico, se estimó el escurrimiento superficial de las unidades hidrográficas de Nicaragua con el modelo hidrológico SWAT. El análisis se efectuó considerando tres combinaciones de escenarios climáticos y usos de la tierra: primero, con el clima del periodo 1988-2017 con uso de la tierra del 2015; el segundo, el escenario climático pesimista (RCP 8.5) del periodo 2040-2069 con uso de la tierra del 2015; y el último, el escenario climático pesimista (RCP 8.5) del periodo 2040-2069 con una propuesta de sustitución de las superficies agropecuarias en pendientes mayores a 15 % por sistemas agroforestales y silvopastoriles. En total se simularon 66 unidades hidrográficas, de las cuales 29 presentaron una respuesta hidrológica deficitaria. En el periodo 1988-2017 el escurrimiento superficial varió de 65.5 a 497.9 mm y de 70.76 a 689.76 mm en el periodo 2040-2069. Con la propuesta de uso de la tierra, se espera que la escorrentía varíe de 36.57 a 683.9 mm, reflejando una disminución media de 70.27 mm. A partir de estas variaciones se concluyó que las unidades de mayor prioridad a ser manejadas son las que se encuentran en Madriz, Nueva Segovia, Estelí y Matagalpa, ubicadas dentro del corredor seco.

Palabras claves: escorrentía, simulación hidrológica, escenario climático, gestión integral de cuencas.

Abreviatura: SWAT: Herramienta de Evaluación de Suelo y Agua.

ABSTRACT

Water resources are the most sensitive to the effects of Climate Change, so the assessment of their resulting state is essential for the well-being of the Nicaraguan population. In order to generate quantitative information on the dynamics of surface runoff to guide the prioritization of comprehensive management in watersheds with water deficit, the surface runoff of hydrographic units in Nicaragua was estimated with the SWAT hydrological model. The analysis was carried out considering three combinations of climatic scenarios and land uses: first, with the climate of the period 1988-2017 with land use of 2015; the second, the pessimistic climate scenario (RCP 8.5) for the period 2040-2069 with land use from 2015; and the last one, the pessimistic climate scenario (RCP 8.5) for the period 2040-2069 with a proposal to replace agricultural areas on slopes greater than 15 % by agroforestry and silvopastoral systems. In total, 66 hydrographic units were simulated, of which 29 presented a deficient hydrological response. In the 1988-2017 period, surface runoff varied from 65.5 to 497.9 mm and from 70.76 to 689.76 mm in the 2040-2069 period. With the land use proposal, runoff is expected to range from 36.57 to 683.9 mm, reflecting an average decrease of 70.27 mm. Based on these variations, it was concluded that the highest priority units to be managed are those located in Madriz, Nueva Segovia, Estelí and Matagalpa, located within the dry corridor.

Key words: Hydrological simulation, climate scenario, Integrated watershed management.

Abbreviation: SWAT: Soil and water Assessment Tool.



RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

Los recursos hídricos son imprescindibles para el sostén de la vida, y su disponibilidad cada vez se encuentra condicionada por los efectos del Cambio Climático. “Un clima variable y cambiante, en donde existen incertidumbres con respecto a las condiciones extremas futuras, requiere de mayor cantidad, calidad y accesibilidad de la información que apoye el proceso de planeación y toma de decisiones” (Agua y Cambio Climático de las Américas, 2012, p. 6).

El Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [IPCC] (2020) afirma que:

La probabilidad, intensidad y duración de muchos fenómenos extremos pueden verse modificadas significativamente por cambios en las condiciones de la tierra, incluidos los fenómenos relacionados con el calor como las olas de calor (nivel de confianza alto) y los episodios de precipitaciones intensas (nivel de confianza medio) ... Se prevé que el cambio climático altere las condiciones de la tierra... En las zonas tropicales donde se proyecta un aumento de la precipitación, un mayor crecimiento de la vegetación reducirá el calentamiento regional (nivel de confianza medio). Unas condiciones más secas del suelo a raíz del cambio climático pueden aumentar la gravedad de las olas de calor, mientras que unas condiciones más húmedas del suelo tienen el efecto contrario (nivel de confianza alto). (p. 13)

Según Webster *et al.* (2001) los recursos hídricos superficiales de Nicaragua son altamente estacionales y su distribución es desigual. La región oriental del país correspondiente a las Regiones Autónomas de la Costa Caribe posee una sobreabundancia de agua superficial, mientras que la mitad occidental, en donde se encuentra aproximadamente el 90 % de la población, la disponibilidad del agua superficial es altamente estacional.

El presente estudio tiene como objetivo evaluar el comportamiento de las aguas superficiales de Nicaragua mediante la estimación del escurrimiento superficial de las cuencas hidrográficas en dos periodos representativos de los años 2015 y 2050 mediante el modelo hidrológico Soil and Water Assessment Tool (SWAT). El propósito es proveer insumos que permita identificar las unidades hidrográficas deficitarias cuya gestión integral debe ser prioritaria, con el fin de contribuir a la resiliencia de la población rural nicaragüense y restauración y conservación de los recursos naturales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Unidades hidrológicas seleccionadas para el estudio. “El mapa de Cuencas Hidrográficas de Nicaragua de acuerdo con la formación orográfica bien definida del territorio nacional, clasifica al país en seis Cuencas Hidrográficas” (INETER *et al.*, 2014, p. 4) Siendo este el punto de partida, INETER *et al.*

(2014) delimitó unidades hidrográficas en todas las cuencas hasta el Nivel 6, a excepción de la cuenca hidrográfica de El Pacífico, que fue delimitada desde el Nivel 6 hasta el Nivel 8. Considerando el tamaño de las cuencas, se seleccionaron 66 unidades hidrográficas: 63 unidades de Nivel 5, y tres de Nivel 6. Estas tres últimas corresponden a la cuenca de El Pacífico, que por su topografía está delimitado como una única cuenca en Nivel 5.

Modelo hidrológico aplicado. Los modelos hidrológicos representan de manera sencilla los procesos hidrológicos que ocurren dentro de una cuenca. “Su capacidad predictiva depende de cómo los construimos y cómo los aplicamos, y la calidad de las predicciones es generalmente consistente con la calidad de nuestra comprensión del sistema y del modelo que lo representa” (Cabrera, 2017, p. 1).

“SWAT es un modelo completo que requiere una diversidad de información para poder ejecutarse. Muchos de los datos de entradas son usados para simular características especiales que no son comunes para todas las cuencas” (Arnold *et al.*, 2012, p. 1). Este permite cuantificar el impacto de las prácticas de manejo de la tierra sobre el agua en cuencas grandes con características de suelos, condiciones de uso y manejo de la tierra variables durante largos periodos de tiempo, resultando en una herramienta importante para estimar el aporte de agua a la red de drenaje y al acuífero.

Tapasco *et al.*, (2015) indica que el modelo está conformado por un conjunto de submodelos, los cuales se emplean para simular distintos procesos hidrológicos. SWAT está basado en la ecuación general de balance hídrico.

$$SW_t = SW_0 + \sum_{i=1}^t R_{day} - Q_{surf} - E_a - W_{seep} - Q_{qw}$$

Donde:

SW_t: contenido final de agua en el suelo (mm)

SW₀: contenido de agua inicial en el día i (mm) en el tiempo t (día);

R_{day}: cantidad de precipitación en el día i (mm);

Q_{surf}: escorrentía superficial en el día i (mm);

E_a: evapotranspiración en el día i (mm);

W_{seep}: cantidad de agua que entra en la zona no saturada del perfil en el suelo en el día i (mm);

Q_{qw}: cantidad de flujo de retorno en el día i (mm)

SWAT parte de la delimitación de superficies con los mismos atributos de uso y manejo de la tierra, tipo de suelo y pendiente, denominados Unidades de Respuestas Hidrológicas (HRUs). A partir de estas, estima el escurrimiento, las cuales son calculados de manera individual por unidad y luego sumados para determinar el aporte de agua en la unidad hidrográfica.

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

Insumos del modelo hidrológico. SWAT requiere de la siguiente información para simular el comportamiento hidrológico de una cuenca:

- Modelo de elevación digital Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) con una resolución de un arcosegundo (30 metros), obtenido de la página web del U.S. Geological Survey (USGS), para calcular las pendientes.
- Información geoespacial de la cobertura forestal del año 2015 con una resolución de un arcosegundo, generado por Instituto Nacional Forestal (INAFOR).
- Información geoespacial de los subórdenes de suelos presentes en Nicaragua, generado por INETER y la Universidad Nacional Agraria (UNA), e información fisicoquímica de los suelos de la Base de Datos Armonizada de los Suelos del Mundo (HWSD) de la FAO/UNESCO.
- Registro histórico de 17 estaciones meteorológicas de INETER, con información diaria de precipitación y temperaturas para el período 1963-2009 y datos del 2010 al 2017 proveniente de WorldClim v2 en formato raster a una resolución de 30 arcosegundos y del Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data (CHRIPS) con resolución de 180 arcosegundos.
- Información climática bajo escenario climático pesimista RCP 8.5 (Senda Representativa de Concentración 8.5) de las 17 estaciones para el periodo 2040-2069 obtenido del generador climático MarkSim del Consultive Group on International Agricultural Research (CGIAR).

Análisis de la información. Se realizaron tres modelaciones en las unidades hidrográficas para comparar el escurrimiento superficial en distintas combinaciones de condiciones climáticas y uso de la tierra, considerando:

1. El uso de la tierra del año 2015 con el registro histórico de clima.
2. El uso de la tierra del año 2015 con los datos de clima futuro bajo el escenario pesimista (RCP 8.5)
3. El uso de la tierra del año 2015 con sustitución de las superficies agropecuarias en pendientes mayores a 15 % por sistemas agroforestales (SAFs) y los datos de clima futuro bajo el escenario pesimista (RCP 8.5)

La modelación con la propuesta de uso se realizó solamente en unidades hidrográficas deficitarias, donde la precipitación es menor a la evapotranspiración ($P-ET < 0$) con el propósito de identificar evidencias de incremento en el aporte de agua a la red hídrica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De 66 unidades hidrográficas analizadas, 29 presentaron una condición hidrológica donde las pérdidas de agua por evaporación y transpiración no son compensadas con las precipitaciones ($P-ET < 0$), implicando que el aporte de agua

a la red hídrica está condicionado por la variabilidad de las precipitaciones y temperaturas de la región. Las unidades hidrográficas con déficit más acentuado son las 953385, 95168, 95169 y 95166, ubicadas dentro del corredor seco (Cuadro 1).

Cuadro 1. Unidades hidrográficas deficitarias de Nicaragua según su precipitación y evapotranspiración

CH	UH	P-ET (mm)		CH	UH	P-ET (mm)	
		2015	2050			2015	2050
Río Coco	95168	-600.90	-521.20	Río San Juan	95291	-429.40	-85.90
	95169	-595.70	-647.50		95292	-407.50	-340.40
	95166	-591.30	-670.70		95256	-344.00	-288.50
	95167	-374.70	-287.20		95253	-341.80	-286.80
	95165	-345.20	-279.70		95255	-320.70	-261.10
Río Grande de Matagalpa	95164	-170.80	-4.40	95298	-314.70	-161.00	
	95186	-254.90	-182.50	95295	-294.10	-332.20	
	95184	-68.50	76.60	95258	-239.50	-109.70	
	95189	-16.50	-23.50	95296	-164.60	20.60	
	95188	-13.30	101.80	95293	-143.40	-54.10	
Pacífico	95187	-8.70	105.50	95259	-137.10	66.10	
	95185	-5.10	108.40	95297	-122.90	-61.80	
	953385	-611.00	-670.70	95294	-69.80	-243.30	
	953376	-147.50	138.40	95257	-57.80	135.50	
	953375	-100.90	192.70				

CH: Cuenca hidrográfica; UH: Unidad hidrográfica; P: Precipitación; ET: Evapotranspiración.

Bajo el escenario climático pesimista para el año 2050 se espera que el aporte de las unidades a los cuerpos de agua disminuya, sin embargo, nueve unidades podrían reflejar un cambio en su comportamiento hidrológico, clasificándose como unidades que aportan.

Este cambio en las unidades aledañas a las Regiones Autónomas de las Costa Caribe y en la región de El Pacífico podría deberse al aumento de la intensidad de las precipitaciones en la región oriental que se prevé con el escenario pesimista y al nivel seleccionado para el análisis en la región occidental, puesto que las tres unidades localizadas en el occidente (953385, 953376 y 95296) abarcan toda la zona costera de El Pacífico, induciendo a presentar una respuesta hidrológica de aporte al caudal, posiblemente por incremento de precipitaciones convectivas (Figura 1).

Blenkinsop *et al.* (2021) afirman que los eventos extremos se han vuelto más frecuentes e intensos a nivel mundial a lo largo del siglo pasado, sin embargo, la escasez de registros suficientemente largo en muchas áreas, como ocurre en Nicaragua, ha impedido estudiar los cambios globales en los eventos extremos de corta duración. (p. 2)

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

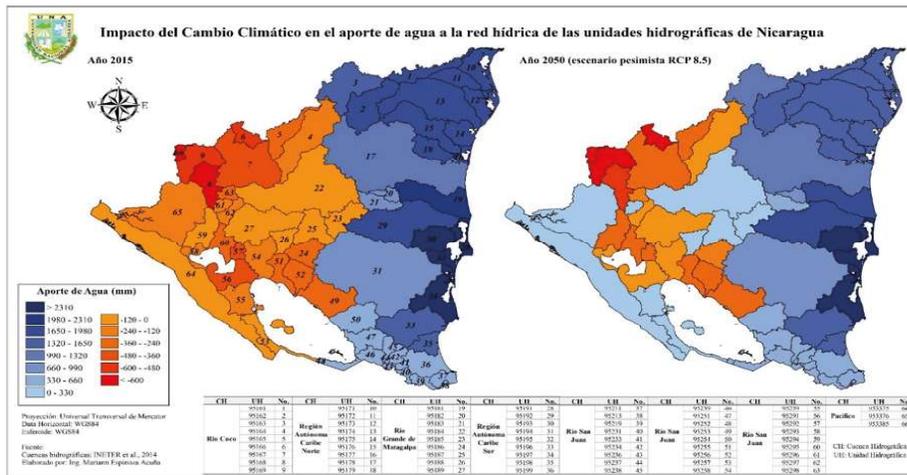


Figura 1. Aporte de agua a la red de drenaje de las unidades hidrográficas de Nicaragua.

En el Cuadro 2 se presentan los resultados de escurrimiento superficial para cada unidad hidrográfica deficitaria, expresado en milímetros por año. Se observa que para el año 2015 los escurrimientos varían entre 65.50 a 497.90 mm año⁻¹, mientras que, en el 2050 bajo escenario ta, variarán entre 70.76 mm año⁻¹ y 689.57 mm año⁻¹, traducido a

Cuadro 2. Escurrimiento superficial en las unidades hidrográficas.

Cuenca	Unidad hidrográfica	Escurrimiento superficial (mm año ⁻¹)			AP a SAF (%)
		2015	2050	2050*	
El Pacifico	953375	446.61	660.42	644.28	5.30
	953376	404.37	606.64	580.29	14.41
	953385	104.53	70.76	36.57	29.24
	Media	318.50	445.94	420.38	
	S	186.51	326.03	333.93	
Rio Coco	95164	189.44	302.98	209.21	15.34
	95165	171.19	242.86	135.30	38.08
	95166	155.82	162.39	79.08	45.30
	95167	224.30	343.39	199.13	37.89
	95168	112.51	198.22	141.97	25.06
	95169	65.50	73.09	44.58	20.36
	Media	153.13	220.49	134.88	
S	56.65	97.99	64.76		
Rio Grande de Matagalpa	95184	349.26	526.87	418.34	23.91
	95185	344.03	502.31	407.61	22.88
	95186	293.65	422.57	317.32	30.48
	95187	368.27	531.43	363.81	27.41
	95188	346.40	502.01	340.07	26.12
	95189	296.49	431.36	302.01	24.94
	Media	333.02	486.09	358.19	
S	30.63	47.47	47.43		
rio San Juan	95253	300.28	428.61	414.00	10.44
	95255	321.20	461.44	348.86	27.12
	95256	255.19	373.31	318.59	21.26
	95257	497.90	689.76	683.90	5.14
	95258	276.12	456.88	361.07	22.32
	95259	363.50	540.54	530.11	3.70
	95291	272.43	556.10	547.10	1.57
	95292	150.96	243.53	233.53	6.12
	95293	269.72	278.22	275.98	3.56
	95294	347.87	332.01	311.03	14.02
	95295	158.81	237.54	235.82	8.64
	95296	237.68	395.24	208.59	34.07
	95297	213.40	327.98	239.50	19.34
95298	244.60	410.28	333.13	30.19	
Media	279.26	409.39	360.08		
S	88.04	127.41	139.41		
Media global	268.35	389.96	319.33		
S global	104.38	160.95	166.36		

S: Desviación estándar; *: Con propuesta de uso; AP a SAF: Porcentaje de superficie agropecuaria sustituida por sistemas agroforestales.

un incremento medio de 121.61 mm entre el año 2015 y 2050.

Las unidades ubicadas cerca, parcial o totalmente dentro del corredor seco, son las que presentan los menores valores de escurrimiento superficial, debido a la disminución de las precipitaciones anuales estimadas con el escenario pesimista.

Las unidades hidrográficas que presentan los mayores incrementos son 95291, 953375, 953376, 95257 y 95285, correspondientes a las unidades de las cuencas del Pacífico y Río San Juan, unidades que se verán más afectadas por eventos extremos según los escenarios de cambio climático.

Los aumentos de las intensidades de las precipitaciones y la disminución de su frecuencia y duración bajo el escenario pesimista contribuyen al incremento del escurrimiento superficial, y a la pérdida de suelos por erosión hídrica, lo que afecta a la profundidad efectiva y capacidad productiva de los suelos.

Contrastando los resultados con el escenario pesimista (Figura 2), en el año 2050 sin y con propuesta de cambio de uso de la tierra, se evidenció una tendencia de disminución del escurrimiento superficial (1.72 a 186.65 mm menos) si se transitara de superficies agropecuarias en pendientes mayores a 15 % a sistemas agroforestales (SAFs) o silvopastoriles.

Ríos *et al.* (2006) indica que:

Los incrementos en la cobertura arbórea contribuyen a disminuir la escorrentía superficial con la consecuente disminución del potencial de erosión hídrica. La escorrentía superficial podría reducirse notablemente al transformar pasturas nativas sobrepastoreadas en pasturas mejoradas arborizadas... La cobertura arbórea, más que la herbácea, contribuye a incrementar la infiltración en el suelo... Los sistemas silvopastoriles brindan beneficios hidrológicos al contribuir a la infiltración y disminuir la escorrentía superficial en los mantos acuíferos de zonas de recarga, lo que beneficia la recarga y sustento del agua subterránea. (p. 70)

En el año 2050 con el incremento del componente arbóreo en las áreas productivas, el escurrimiento variaría entre 36.57 mm año⁻¹ y 683.9 mm año⁻¹, lo que representa una reducción promedio

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

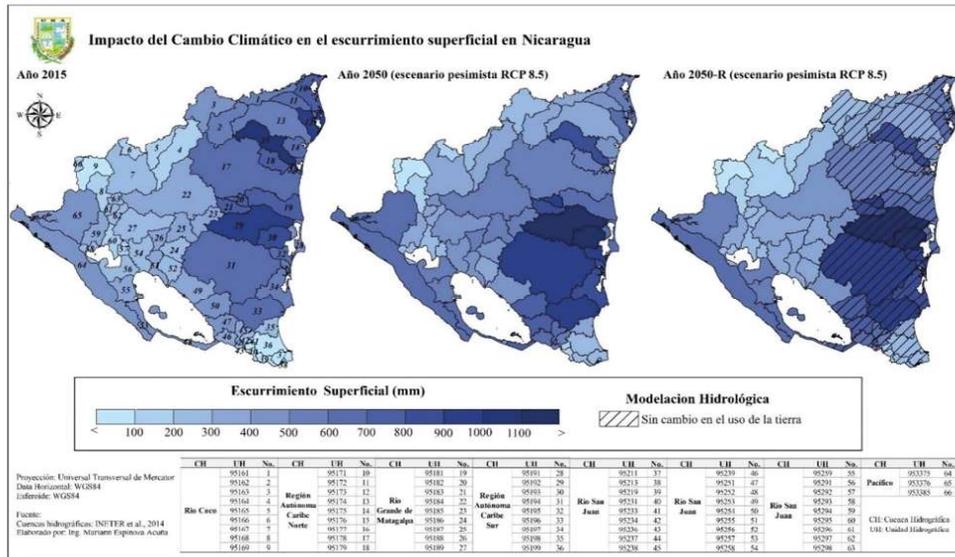


Figura 2. Influencia del cambio climático y el cambio del uso de la tierra en el escurrimiento superficial en las unidades hidrográficas de Nicaragua.

de 70.27 mm. Las unidades que presentan reducciones significativas en el escurrimiento superficial son la 95296, 95187, 95188 y 95167; estas presentan entre el 26.12 % y 37.89 % de sus superficies con usos agropecuarios en laderas, las cuales fueron sustituidas en la modelación por SAFs.

Las unidades hidrográficas 95295, 95293, 95257, 95291, 95292, y 95259 correspondientes a la cuenca del Rio San Juan, fueron las que presentaron las menores reducciones en escurrimiento con la propuesta de uso (SAF), por presentar menos del 10 % de su superficie ocupada con usos agropecuarios en laderas, sumado a esto presentan pendientes predominantes menores de 15 %, por lo que deben valorarse estrategias de conservación de suelos y agua que permitan aprovechar el escurrimiento superficial sin generar perturbación al suelo.

CONCLUSIONES

La modelación con SWAT permitió identificar las unidades hidrográficas que por sus características no aportan agua a la red de drenaje, siendo estas las unidades ubicadas en las regiones del Pacífico, Norcentral y Central de Nicaragua. Por la ubicación geográfica y distribución de las precipitaciones en las cuencas de las Regiones Autónomas del Caribe, no presentan unidades hidrográficas deficitarias, sin embargo, no están exentas de ser afectadas por eventos climáticos extremos que ocasionen inundaciones.

Con el modelo hidrológico Soil and Water Assessment Tool se confirmó que bajo un escenario pesimista (RCP 8.5), los escurrimientos superficiales presentarán una tendencia

de aumento, y que estos podrían ser aminorados si se incorporara el componente forestal en las superficies agropecuarias en pendientes mayores del 15 %; evidenciando de esta manera que los sistemas agroforestales y silvopastoriles son los usos que permitirían contribuir a la resiliencia de las comunidades rurales nicaragienses ante el cambio climático, por ofrecer mayores beneficios a la población y a la unidad hidrográfica como tal, como reducción de las pérdidas de agua por evaporación, protección de los suelos ante la erosión, reducción de azolve de los cuerpos de agua, aumento al aporte a la recarga hídrica y contribución a la seguridad

alimentaria.

Las unidades que por su respuesta hidrológica clasificaron como deficitarias y que deben ser priorizadas para el diseño de Planes de Manejo Integrado de Cuencas, se encuentran ubicadas dentro del corredor seco de Nicaragua, en los municipios de Madriz, Nueva Segovia, Estelí y Matagalpa. Las unidades pertenecientes a la cuenca del Rio San Juan son las que requieren mayor atención, debido a que, si bien las pendientes dominantes no son muy inclinadas ni escarpadas, estas presentaron las mayores tasas de escurrimiento superficial debido a la disminución de la cobertura forestal y al incremento de las precipitaciones con mayor intensidad y menor duración que se espera con el escenario pesimista.

AGRADECIMIENTO

La autora agradece a todas las personas que con su invaluable aporte hicieron posible este estudio, principalmente: a la Dra. Martha Orozco de la Universidad Nacional Agraria y al Dr. Carlos Zelaya del Centro Internacional de Agricultura Tropical, por compartir sus conocimientos y experiencias sobre hidrología, edafología y climatología. A Dr. Raghavan Srinivasan y Dr. Charles Allan Jones, profesores de la Universidad de Texas A&M, que estuvieron a disposición para atender dudas referentes al modelo hidrológico Soil and Water Assessment Tool. Y al maestro Ernesto Tünnermann (q.e.p.d.), maestro ejemplar, que, sin su contribución como revisor y su apoyo incondicional, no hubiese sido posible culminar este artículo.

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Agua y Cambio Climático de las Américas. (2012). *Agua y Adaptación al Cambio Climático en las Américas: soluciones del dialogo regional de politicas (drp)*. <https://es.slideshare.net/wiriana/agua-y-adaptacin-al-cambio-climtico-en-las-americas-soluciones-del-dialogo-regional-de-politicas-drp-14486587>
- Arnold, J., Kiniry, J., Srinivasan, R., Williams, J., Haney, E., & Neitsch, S. (2012). *Soil & Water Assessment Tool: Input/Output Documentation*. Texas Water Resources Institute. <http://swat.tamu.edu/media/69296/SWAT-IO-Documentation-2012.pdf>
- Blenkinsop, S., Muniz Alves, L., & Smith, A. J. (2021). *Climate change increases extreme rainfall and chance of floods*. *ScienceBrief Review*. https://sciencebrief.org/uploads/reviews/ScienceBrief_Review_RAINFALL_Jun2021.pdf
- Cabrera, J. (2017). *Modelos hidrológicos*. Universidad Nacional de Ingeniería. http://www.imefen.uni.edu.pe/Temas_interes/modhidro_1.pdf
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales; Autoridad Nacional del Agua; Universidad Nacional de Ingeniería; Sociedad Alemana de Cooperación Internacional - Programa de Asistencia Técnica en Agua y Saneamiento. (2014). *Cuencas hidrográficas de Nicaragua bajo la metodología Pfafstetter*. http://proatas.org.ni/media/flatpages/Album_Cuencas_Nic_res_reduc.pdf
- Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2020). *El cambio climático y la tierra*. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2020/06/SRCCL_SPM_es.pdf
- Ríos, N., Cárdenas, A. Y., Andrade, H. J., Ibrahim, M., Jiménez, F., Sancho, F., Ramírez, E., Reyes, B. y Woo, A. (2006). Escorrentía superficial e infiltración en sistemas ganaderos convencionales y silvopastoriles en el tropico subhmedo de Nicaragua y Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* (45), 66-71. <http://www.sidalc.net/repdoc/A6009e/A6009e.pdf>
- Tapasco, J., Quintero, M., Uribe, N., Valencia, J., Calderón, S., Romero, G., Ordoñez, D. A., Álvarez, A., Sánchez-Aragón, L. y Ludeña, C. E. (2015). *Impactos económicos del Cambio Climático en Colombia: Recursos Hídricos*. Banco Internacional de Desarrollo. <https://publications.iadb.org/es/publicacion/15521/impactos-economicos-del-cambio-climatico-en-colombia-recurso-hidrico>
- Webster, T., Markley, B. y Roebuck, L. (2001). *Evaluación de Recursos de Agua de Nicaragua*. Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos de América. <https://www.sam.usace.army.mil/Portals/46/docs/military/engineering/docs/WRA/Nicaragua/WRA%20SPANISH.pdf>

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

Determinación de la asociación de las especies (*Ophiocomina nigra* y *Arbacia lixula*), del Phylum Echinodermata, en función de variables físico-químicas en estratos rocosos del Refugio de Vida Silvestre, Rio Escalante-Chacocente

Determination of the association of species (*Ophiocomina nigra* and *Arbacia lixula*), Phylum Echinodermata, based on physical-chemical variables in rocky strata of the Wildlife Refuge, Rio Escalante-Chacocente

Luz Esmelda Reynosa Ruiz¹, Heraldo Salgado Arauz², Karol López Aburto³

¹ MSc. Gestión Ambiental, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4553-5933> / lereynosa@ci.una.edu.ni

² Lic. Ecología y desarrollo, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9027-7526> / harauz@ci.una.edu.ni

³ Ing. Recursos Naturales, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0074-0669> / daniela.lopez@est.una.edu.ni

Universidad Nacional Agraria



RESUMEN

El presente estudio se realizó en la zona intermareal en el Refugio de Vida Silvestre- Río Escalante Chacocente, municipio de Santa Teresa. Su objetivo principal es la determinación de la asociación de las especies *Arbacia lixula* y *Ophiocomina nigra* en función de variables físico-químicas en estratos rocosos. Se cuantificó la diversidad de las especies *Arbacia lixula* y *Ophiocomina nigra*, mediante índices de diversidad biológica, equitabilidad, riqueza específica y su distribución en ecosistemas rocosos mediante Patrones de distribución Espacio Temporal. Los muestreos se realizaron en dos épocas (seca y lluviosa), de enero a junio en el año 2018, en 5 estratos rocosos en la playa de Chacocente. La recolección de las muestras se realizó a través de un marco metálico de 1 m². Se determinó las variables físico-químicas (Temperatura, Salinidad, pH y OD). La estructura comunitaria de los ecosistemas estuvo conformada por 3 Phylum: Echinodermata (Clase Echinoidea y Ophiuroidea), Mollusca (Clase Bivalvia y Gasterópoda) y Arthropoda (Clase Malacostraca), teniendo 26485 organismos en las dos épocas de muestreo. La menor densidad, se encontró en la época seca (2.99 ind/m²) y la mayor en invierno con 3.5 ind/m². La abundancia y distribución de las especies fue heterogéneo en los estratos rocosos. Con el índice de Jaccard y Morisita-Horn, presentaron alta similitud entre los estratos rocosos. La especie más abundante fue la *Arbacia lixula*, teniendo mayor capacidad de adaptación a los diferentes cambios que ocurren en los ecosistemas rocosos que la *Ophiocomina nigra*. En cuanto a la composición, distribución y asociación de las especies presentaron relación con las variables fisicoquímicas del agua, mar, en donde las variaciones

ABSTRACT

This study was carried out in the intertidal zone in the Escalante Chacocente River Wildlife Refuge, Santa Teresa municipality. Its main objective is the determination of the association of the species *Arbacia lixula* and *Ophiocomine nigra* based on physical-chemical variables in rocky strata. The diversity of the species *Arbacia lixula* and *Ophiocomina nigra* was quantified, through indexes of biological diversity, horseback riding, specific wealth and their distribution in rocky ecosystems through Temporal Space distribution patterns. Sampling was carried out at two times (Dry and Rainy), from January to June in 2018, in 5 rocky strata on Chacocente Beach. The samples were collected through a 1 m² metal frame. Physical-chemical variables (Temperature, Salinity, pH and OD) were determined. The community structure of the ecosystems consisted of 3 Phylum: Echinodermata (Class Echinoidea and Ophiuroidea), Mollusca (Class Bivalvia and Gasteropoda) and Arthropoda (Malacostraca Class), having 26485 organisms in the two sampling times. The lowest density was found in the dry season (2.99 ind/m²) and the largest in winter with 3.5 ind/m². The abundance and distribution of species was heterogeneous in the rocky strata. With the Jaccard and Morisita-Horn index, they had high similarity between the rocky strata. The most abundant species was *arbacia lixula*, having greater ability to adapt to the different changes that occur in rocky ecosystems than *Ophiocomine nigra*. As for the composition, distribution and association of species they related to the physicochemical variables of seawater, where variations and fluctuations determine that both species adapt perfectly to changes, allowing them to be associated. As for

Recibido: 18 de febrero del 2021

Aceptado: 20 de enero de 2022



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 edgardo.jimenez@ci.una.edu.ni

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

y fluctuaciones determinan que ambas especies se adaptan perfectamente a los cambios, permitiéndoles asociarse. En cuanto a su importancia ecológica, estas especies, son buenos indicadores de la calidad ecosistémica, permitiendo el reclutamiento de nuevas especies en los ecosistemas rocosos.

Palabras claves: estratos rocosos, *Echinoidea*, *Ophiuroidea*.

Los ecosistemas marinos se han caracterizado por albergar una gran diversidad de especies, sin embargo están sujetos a múltiples perturbaciones tanto antrópicas como naturales, estas están bajo la influencia de diversas actividades humanas como las pesquerías no reguladas, la contaminación, la destrucción de hábitats, y recientemente, el cambio climático inducido por la emisión de gases de invernadero, lo cual, todos estos agentes han provocado cambios en el medio ambiente y una aceleración en la pérdida de la biodiversidad a nivel mundial; además de alteración de los procesos que ocurren en los ecosistemas, su funcionamiento y los servicios que le proveen a la humanidad (Rojas, 2015).

Según Ibarra (2016), la fauna bentónica ha sido influenciada en función del tamaño de su área, marcando drásticamente en su abundancia y composición, de acuerdo con el tipo de hábitat y las condiciones que presenta el litoral. Este tipo de fauna, se organiza en bentos, que son un conjunto de organismos asociados a los fondos de agua, por lo que se consideran ecosistemas muy dinámicos al estar interconectados por redes de drenajes superficiales y profundas (Lara *et al.* 2008).

El valor ecológico de las especies marinas bentónicas radica en el estado de la calidad de los ecosistemas al presentar una dinámica espacial y temporal compleja, influenciada por la variabilidad natural ambiental (Pech *et al.*, 2007). Esto permite, el reclutamiento de otras comunidades en el epibento, así como su distribución y abundancia en los litorales rocosos, definidas por la influencia físico-química en el estadio del ciclo vital de los organismos estrechamente por sus interacciones inter e intra-específicas.

Aunque en Nicaragua se ha estudiado algunas especies bentónicas, poco se ha estudiado en la diversidad de equinodermos que se encuentran en la zona intermareal, detalla el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA, 2011), siendo alguno de ellos *Arbacia lixula* y *Ophiocomina nigra*, estas no han sido estudiadas en su complejidad (López y Urcuyo, 2008). En el refugio de Vida Silvestre, se han identificado un conjunto de sistemas rocosos, que requieren ser protegidos, conservados y manejados por los servicios ecológicos (sitios de reproducción y refugio de fauna acuática marina).

their ecological importance, these species are good indicators of systemic echo quality, allowing the recruitment of new species in rocky ecosystems.

Key words: Rocky strata, *Echinoidea*, *Ophiuroidea*.

Para comprender la finalidad del estudio, se sugiere que el conocimiento de las asociaciones *Arbacia lixula* y *Ophiocomina nigra*, es un tema de importancia ecológica, debido a su funcionalidad biológica y su relación con el espacio bentónico. En este sentido, los objetivos fueron: i) Determinar poblaciones de *Arbacia lixula* y *Ophiocomina nigra*, en estratos rocosos del refugio de vida, ii) Asociar abundancia y riqueza en las formaciones geológicas, iii) Estimar mediciones de variables físico-químicas en las asociaciones descritas y iv) Analizar la importancia ecológica de las especies en función de variables físico-químicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio. El presente estudio se realizó en el Refugio de Vida Silvestre Rio Escalante-Chacocente, ubicada entre los departamentos de Carazo, municipio de Santa Teresa y Rivas, municipio de Tola, con latitud norte 11° 30' 33.0" y 11° 35' 28.5" y longitud oeste 86° 08' 33.7" y 86° 14' 43.1" (MARENA, 2008). El área comprende una zona intermareal de la playa Chacocente ubicada en la costa del Pacífico Sur, la cual posee un área de 465.4 hectáreas correspondiente a la parte terrestre del área.

Aspectos biofísicos del área. La playa del Refugio Vida Silvestre Rio Escalante-Chacocente, es un sitio confinado entre salientes rocosos y bocanas. Este pertenece al Municipio de Santa Teresa y Tola, caracterizándose por poseer un relieve irregular, presentando un paisaje de baja altura, formado por una franja de playa de 11.6 km de largo, que se eleva progresivamente hacia las tierras interiores a través de continuas colinas de aproximadamente 200 a 300 metros de altitud. Este relieve, pertenece a una formación geológica sedimentaria de origen marino, conocida como el levantamiento de Brito, la cual, se originó en el Eoceno (MARENA, 2008).

Registro de información y análisis estadístico. La información recopilada en este estudio acerca de las poblaciones de *Arbacia lixula* y *Ophiocomina nigra* se derivó del establecimiento de tres parcelas circulares de muestreo permanente de 1 m², con un radio de 1 m aplicando la metodología de Brusca (1973), establecidas de manera aleatoria dentro de cinco estratos rocosos, incrustada una cuadrícula de metal con dimensión de 1 m², dividida en nueve secciones de 3m x 3m a una profundidad de 15 cm,

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

cada parcela se dividió en cuatro cuadrante, para estimar las secciones dentro de una de ellas .

Se identificaron puntos críticos y disímiles, permitiendo así determinar la distribución espacio-temporal en composición y abundancia de *Ophiocomina nigra* y *Arbacia lixula* pertenecientes al Phylum Echinodermata en el sitio de estudio. Se llevó registro tanto en marea baja por tres horas para contabilizar el número de organismos por sección y se registró en marea alta los datos de variables físicos-químicos por cada parcela de muestreo, para un total de registro de 15 horas tanto en el día como en la noche por cada estrato.

Para la identificación taxonómica, se identificó hasta el taxón más próximo por medio de un estereoscopio y microscopio ayudado de claves dicotómicas de Epler (2001). Además, se utilizó las guías de Moluscos de Nicaragua I-Bivalvos, Moluscos de Nicaragua II- Gastrópodos y Sea Shells of Tropical West America: Marine Mollusks from Baja California to Perú.

Para determinar la asociación en abundancia y riqueza de *Arbacia lixula* y *Ophiocomina nigra*, se utilizó índices de diversidad biológica de ShannonWiener (H'), Riqueza de especies y Equitabilidad (E) (Pielou, 1969), entre otros. Además, para cada una de las parcelas y estratos rocosos en estudio se determinó la densidad (ind/m²) y dominancia (%).

Para estimar la diversidad de macro fauna se utilizaron: el índice de Simpson (1949) y el índice de Shannon-Weaver (1949), descritos a continuación:

El índice de Simpson (1949):

$$Dsi = \sum_{i=1}^s Pi$$

Dónde:

pi= abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

El índice de Shannon-Weaver (1949):

$$H = -\sum_{i=1}^s (Pi \text{ Log}_2 Pi)$$

Para calcular la precisión en la estimación del índice Shannon-Weaver (1949), se usó la siguiente fórmula:

$$SDh = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^s ni \text{ Log}_2 - (\sum_{i=1}^s ni \text{ Log}_2 ni)^2}}{n^2}$$

Además, se utilizó el índice de equitabilidad cuando todas las especies en una muestra presentan la misma abundancia el índice usado para medir la de equitabilidad debería ser máximo y, por lo tanto, debería decrecer tendiendo a cero a medida que las abundancias relativas se hagan menos equitativas. Hurlbert (1971) destacó que todos los índices de equitabilidad mantendrían esta propiedad si son expresados como:

$$E = \frac{D-D_{max}}{D_{max}-D_{min}}$$

$$E = \frac{D}{D_{max}}$$

Donde:

D = índice de diversidad

Dmin = valor mínimo de D

Dmax = valor máximo de D

Para cuantificar el componente de equitabilidad de la diversidad algunos de los índices propuestos son: (1) índice de Pielou (J'), (2) índice de Sheldon (EShe), (3) índice de Heip (EHe).

Índice de Pielou (1969), J'. Es uno de los índices más utilizados

$$J' = \frac{H'}{\log_2 S}$$

Donde:

H' = índice de Shannon-Wiener log₂ S = es la diversidad máxima (H'max) que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuese perfectamente equitativa.

Índice de Sheldon (1969), EShe. Propone una forma exponencial de J'

$$E_{she} = \frac{2^{H'}}{S}$$

Índice de Heip (1974), EHe. Propone el índice de Sheldon con la sustracción del mínimo

$$E_{He} = \frac{2^{H'} - 1}{S - 1}$$

Por otra parte, para conocer la riqueza específica se utilizaron de manera independiente al tamaño de la muestra, se basan en la relación entre S y el 'número total de individuos observados' o (n), que se incrementa con el tamaño de la muestra.

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

Entre estos índices se destacan el índice de Margalef (1958)

$$R_1 = \frac{s - 1}{\ln(n)}$$

y el índice de Menhinick (1964)

$$R_2 = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Donde:

S= número de especies

ln (n)= logaritmo natural de número total de individuos y \sqrt{n} = raíz cuadrada del número de especies presentes.

Se utilizó los índices de Jaccard y el índice de Morisita-Horn para medir el grado de similitud o disimilitud entre los sitios de muestreo. Mediante estos índices se pudo establecer una comparación cualitativa y cuantitativa con los valores obtenidos.

Índice de Jaccard, expresado mediante la siguiente fórmula:

$$I_J = \frac{C}{a + b - c}$$

Dónde:

a = número de especies presentes en el sitio A

b = número de especies presentes en el sitio B

c = número de especies presentes en ambos sitios A y B

Índice de Morisita-Horn:

$$I_{M-H} = \frac{2 \sum (an_i X bn_j)}{(da + db) aN X bN}$$

Este índice está fuertemente influido por la riqueza de especies y el tamaño de las muestras (Marrugan, 2004).

Dónde:

an_i = número de individuos de la i-ésima especie en el sitio A

bn_j = número de individuos de la j-ésima especie en el sitio B

$da = \sum an_i^2 / aN^2$ $db = \sum bn_j^2 / bN^2$

Para conocer la distribución espacio-temporal de los organismos bentónicos en la zona intermareal se utilizó un modelo lineal mixto generalizado (GLMM, por sus siglas en inglés) con una función de error Poisson usando la función vínculo logit y ajustado por la aproximación Laplace. El tiempo y el sitio de muestreo fueron considerados como factores de efectos fijos y las muestras como factor de efecto

aleatorio. Debido a la existencia de sobre-dispersión en el modelo se generó una variable sintética que capturara dicha sobre-dispersión. Esta variable sintética fue modelada como factor de efecto aleatorio.

El modelo completo consistió en el ajuste de los dos efectos principales y su interacción. Después de ajustar el modelo completo todos los términos no significativos fueron removidos paso a paso y los sub modelos fueron comparados usando la prueba de razón de verosimilitud y el Criterio de Información de Akaike (AIC) como medida para comparar el ajuste de los diferentes modelos. El modelo con el AIC más bajo se consideró ser el modelo más parsimonioso.

Para estimar las variables físico-químicas, en el caso de temperatura, Oxígeno disuelto, salinidad y pH, estos se realizaron in situ ayudado con un equipo de campo. Para determinar el pH y temperatura, se realizó muestras en alta mar, en cada una de las parcelas muestreadas y estrato respectivamente. se recolectó muestras en un recipiente plástico de 100 ml en la cuadrícula y posteriormente se trasladó al CIRA para sus respectivos análisis correspondiente.

En el caso de salinidad y oxígeno disuelto, se recolecto en recipientes de 100 ml para salinidad y 300 ml en una botella de Winkler para oxígeno disuelto, para salinidad se realizó un proceso de endulzamiento y se etiqueto para su respectivo análisis en el CIRA. Para el caso del oxígeno disuelto, se procuró desplaza burbujas dentro del recipiente, a este proceso se le agrego dos reactivos, siendo ellos el Sulfato de Manganeso (MnSO4) y Azida de sodio (NaN3), así alcanzando una homogenización de las muestras recolectadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación de las poblaciones de especies en estratos rocosos. En el estudio se registró un total de 26, 485 individuos encontrando una riqueza de 31 especies en ambas épocas de muestreo (verano e invierno), distribuidos en tres Phylum correspondiente al Phylum Mollusca (clase gasterópoda y Bivalvia), Echinodermata (Clase Ophiuroidea, Echinoidea, Asteroidea y Holoturoidea) y Arthropoda (subphylum Crustacea, clase Malacostraca, orden Decapoda) en los estratos rocosos muestreados (Figura 1).

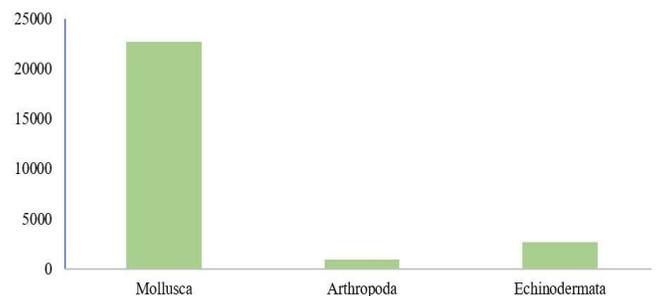


Figura 1. Abundancia por Phylum de macrofauna bentónica en estratos rocosos de la zona intermareal –Playa Chacocente.

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

Taxonómicamente los individuos encontrados en los cinco puntos de muestreos, estuvieron distribuidos en tres Phylum: Mollusca (n=22777 especies), pertenecientes a la clase Gasterópoda también conocida como Gastrópoda (caracoles), Polyplacophora (quitones) y Bivalva (almejas, ostras y mejillones). Los individuos del Phylum Mollusca son algunos de los invertebrados más notorios y conocidos para el ser humano. López y Urcuyo (2009) afirman que estos organismos se adaptan a las diferentes condiciones, debido a que estos tres Phylum habitan en los ecosistemas ERV, ERL y ERB en la zona intermareal de Chacocente, los cuales, tiene impacto directo del oleaje, se encuentran expuestos a varias horas de emersión e inmersión, así como el aporte de agua dulce, habitando en ecosistemas rocosos.

Además, que los moluscos son uno de los Phylum con mayor abundancia en los diferentes estratos rocosos, seguido del Echinodermata, caracterizándose por ser especies generalistas en la selección de sus hábitats.

El Phylum Arthropoda (n=1 000), siendo la clase Malacostraca y Echinodermata (n=2708), encontrando la clase de Ophiuroidea, teniendo a nuestra especie de interés *Ophiocolina nigra* y la clase Echinoidea nuestra especie *Arbacia lixula*. (Figura 1), estando este último Phylum presente en las diferentes estaciones de muestreo y en los cinco estratos rocosos, teniendo mayor abundancia durante la época lluviosa siendo muy representativo en comparación a los otros grupos taxonómicos.

Asociación de abundancia y riqueza en estratos rocosos.

De los 26 485 organismos, se encontró una abundancia total de especie *Arbacia lixula* de 3 002 individuos y una abundancia total de 2 131 individuos de la especie *Ophiocolina nigra* en los cinco estratos rocosos y en las dos épocas en las que se realizó el muestreo, el cual, corresponde al 27.65 % de total y 72.34 %, respectivamente, en los ecosistemas rocosos muestreados.

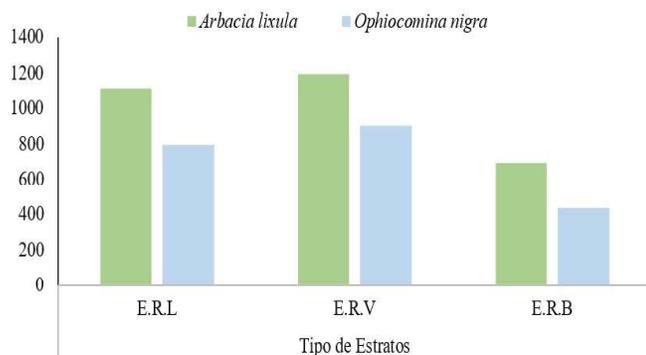


Figura 2. Abundancia relativa por sitios de muestreo de las especies *Arbacia lixula* y *Ophiocolina nigra* en estratos rocosos de la zona intermareal – Playa Chacocente.

ERL: Estrato Rocosos Laminar, ERV: Estrato Rocosos Volcánico, ERB: Estrato Rocosos Abierto de Bocana.

La gran mayoría de las especies presentes en la zona intermareal de las playas arenosas según Escrivá (2013) forman parte de la epifauna, representándose por aquellos organismos que viven sobre el sedimento en el medio acuático, ya sean anclados a él o desplazándose libremente sobre el mismo, por tanto, se tienen como algunos ejemplos los equinodermos (*Arbacia lixula* y *Ophiocolina nigra*), los moluscos (*Anachis lyrata*, *Nerita scabricosta* y *Jenneria pustulata*), Artrópodos (*Eriphia squamata*), que viven en los estratos rocosos, anclados sobre el sustrato, forman oquedades o terrazas de abrasión, dentro de las grietas y adheridos al sustrato, lo que hacen que estos ecosistemas sean dinámicos y diversos por las diferentes funciones que ellos realizan.

Cabe destacar que, durante las dos épocas de muestreo, la especie *Ophiocolina nigra* tuvo menor abundancia que la *Arbacia lixula*, pero siempre estuvo presente en las tres parcelas de muestreo y en los 5 estratos muestreados, permitiendo que hubiera un balance en la distribución y abundancia de las especies como, por ejemplo, la especie *Nerita scabricosta*, la cual pertenece al Phylum Mollusca de la clase Gasterópoda, teniendo una representatividad durante la época seca.

Por lo tanto, en el Estrato Rocosos Laminar (ERL), la especie *Arbacia lixula*, tiene una representación total de 1 115 individuos, con un porcentaje total de 37.14 % y la especie *Ophiocolina nigra*, tuvo una abundancia de 795, el cual, corresponde al 37.30 %, con respecto al Estrato Rocosos Volcánico (ERV), la *Arbacia lixula* tuvo una representación de 1 196, teniendo como porcentaje 39.84 %, así como la especie *Ophiocolina nigra* tuvo una cantidad de 901 individuos, con una representación del 30.01 %, siendo los estratos más abundantes en las épocas de muestreo verano e invierno.

Con respecto al Estrato Rocosos Abierto de Bocana (ERB), la *Arbacia lixula* tuvo una cantidad de individuos en ambas épocas de 691, con un porcentaje de 23.01 % y una cantidad de individuos de *Ophiocolina nigra* de 435 correspondiendo al 20.41 % respectivamente a los periodos de los muestreos.

Ibarra (2016) afirma que los estratos rocosos que tienen una protección directa de las olas presenta mayor diversidad que todos aquellos ecosistemas que no tienen ninguna protección, reforzando los resultados obtenidos, ya que la abundancia de las especies *Arbacia lixula* y *Ophiocolina nigra* es mayor en el ERV y ERL, por lo que, estos disminuyen el impacto del oleaje y contribuye a que estas especies tengan mayor protección directa de las olas. Mientras que, en el ERB, en la época de invierno, el impacto por la abierta de bocana del río Escalante, repercute en las comunidades de erizos, estrellas y macroinvertebrados bentónicos.

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

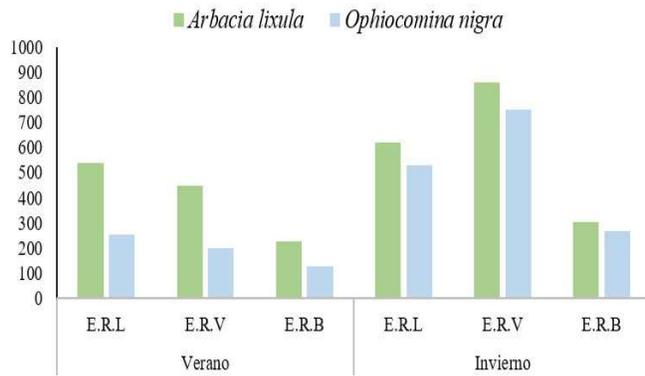


Figura 3. Riqueza de especies *Arbacia lixula* y *Ophiocomina nigra* en estratos rocosos de la zona intermareal – Playa Chacocente. ERL: Estrato Rocoso Laminar, ERV: Estrato Rocoso Volcánico, ERB: Estrato Rocoso Abierto de Bocana.

Si bien, cabe destacar que la época de invierno hubo un mayor aumento de la riqueza *Ophiocomina nigra* en relación a la *Arbacia lixula*, la cual, esta última especie tuvo una disminución, con respecto a la época de verano, en los cinco estratos muestreados y en las diferentes parcelas establecidas (Figura 3).

Ibarra (2016), nos explica que la comunidad de macrofauna epibentónica en términos de abundancia y riqueza de especies, es más compleja y diversa en zonas rocosas protegidas que en las playas arenosas expuestas. En la zona intermareal de la Playa de Chacocente, se logró observar que los estratos rocosos de muestreo que presentaban algún tipo de protección de la acción directa de las olas (ERL y ERV) tuvieron mayor presencia de individuos, mientras que el Estrato rocoso desprotegido (ERB) mostró los valores más bajos en el número de individuos y no tuvo una variación importante de individuos en las diferentes épocas de muestreo.

Por ende, la riqueza de especies según los diferentes estratos rocosos ubicados en la playa de Chacocente, se encontró una gran variación, ya que el ERL tuvo mayor presencia de *Arbacia lixula* a diferencia de la especie *Ophiocomina nigra*, así como, el ERV, el cual, presenta una mayor riqueza en las dos especies de interés, pero teniendo una mayor abundancia de la especie *Arbacia lixula*, mientras que en el ERB, se encontró mucha diferencia, debido a que la abundancia de ambas especies disminuyeron en las diferentes épocas de muestreo.

Debido a que estas dos especies son organismos exigentes con los requerimientos ambientales, por lo tanto, es muy frecuente encontrar zonaciones en las comunidades de macrofauna epibentónica (Ibarra, 2016). En el caso del sitio ERB hubo variaciones tanto para abundancia como riqueza de especies y en especial de *Arbacia lixula* y *Ophiocomina nigra*. Como resultado de la diversidad de hábitat y su interacción con el medio ambiente, las comunidades bentónicas difieren

en composición taxonómica, abundancia específica y el papel funcional de los organismos (Guevara *et al.*, 2011), afirmando ambos autores, debido a que el aporte de agua dulce en este ecosistema en la época de invierno causa cambios en la diversidad, haciendo que las especies *Arbacia lixula* y *Ophiocomina nigra* sea menor su abundancia con respecto a los otros ecosistemas.

Lo ocurrido anteriormente podría estar estrechamente relacionado a las condiciones físicas del lugar. Si bien el sitio ERB cuenta con un pequeño sistema rocoso que lo protege, caracterizándose por tener un espacio de convergencia entre el mar y el Río Escalante donde fluye agua dulce, lo que puede modificar la distribución espaciotemporal de los individuos.

Durante la época lluviosa, el aporte de agua dulce y arrastre de sedimentos han influido en la movilización o muerte de los individuos producto de la intolerancia que algunos poseen a cambios en la composición físico-química del sustrato, en donde, la salinidad es afectada por el aporte en el balance de agua dulce con agua salada. Esto último coincide a lo expresado por Pech y Ardisson (2010) quienes aseguran que los cambios en la salinidad debido al balance de los aportes de agua dulce y agua salada, constituyen una fuente potencial de disturbio en la comunidad bentónica.

Según Ibarra (2016) el índice de diversidad de Shannon-Weaver adquiere un valor máximo de 4.5 ind/m² para las comunidades de Macroinvertebrados bentónicos y los valores inferiores a 2.4-2.5 ind/m² son indicativos de que el ecosistema se encuentra sometido a tensión. Con los resultados obtenidos para las dos épocas de muestreo se pudo constatar que la diversidad epibentónica encontrada en los diferentes estratos rocosos el índice de Shannon-Weaver fue menor de 3.5 bits/ind. Por consiguiente, cabe señalar que la especie *Ophiocomina nigra* y *Arbacia lixula* representa la dominancia en todos los nichos ecológicos encontrados.

En el estrato rocoso con abierta de bocana en ambas épocas de muestreo presentó un valor (2.99 ind/m²) cercano al máximo indicativo de tensión (2.5 ind/m²) sin llegar a superarlo producto de que la especie *Arbacia lixula* estuvo siempre en mayor abundancia con respecto a la *Ophiocomina nigra* en los diferentes estratos, así como, las características físicas en las que se encuentra expuesto dicho ecosistema y por consiguiente, las variables climáticas que hacen que el estrato rocoso se encuentre sometido a tensión

En cuanto a la dominancia y equidad de las especies *Ophiocomina nigra* y *Arbacia lixula*, se evidenció cambios en el comportamiento de los valores tanto entre los estratos como entre las épocas de muestreos, siendo la época lluviosa la que tuvo mayor homogeneidad, lo cual es congruente con los valores obtenidos de abundancia y riqueza de especies.

Para establecer similitudes o disimilitudes entre sitios, se utilizaron los índices de Jaccard (cualitativo) y Morisita-Horn (cuantitativo). El primero, utiliza un intervalo de valores que va de 0 (cero) cuando no hay especies

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

compartidas entre ambos sitios, hasta 1 (uno) cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies. Este índice es una medida inversa de la diversidad, que se refiere al cambio de especies entre dos estaciones (Marrugan, 2004).

Los resultados obtenidos reflejaron alta similitud entre los sitios de muestreo en los ERL, ERV y ERB, dado por el número de especies compartidas entre sitios (macrofauna epibentónica). Los máximos valores de similitud se presentaron en el ERV y ERL durante ambas épocas; los valores medios entre ERB y ERL durante la época seca, y finalmente los valores mínimos entre ERV y ERB durante la época seca, y entre ERV y ERB durante la época lluviosa, mientras que en las especies *Ophiocomina nigra* y *Arbacia lixula*, los resultados obtenidos reflejan que hay similitud en los diferentes estratos localizados en la playa de Chacocente en las dos épocas de muestreo y en cada uno de los puntos muestreados.

Cada una de las especies que se comparten en cada uno de los sitios de estratos rocosos ubicados en la playa de Chacocente, en función de variables naturales, físico-químicas son generalistas a pesar de la época de muestreo, condiciones físico-químicas y el tipo de estrato rocosos, pero sin embargo, la distribución de las clases Bivalvia, Gasterópoda del Phylum Mollusca, las clases Echinoidea, Ophiuroidea, Asteroidea y Holoturoidea pertenecientes al Phylum Echinodermata y por último la clase Malacostraca del Phylum Arthropoda es homogénea a pesar del tipo de estrato en el cual, cada una de ellas habita.

Las especies *Arbacia lixula* y *Ophiocomina nigra* en los diferentes estratos rocosos muestreados tiene una abundancia muy representativa, teniendo una distribución homogénea de ambas especies en la época seca, siendo especies muy tolerantes a los cambios en los factores físico-químicos con las que se evaluaron, así como, son especies muy generalistas en los requerimientos de formar nichos ecológicos, ya que se encuentran en cada uno de los ecosistemas la condiciones favorables para establecer estructuras comunitarias y permitir el reclutamiento de otras especies.

Estimación de variables físico-químicas en estratos rocosos. Si bien, la temperatura es un factor condicionante en la distribución, reproducción, desarrollo, alimentación y asociación de las especies *Arbacia lixula* y *Ophiocomina nigra*, por lo tanto, en los ecosistemas muestreados se encontró una abundancia de 3 002 especies en ambas épocas de muestreo, en el que se determinó que a medida que la temperatura aumenta, la reproducción de la *Arbacia lixula* se incrementa, más en los estratos con una alta protección de los factores incidentes que influyen en la estructuración de diferentes comunidades en el bento, así como, se constató que, la *Ophiocomina nigra* es una especie que soporta las fluctuaciones en la temperatura, en el cual, la reproducción está condicionada en función de dicho factor.

Owen (2013), afirma que en los estratos rocosos se encontró una mayor abundancia de *Ophiocomina nigra* dentro del ecosistema, siendo una de las especies que soporta el aumento y disminución de los cambios en la zona intermareal, debido, a que la especie *Arbacia lixula* su desarrollo reproductivo está regulado por un fotoperiodo, siendo, la temperatura es un factor importante para el desarrollo gonadal y de su reproducción de gametos, en el cual, a medida que esta aumenta produce una aceleración en el crecimiento y aumento en la tasa de supervivencia larvaria, mientras que la acidificación causa un efecto menor en la tasa de supervivencia, la velocidad de su desarrollo y su morfología larvaria.

La información generada sobre la relación de la temperatura con la abundancia de las especies para la *Ophiocomina nigra* y *Arbacia lixula* para el RVS Chacocente (Figura 4), a tener conocimiento para sustentar herramientas y estrategias de manejo para estos ecosistemas, en el cual, la abundancia se relacionó con altos valores de temperatura, reportándose estas dos especies con mayor abundancia poblacional. Sin embargo, es recomendable seguir con los esfuerzos que incluyan análisis estacionales, relaciones ecológicas, alimentación y ciclos de vida de las especies. Así como, variables de sedimentación, amplitud de marea, acción de las olas y viento; los cuales determinan la supervivencia de los organismos del grupo.

Cuadro 1. Índice de Jaccard (Cualitativo) y Morisita-Horn (Cuantitativo) en ambas épocas de muestreo en función de las especies *Arbacia lixula* y *Ophiocomina nigra*- Playa de Chacocente

Época seca <i>Arbacia lixula</i> y <i>Ophiocomina nigra</i>					
Sitios	Número de especies	Abundancia	Muestras compradas	Jaccard	Morisita-Horn
ERL	3	410	1 y 3	1	0.9893
ERV	3	426	1 y 2	1	0.9893
ERB	3	380	2 y 3	1	0.9893
Época lluviosa <i>Arbacia lixula</i> y <i>Ophiocomina nigra</i>					
Sitios	Número de especies	Abundancia	Muestras compradas	Jaccard	Morisita-Horn
ERL	3	560	1 y 3	1	0.9393
ERV	3	806	1 y 2	1	0.9393
ERB	3	420	2 y 3	1	0.9393

ERL: Estrato Rocoso Laminar, ERV: Estrato Rocoso Volcánico, ERB: Estrato Rocoso Abierto de Bocana.

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

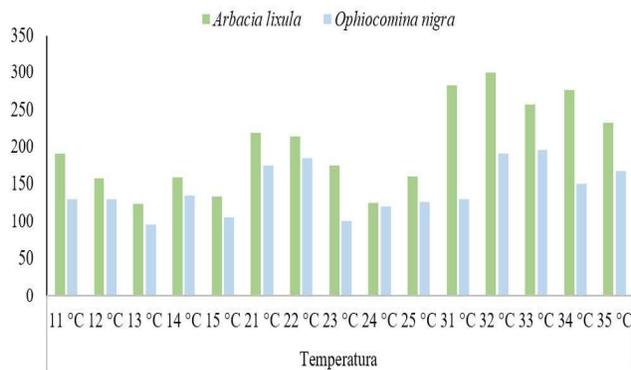


Figura 4. Abundancia de las especies Arbacia lixula y Ophiocomina nigra en estratos rocosos de la zona intermareal de Chacocente.

El pH es una variable química que afecta la diversidad y distribución de los organismos bentónicos, principalmente de todos aquellos que viven en los ecosistemas rocosos. Ibarra (2016), afirma que las variaciones en el pH en el mar son muy pequeñas, encontrándose normalmente valores que varían entre los 8.1 y 8.3 y raras veces valores por debajo de 7.5 o por encima de 9.0, obteniendo como resultado valores de pH que van desde 6, 7 y 8 en los ecosistemas marinos costeros muestreados en ambas épocas de muestreo, en el cual, la abundancia de las especies *Arbacia lixula* y *Ophiocomina nigra* varía de acuerdo a cada variación de pH.

El pH (Figura 5) se mantuvo relativamente estable entre 6 y 8 durante la época seca, así como en la lluviosa sin mostrar variación durante los muestreos realizados en ambas épocas lo que permitió que se encontrara, una gran diversidad de especies de los tres Phylum en los estratos muestreados.

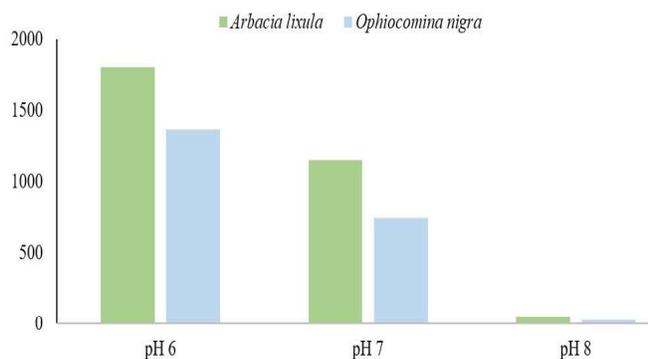


Figura 5. Abundancia de las especies Ophiocomina nigra y Arbacia lixula en función del pH en la zona intermareal de Chacocente.

El oxígeno disuelto en el agua de mar tuvo un comportamiento similar durante ambas épocas de muestreo con valores que oscilaron entre los 9 ppm y 10 ppm; únicamente

durante la época lluviosa se evidenció un incremento en el sitio ERB llegando hasta los 12 ppm (Figura 6). Si los niveles de oxígeno disuelto son demasiado bajos, algunos organismos no pueden sobrevivir. Este indicador depende de la temperatura, puesto que el agua más fría puede guardar más oxígeno en ella, que el agua más caliente, los niveles típicamente pueden variar de 0-18 ppm.

Ambas especies se caracterizan por ser muy sensibles a los cambios en las composiciones físico-químicas, lo que se demuestra en la abundancia de las especies *Ophiocomina nigra* y *Arbacia lixula*, pero, sin embargo, las dos especies realizan funciones importantes, ya que, contribuyen al reclutamiento de especies de moluscos, arthropodos y equinodermos.

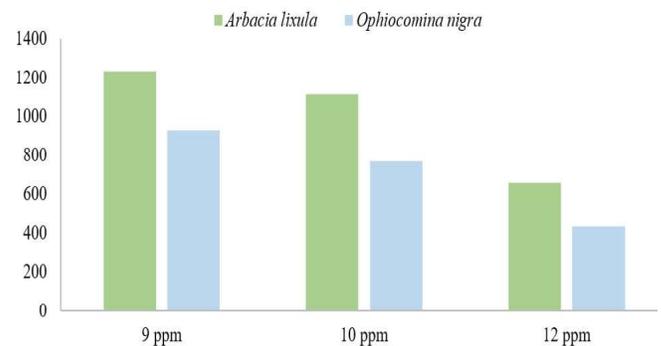


Figura 6. Abundancia de las especies Ophiocomina nigra y Arbacia lixula en función del Oxígeno disuelto en la zona intermareal de Chacocente.

La salinidad condiciona la distribución, abundancia, riqueza y asociación de las especies en los ecosistemas. Por ende, los resultados obtenidos en la salinidad en los sitios fueron estable entre sitios y épocas con un mínimo de 33 % y un máximo de 35 % (Figura 7), cabe señalar que las especies *Arbacia lixula* y *Ophiocomina nigra* presentan tolerancia a las diferentes condiciones climáticas en los diferentes estratos rocosos.

Es por ello, que las especies *Ophiocomina nigra* y *Arbacia lixula* se caracterizan por asociarse con sustratos particulares, mediante sus adaptaciones morfológicas y fisiológicas, reconociendo el valor de las relaciones inter e intraespecíficas imperantes en estas comunidades, dándole un valor preponderante a los variables físico-químicas. Por lo tanto, como resultado se obtiene que la *Ophiocomina nigra* está condicionada al tipo de sustrato, temperatura, oxígeno disuelto y pH, mostrando mayor sensibilidad a la salinidad y la *Arbacia lixula* la ocurrencia de la clase Echinoidea se condiciona a la salinidad, temperatura, oxígeno disuelto, pH y al tipo de sustrato en el que se localiza en los estratos rocosos de la playa de Chacocente.

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

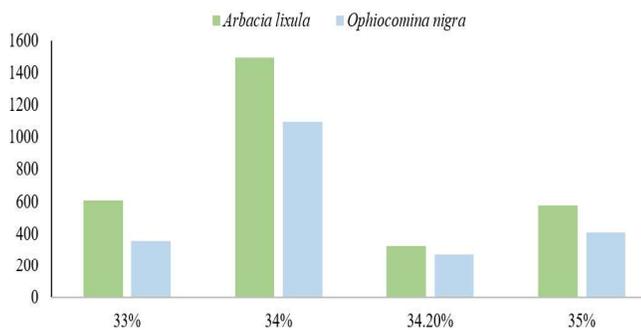


Figura 7. Abundancia de las especies *Arbacia lixula* y *Ophiocolina nigra* en función de la Salinidad en la zona intermareal de Chacocente.

Importancia ecológica de especies en función de variables físico-químicas. Dentro de los grupos taxonómicos más versátiles en relación con su papel ecológico están los erizos y las estrellas de mar, siendo estos buenos indicadores de la calidad de los procesos ecosistémicos locales (Rojas, 2015). Los resultados obtenidos en función de la abundancia y riqueza de la *Arbacia lixula* y *Ophiocolina nigra*, determinó que son especies muy tolerantes, una de las más dominante en el ecosistema rocoso, las cuales, en las diferentes perturbaciones, disminuyeron su abundancia, los cuales otras especies no hubo presencia, debido a que son organismos sensibles a los cambios ocurridos dentro del ecosistema.

La *Arbacia lixula* y *Ophiocolina nigra* desempeñan un importante papel ecológico dentro de los ecosistemas acuáticos, ya que participan en actividades de descomposición de materia orgánica. Además, ocupan una posición primordial dentro de la cadena alimenticia, debido a que estas constituyen el principal alimento para peces demersales, y son importantes para el reciclaje de nutrientes a través de procesos de bioturbación de sedimento, que acelera los procesos de remineralización, lo que se ve reflejado en la reproducción y abundancia que cada una de ellas tiene en el ecosistema.

La *Arbacia lixula* y *Ophiocolina nigra*, son elementos importantes en los arrecifes rocosos por su ubicuidad, alta abundancia y sus diversas actividades alimenticias, permitiéndole asociarse a los estratos rocosos, caracterizándose por ser herbívoros u omnívoros, alimentándose de algas y corales vivos.

La importancia ecológica de estas especies está ligado al papel que desempeñan en sus nichos ecológicos, así como en la capacidad que estas tienen para bioerosionar las condiciones del sustrato en el que habitan. Hay que tener en cuenta que son especies que, con la combinación de sustratos sólidos y la acción de las olas, el agua y los altos niveles de oxígeno, salinidad, temperatura y pH permiten crear un hábitat muy favorable para estos organismos, así como especies del Phylum Mollusca y Arthropoda.

La *Ophiocolina nigra* se considera como un organismo próspero con respecto a la *Arbacia lixula* debido

a su movilidad, su diversidad de hábitos alimentarios y sus escasas dimensiones, lo que le permite explorar, hábitats inalcanzables comparada a la equinoidea. Cabe señalar, que, durante la alimentación, ambas especies remueven una gran proporción de carbonato de calcio y son consecuentemente de importancia en la estimación del ciclo del carbono inorgánico y orgánico en los estratos rocosos (Calva, 2002).

La *Ophiocolina nigra* y la *Arbacia lixula* son un componente esencial de la comunidad bentónica, debido a que forman parte de las redes tróficas, ya que, fungen como depredadores oportunistas, comensales, omnívoros, detritívoros, filtradores, hasta caníbales, contribuyendo a la descomposición de la materia orgánica, al ciclo de nutrientes en los ecosistemas bentónicos y a la oxigenación de los sedimentos y el agua. Padilla *et al.* (2017), explica que la *Arbacia lixula* es considerado como un organismo bioerosionador, debido a que a la acción mecánica de sus espinas provocan una acción erosionadora del sustrato removiendo carbonato de calcio, así como, interviniendo en el desarrollo de los arrecifes coralinos, entre otros ecosistemas.

La *Arbacia lixula* y la *Ophiocolina nigra* son indicadores de las condiciones ambientales, ya que, son capaces de responder a diversos factores de contaminación, estrés térmico o invasión de patógenos, ya que, estos poseen en su cavidad celómica un tipo de células inmunitarias que se conocen como celomocitos, las cuales, ayudan a dar una respuesta al daño tisular, invasión de patógenos o compuestos tóxicos que se encuentran presente en el medio marino (Congreso Latinoamericano de Equinodermo, 2011).

Los equinodermos forman parte de una gran parte de la fauna marina bentónica, ya que, su parte biológica, los hace ser organismos muy interesantes y se caracterizan por ser especies que poseen una gran importancia biológica (Calva, 2002).

Son organismos que se encuentran distribuidos en diferentes latitudes y profundidades, habitando desde arrecifes coralinos, estuarios y lagunas costeras. Además, son muy interesantes, por sus relaciones intra e interespecíficas, hábitos alimenticios y mecanismos de alimentación, teniendo adaptaciones muy sobresalientes.

CONCLUSIONES

Se contabilizaron 26 485 individuos de macroinvertebrados bentónicos, encontrando 31 especies distribuido en tres Phylum (Echinodermata, Mollusca y Arthropoda), del cual, 3 002 organismos pertenecen a la especie *Arbacia lixula* y 2 131 individuos de *Ophiocolina nigra* en ambas épocas de muestreo, adaptándose a diferentes condiciones en los ecosistemas rocosos.

La diversidad de las especies *Arbacia lixula* y *Ophiocolina nigra* mediante el índice de Shannon-Weaver, determina que existe asociación entre estas dos especies. En cuanto, a la dominancia y equidad de las especies *Arbacia*

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

lixula y *Ophiocomina nigra* en estratos rocosos tuvo un comportamiento heterogéneo durante la época seca, mientras que en la época lluviosa fue más homogéneo. Mediante el índice de Jaccard (cualitativo) y Morisita-Horn (cuantitativo), se evidenció que los sitios presentaron alta similitud de las especies *Arbacia lixula* y *Ophiocomina nigra*. Las mayores concentraciones de individuos ocurrieron en los sitios de muestreo que prestaron alta o poca protección de la acción directa de las olas (Estrato Rocosos Laminar y Estrato Rocosos Volcánico).

Mediante el índice de Jaccard (cualitativo) y Morisita-Horn (cuantitativo), se evidenció que los sitios presentaron alta similitud de las especies *Arbacia lixula* y *Ophiocomina nigra*. Las mayores concentraciones de individuos ocurrieron en los sitios de muestreo que prestaron alta o poca protección

de la acción directa de las olas (Estrato Rocosos Laminar y Estrato Rocosos Volcánico).

La importancia ecológica de las especies *Arbacia lixula* y *Ophiocomina nigra* radica en que son considerados organismos indicadores de la calidad de los procesos ecosistémicos locales, contribuyendo a cambios significativos, por formar parte de las redes tróficas, lo que les permite contribuir al reclutamiento de especies.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos la valiosa colaboración y aporte al Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales por permitir realizar el estudio en el Refugio de Vida Silvestre Río Escalante-Chacocente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brusca, R. (1973). *A Handbook to the Common Intertidal Invertebrates of the Gulf of California (Arizona-Sonora Desert Museum Studies in Natural History)*. University of Arizona Press.
- Calva, L. (2002). Hábitos alimenticios de algunos equinodermos. Parte 1. Estrellas de mar y estrellas serpientes. *ContactoS*, (46), 59-68. <http://www2.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n46ne/eqderm.pdf>
- Epler, J. H. (2001). *Identification manual for the larval Chironomidae (Diptera) of North and South Carolina*. North Carolina Department of Environment and Natural Resources. <https://files.nc.gov/ncdeq/Water%20Quality/Environmental%20Sciences/BAU/Benthos%20Reference/intro.pdf>
- Escrivá, P. (2013). *Distribución y abundancia de macrofauna bentónica del infralitoral somero*. Universidad Politécnica de Valencia. <http://hdl.handle.net/10251/32845>
- Guevara, C., Cantera, J., Mejía, L., & Cortés, F. (2011). Benthic Macrofauna Associated With Bottoms of a Tectonic Estuary in Tropical Eastern Pacific. *Journal of Marine Science*, (2011), 1-13. <https://doi.org/10.1155/2011/193759>
- Heip, C. (1974). A New Index Measuring Evenness. *Journal of Marine Biological Association*, (54), 555-557
- Hurlbert, S. H. (1971). The Nonconcept of Species Diversity: A Critique and Alternative Parameters. *Ecology*, 52(4), 577-586.
- Ibarra, M. (2016). *Efecto de la calidad del agua y del sustrato blando sobre la macrofauna bentónica de la zona intermareal en la Playa Pochomil, San Rafael del Sur, Managua* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua Managua]. Repositorio Institucional UNAN-Managua. <https://repositorio.unan.edu.ni/13862/1/Ibarra%20Arana%20Mar%C3%ADa%20Joaquina.pdf>
- Lara, J., Arenas, V., Bazán, C., Díaz, V., Escobar, E., García, M., Castro, G., Robles, G., Sosa, R., Soto, L., Tapia, M. y Valdez, E. (2008). Los Ecosistemas Marinos. *En Conocimiento actual de la biodiversidad* (pp. 135-159). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. http://www2.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Vol%20I/I00_PrefacioGuia.pdf
- López, A. y Urcuyo, J. (2008). *Moluscos de Nicaragua I-Bivalvos*. Universidad Centroamericana (Centro de Malacología/Biodiversidad).
- López, A. y Urcuyo, J. (2009). *Moluscos de Nicaragua II Gastropodos*. Universidad Centroamericana (Centro de Malacología/Biodiversidad).
- Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales. (2008). *Plan de Manejo Refugio de Vida Silvestre Río Escalante-Chacocente*. <https://es.scribd.com/document/56404322/Plan-Manejo-Rio-Escalante-Chacocente-2008-Marena>
- Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales. (2011). *Biodiversidad Marino-Costero de Nicaragua: Potencialidades de los ecosistemas*. Sistema Nacional de Información Ambiental. <http://www.sinia.net.ni/multisites/NodoSINAP/images/NodosTematicos/NodoSINAP/documentos/Ecosistemas%20de%20Nicaragua/Biodiversidad%20Marino%20Costera.pdf>
- Margalef, D. R. (1958). Information Theory in Ecology. *General systematics*, (3), 36-71.
- Marrugan, A. (2004). *Measuring Biological Diversity*. http://www2.ib.unicamp.br/profs/thomas/NE002_2011/maio10/Magurran%202004%20c2-4.pdf
- Menhinick, E. F. (1964). A Comparison of Some Species-Individual Diversity Indices Applied to Samples of Field Insects. *Ecology*, 45(4), 859-861.

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

- Owen, S. (2013). *Biology and Phylogeography of the black sea Urchin *Arbacia lixula* (Echinoidea: Arbacioidea)*. *Biología y filogeografía del erizo de mar negro *Arbacia lixula* (Echinoidea: Arbacioidea)* [Tesis doctoral, Universidad de Barcelona]. Dipòsit Digital de la Universitat de Barcelona. <http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/45666?mode=full>
- Padilla, M., Rodríguez, A., Sotelo, R. y Cupul, A. (2017). Equinodermos de Parque Nacional Islas Marietas: Generalidades, Importancia e Identificación visual como herramienta para su protección. *Áreas Naturales Protegidas Scripta*, 3(2), 51-92. <https://doi.org/10.18242/anpscripta.2017.03.03.02.0003>
- Pech, D., Ardisson, P. L. & Hernández-Guevara, N. A. (2007). Benthic community response to habitat variation: a case of study from a natural protected area, the Celestun coastal lagoon. *Continental Shelf Research*, (27), 2523–2533. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2007.06.017>
- Pech, D. y Ardisson, L. (2010). *Comunidades Acuáticas. Diversidad en los bentos marino-costero. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. Ecosistemas y Comunidades*. <https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Sitios/Biodiversidad/pdfs/Cap3/09%20Diversidad%20en%20el%20bentos.pdf>
- Pielou, E. C. (1969). *An Introduction to Mathematical Ecology*. Wiley-Interscience John Wiley & Sons
- Rojas, B. (2015). *Diversidad Funcional de Equinoideos y Asteroideos en Arrecifes Rocosos y Coralinos del Pacífico Mexicano* [Tesis de Maestría, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California]. Repositorio Institucional de CICESE. <https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/820/1/241821.pdf>
- Shannon, C. E. & Weaver, W. (1949). *The Mathematical Theory of Communication*. University Illinois.
- Simpson, E. H. (1949). Measurement of Diversity. *Nature*, (163), 688. <https://doi.org/10.1038/163688a0>

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

Residuos de madera generados en talleres de carpintería del municipio de Camoapa

Wood waste generated in carpentry workshops in the municipality of Camoapa

David Ernesto Peñalba Berríos¹, Irlanda Ayarely Pérez Coronado²

¹ MSc. en Entornos Virtuales de Aprendizaje, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9879-3226> / david.penalba@ci.una.edu.ni

² Graduada de la carrera de administración de empresas con mención en agronegocios, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0407-3712/p.irlanda90@yahoo.com>

Universidad Nacional Agraria, Sede Regional Camoapa, Nicaragua



RESUMEN

La industria de la construcción de madera genera grandes volúmenes de residuos tales como ripio, colochos, aserrín, etc., que no están siendo aprovechados ya que con ellos podemos hacer o terminar un determinado producto, en virtud de botarlos, quemarlos o venderlos. Este estudio tiene como finalidad caracterizar los residuos de madera generados en talleres de carpintería del municipio de Camoapa. La investigación fue de tipo no experimental, para la recolección y análisis de la información primaria se aplicó encuesta semiestructurada a los dueños de diez talleres de carpintería. Las variables evaluadas fueron: residuos de la madera, uso de los residuos y alternativas de uso. Los datos fueron analizados utilizando distribución de frecuencia e histogramas, para el diseño de alternativas la matriz DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas, Oportunidades). Se encontró que los tipos de residuos de madera generados son el aserrín en mayor cantidad, polvo, recortes y colochos en menor porcentaje, son recolectados semanalmente y en ocasiones a diario. El volumen de residuos generados por tiempo de limpieza oscila entre 2 kg y 9 kg. El 60 % de los talleres realizan selección de los desechos producidos, quienes no lo hacen argumentan que no pueden perder su tiempo en esa tarea. El 50 % de los talleres de carpinterías utilizan los residuos para complementar piezas de otros productos, en cambio, el otro porcentaje lo venden a las amas de casa y las caballerizas. Los precios de venta van desde los USD 0.031 a USD 0.093 el kg. El 90 % de los dueños de talleres de carpinterías afirmaron tener interés en ser capacitados para aprovechar los residuos de madera. En conclusión, los residuos generados en los talleres de carpinterías no

ABSTRACT

The wood construction industry generates large volumes of waste such as rubble, colochos, sawdust, etc., which are not being used since with them we can make or finish a certain product, by virtue of throwing them away, burning them or selling them. The purpose of the study is to characterize the wood waste generated in carpentry workshops in the municipality of Camoapa. The research was of a non-experimental type, for the collection and analysis of primary information, a semi-structured survey was applied to the owners of ten carpentry workshops. The variables evaluated were: wood residues, use of residues and alternatives for use. The data were analyzed using frequency distribution and histograms, for the design of alternatives the SWOT matrix (Weaknesses, Threats, Strengths, Opportunities). It was found that the types of wood waste generated are sawdust in greater quantity, dust, cuttings and colochos in a smaller percentage, they are collected weekly and sometimes daily. The volume of waste generated per cleaning time ranges between 2 kg and 9 kg. 60 % of the workshops make a selection of the waste produced, those who do not argue that they cannot waste their time in this task. 50 % of the carpentry workshops use the waste to complement pieces of other products, on the other hand, the other percentage sell it to housewives and stables. The sale prices range from USD 0.031 a USD 0.093 per kg. 90 % of the owners of carpentry shops said they were interested in being trained to take advantage of wood waste. In conclusion, the waste generated in the carpentry workshops is not used, there is no selection and storage, they are all mixed in one place. An alternative is to use them to make by-products, from a business perspective that generates foreign

Recibido: 26 de octubre del 2021
Aceptado: 4 de mayo del 2022



Copyright 2022. Universidad Nacional Agraria (UNA).

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 edgardo.jimenez@ci.una.edu.ni

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

son aprovechados, no se realiza selección y almacenamiento, todos se encuentran mezclados en un solo lugar. Una alternativa es usarlos para elaborar subproductos, desde una perspectiva empresarial que genere divisas y disminuya los costos de producción.

Palabras clave: árbol, carbón, industria forestal, industria maderera, leña, material de construcción.

exchange and reduces production costs.

Keywords: Tree, coal, forest industry, wood industry, firewood, construction material.

La industria de la madera genera grandes volúmenes de residuos desde el proceso de explotación, hasta la obtención del producto final. De acuerdo con Zanni (2008):

La madera por su gran valor decorativo, junto a las excelentes propiedades físicas mecánicas que presenta, es materia prima de fácil acceso que puede elaborarse sin necesidad de equipos sofisticado, razones que fundamentan su empleo en forma ininterrumpida a través de los siglos. (p.13)

La madera es uno de los materiales más antiguos que se ha empleado en la construcción, y uno de los pocos materiales considerados polivalente. Aguilar y Guzowski (2011) afirman que:

La madera representa algo muy importante en la vida del hombre, con ella se han elaborado herramientas, armas y una gran variedad de artículos, desde los más simples hasta verdaderas obras de arte. Fue uno de los primeros materiales utilizados por el hombre para construcción de viviendas, herramientas para cazar y fabricación de utensilios (p. 8).

La industria de la construcción de madera genera grandes volúmenes de residuos, una de las mayores productoras de residuos sólidos que no están siendo aprovechados, ya que con ellos podemos hacer o terminar un determinado producto, en virtud de botarlos, quemarlos o venderlos.

La Confederación Española de Empresarios de la Madera [CONFEMADERA] (2004), asegura que entre los residuos de madera que se generan en las empresas de fabricación de mobiliario se encuentran el serrín, las virutas, los restos de chapa y tablero, los recortes de madera, todos recuperables como materia prima en otros puntos del sector, prolongando su vida útil (p.11).

Existen una serie de vías para el aprovechamiento de los residuos especialmente el aserrín, el cual es frecuentemente utilizado para la producción de pulpas, papel, tableros, fertilizantes, pero en los países que no cuentan con estas tecnologías su utilización como combustible es lo más corriente (Palacios *et al.*, 2006).

La problemática asociada a los residuos de la industria de la madera, su gestión y aprovechamiento, debe comenzar por la sensibilización del sector maderero, buscando que los procesos productivos puedan generar beneficios, es decir que se revaloricen esos residuos.

El presente estudio se realizó con el fin de caracterizar los residuos de madera generados en talleres de carpintería del municipio de Camoapa, determinar el manejo que se les da, para proponer alternativas de transformación que ayuden a minimizar el impacto ambiental y obtener otros beneficios para los dueños de los talleres.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó en el municipio de Camoapa, departamento de Boaco que dista a 115 km de la capital Managua. Su economía está basada principalmente en la agricultura y la ganadería, lo informa el Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal (INIFOM, 2016), esta última la constituye una de las regiones ganaderas más prósperas de Nicaragua; otra industria importante es la artesanía del cuero y el tejido de los sombreros de pita (*Carludovica palmata*).

El estudio es no experimental y de tipo descriptivo; las técnicas implementadas fueron observación directa para identificar los residuos generados y aplicación de una encuesta semiestructurada a los dueños de las carpinterías para determinar el manejo que se les da a los residuos. Las variables utilizadas fueron: residuos de madera, uso de los residuos y alternativas para el uso de los residuos.

La muestra seleccionada fue de 10 talleres de carpintería de 17 existentes en el municipio, los restantes no estuvieron dispuestos a brindar información, aduciendo que sus talleres son relativamente pequeños, no cuentan con local propio, los trabajos los realizan fuera y de manera ocasional, aunque Matuz y Amador (2015), aseguran que sólo dos talleres están inscritos en la Alcaldía Municipal.

Organizados los datos, se hizo un análisis de estadística descriptiva en los programas Microsoft Excel 2016 e IBM SPSS Statistics 25. Para la definición de las alternativas de transformación de los residuos se utilizó el procedimiento de análisis de la matriz DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades).

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La industria de la madera genera grandes volúmenes de residuos durante el proceso de explotación, elaboración y obtención del producto final.

Tipos de residuos de madera. En el caso de los tipos de residuos de madera generados por las carpinterías del municipio de Camoapa, encontramos aserrín en mayor cantidad, colicho, polvo y recortes en menor cantidad; todos ellos son recuperables como materia prima prolongando su vida útil.

En relación con el tiempo de recolección de los residuos, el 60 % de los encuestados indican que limpian el área de transformación de la madera cada semana, en cambio, el 40 % hacen limpieza todos los días, después de culminada la jornada de trabajo.

En cuanto al volumen de producción de residuos, el 70 % señala que generan 9 kg de residuos según el tiempo de limpieza, el 20 % genera 4 kg y el 10 % genera 2 kg.

La Confederación Española de Empresarios de la Madera [CONFEMADERA] (2004), asegura que de “los residuos de madera que generan las carpinterías y fábricas de muebles, pueden recuperarse las astillas, aserrín, recortes, virutas y restos de tableros”. Adicional, Lesme y Oliva (2007) afirman que “la elaboración de la madera incluye aserrado, descortezado y despulpe, en estos procesos se producen determinados desechos o subproductos como son: aserrín y pedazos de madera de pequeñas dimensiones como astillas, virutas y costaneras”.

Manejo de los residuos de madera. Los dueños de talleres no le dan ningún tipo de aprovechamiento a estos residuos, que bien les generaría ganancias económicas. Sólo el 60 % realizan la selección de los desechos producidos, mientras el 40 % no lo hacen, argumentando que no pueden perder su tiempo en esa tarea, debido a que los residuos se mezclan inevitablemente en el piso por el espacio reducido en que se trabaja.

En este sentido, Matuz y Amador (2015) coinciden que el 60 % de los dueños de talleres lo hacen de manera inapropiada, porque no hacen selección por tipos de residuos si no que lo recogen y lo echan en un saco para regalarlo o venderlo y las personas que lo reciben lo utilizan como leña para fuego (p. 24).

Además, se pudo constatar que los residuos se ubican en la misma área de trabajo o si no fuera del taller sin ver las consecuencias que esto les podría ocasionar. Un 30 % destinan un lugar para almacenar los residuos, una esquina del área de transformación de la madera, en otros casos usan sacos para la recolección; pero en ninguno de los casos es un lugar adecuado, en cambio un 70 % de los talleres no tienen ningún tipo de almacenamiento.

De los talleres que hacen uso de almacenamiento de la madera, Matuz y Amador (2015) encontraron que el 70 % no cuentan con un lugar específico para resguardar la materia prima, no hacen separación por tipo de madera y los espacios son muy pequeños, sólo el 30 % cuenta con las condiciones de espacio apropiado para almacenar. (p.11)

Además, mediante la observación directa realizada a los talleres de carpintería, se pudo constatar que los residuos se ubican en la misma área de trabajo o si no fuera del taller sin ver las consecuencias que esto les podría ocasionar.

El estudio refleja que los dueños de talleres de carpintería hacen uso de los residuos en dos formas: el 50 % los utiliza para complementar piezas de otros productos, como curativo de maderas dañadas en mezcla de pegamento con aserrín fino y como combustibles. El otro 50 % lo venden, a las amas de casa quienes los utilizan para la combustión en las cocinas y los dueños de caballerizas para la cobertura de pisos en el cuidado de los equinos. Los precios de venta oscilan entre USD 0.031 a USD 0.093 el kg, siendo USD 0.031 el precio más frecuente, en el que es comprado por sus diferentes clientes.

Aunado a los problemas de capacidad que enfrentan los talleres de carpinterías, Pomareda, Brenes y Figueroa (1998) señalan como problema adicional, “el desaprovechamiento de los residuos y retazos, dado que no se utilizan para elaborar productos de madera prensada, briquetas y otros”. (p. 36). El manejo inadecuado de residuos es otro punto a considerar, aunque en este caso el problema es minimizado por el consumo de leña, que absorbe buena parte de estos desechos.

Los residuos de la madera pueden utilizarse de diversas maneras, pero su aprovechamiento es mínimo, por la falta de conocimiento, debido en parte a que sólo el 20 % de los propietarios ha recibido algún tipo de capacitación orientada al manejo de los residuos.

La obsolescencia de los equipos, el desaprovechamiento de los residuos y una inadecuada capacitación del personal, conducen a altos niveles de desperdicio. El 90 % de los dueños de talleres afirmaron tener interés en ser capacitados para aprovechar los residuos de madera, para potencializar sus conocimientos y mejorar los ingresos de su unidad productiva. En cambio, el 10 % fue enfático al decir que no le interesa aprovechar los residuos.

La obsolescencia de los equipos conduce a altos niveles de desperdicio, una inadecuada capacitación del personal y su actitud hacia el desperdicio, y que los aserraderos ya han quedado muy distantes de las actuales y posibles zonas de extracción (Pomareda *et al.*, 1998, p. 36) son problemas adicionales al manejo de los residuos.

Es indudable la necesidad de una adecuada gestión de los residuos de madera encaminada a un mejor aprovechamiento de los recursos naturales y al respeto del

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

ambiente en el presente y en el futuro. Se encontró que la temática de interés de los dueños de talleres de carpinterías es la clasificación, recolección y almacenamiento de los residuos.

Alternativas de uso de los residuos de madera. La matriz DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas, Oportunidades) hace referencia a los factores internos (fortalezas y debilidades) y factores externos (oportunidades y amenazas) de una empresa. El Instituto Politécnico Nacional [IPN] (2002), indica que identificadas las DAFO se realiza un análisis para determinar cómo afecta cada factor. Después de obtener una relación lo más exhaustiva posible, se ponderan y ordenan por importancia a efecto de quedarnos con los que revisten mayor importancia para el objeto de estudio.

El resultado del análisis DAFO permite concretar a través de una tabla resumen la evaluación de los puntos fuertes y débiles de la empresa (competencia o capacidad para generar y sostener sus ventajas competitivas) con las amenazas y oportunidades externas; en coherencia con la lógica de que la estrategia debe lograr un adecuado ajuste entre su capacidad interna y su posición competitiva externa (Promove Consultoria e Formación SIne, 2012, p.15)

Para definir las alternativas se identificaron las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades en los talleres de carpinterías en relación con los residuos de la madera generados (Cuadro 1).

Alternativas minimizar debilidades – minimizar amenazas

- Implementar campañas de educación a los dueños de carpinterías sobre el manejo adecuado de los residuos para minimizar daños ambientales y problemas de salud en los trabajadores.
- Adquirir tecnología apropiada para la reutilización de los residuos de madera.
- Separar y depositar los residuos en contenedores determinados por los talleres de carpinterías.

Alternativas minimizar debilidades– maximizar oportunidades

- Utilizar los residuos que se obtienen de la producción diaria, para la fabricación de artesanías, adornos y otros subproductos que generen otros ingresos económicos.
- Facilitar técnicas de desarrollo de capacidades para reutilizar los residuos de madera mediante capacitaciones.

Alternativas maximizar fortalezas – maximizar oportunidades

- Generar energía con la utilización de los residuos de madera. La transformación de biomasa en gas se puede realizar haciendo uso de un gasificador en el que se seca la materia prima, se le quita todo el líquido que posee; después viene la combustión y la gasificación.
- Aprovechar los residuos de madera en la fabricación de

Cuadro 1. Matriz DAFO de la actividad en los talleres de carpintería en relación con los residuos de madera

Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Los talleres no cuentan con equipos para el procesamiento de los residuos • En la mayoría de los talleres no se hace selección de los residuos, se encuentran mezclados • Carencia de un lugar para almacenar los residuos de madera en talleres • Dificultad en la obtención de información y en el desarrollo de capacidades para reutilizar los residuos de madera 	<ul style="list-style-type: none"> • Apropiación lenta de tecnología en Nicaragua para el reciclaje • No existe una cultura para el consumo de productos reciclados de madera en la población de Camoapa • Riesgos de inseguridad para el personal por ser estos desechos altamente combustibles que producen enfermedades respiratorias y de la piel.
Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad de residuos • Interés en nuevos conocimientos para la utilización de los residuos 	<ul style="list-style-type: none"> • Existe información de tratamientos para reciclar • Promoción por las instituciones del uso de los residuos • Existe mercado para productos reciclados

El análisis DAFO, cuando se realiza de la forma apropiada, lleva a la empresa a identificar sus factores estratégicos de éxito (y también los críticos), para usarlos y apoyar en ellos los cambios organizacionales: consolidando las fortalezas, minimizando las debilidades, aprovechando las ventajas de las oportunidades, y eliminando o reduciendo las amenazas. (Promove Consultoria e Formación SIne, 2012, p. 16)

- compost, los residuos se descomponen convirtiéndose en abono orgánico rico en nutrientes, que después se emplea como fertilizante.
- Comercializar los residuos de madera (aserrín y viruta) con dueños de granjas de ganado mayor y menor.
- Utilizar los residuos en la construcción de hornos para secado de madera; el aserrín puede ser usado en la etapa de precalentamiento.

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

-Transformar de manera artística los desechos de madera en atractivos adornos de pared, mesa y objetos útiles para el hogar.

Alternativas maximizar fortalezas – minimizar amenazas

- Capacitación a los dueños de talleres en clasificación, recolección y almacenamiento de residuos.
- Utilizar los residuos de madera en base a tecnología existente y técnicas de fácil apropiación.
- Confeccionar planes de negocios para la reutilización de los residuos de la madera.

CONCLUSIONES

Los tipos de residuos en los talleres de carpinterías de madera en la ciudad de Camoapa corresponden a aserrín, virutas, astillas, recortes de madera; todos ellos son recuperables como

materia prima prolongando su vida útil. La mayor cantidad es del tipo aserrín y colochos.

Existe mal manejo de los residuos, porque el almacenamiento de los residuos en los talleres se realiza en un solo sitio y sin separación por tipo que permita su reciclaje. Es necesario concientizar a los propietarios y trabajadores sobre la importancia del reciclaje, pues resulta fundamental minimizar la generación de éstos en el proceso y promover su uso para la elaboración de nuevos productos o como insumos para otros usos como artesanías, terminar acabados de muebles, adornos u otros subproductos, además es una alternativa desde una perspectiva empresarial, porque generaría otros ingresos económicos con menor costo de producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, J. y Guzowski, E. (2011). *Materiales y materias primas. Guía didáctica Capítulo 3: Madera*. <http://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/11/madera.pdf>
- Confederación Española de Empresarios de la Madera (2004). *Soluciones medioambientales en carpintería y mueble. Un modelo de reducción del impacto medioambiental del sector español de la madera*. <https://docplayer.es/13378512-Soluciones-medioambientales-en-carpinteria-y-mueble.html>
- Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal (2016). *Ficha municipal del Municipio de Camoapa*. <http://www.inifom.gob.ni/municipios/documentos/BOACO/camoapa.pdf>
- Instituto Politécnico Nacional (2002). *Proceso de la Matriz FODA*. http://www.Uventas.com/ebooks/Analisis_Foda.pdf
- Lesme, R. y Oliva, L. (2007). Factibilidad del empleo de los residuos de la industria de la madera para la obtención de energía eléctrica [Presentación de escrito]. *V Conferencia Internacional de Energía Renovable, Ahorro de Energía y Educación Energética (CIER)*.
- Matuz K. y Amador R. (2015). *Análisis del proceso de transformación de la madera comercializada en el municipio de Camoapa durante el período junio a septiembre 2015* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/3260/1/tne70m445.pdf>
- Palacios, A., Oliva, L., Lesmes, N. y Lesme, R. (2006). Coeficientes de residuos de la industria forestal. *Tecnología Química. Química*, 26(3), 26-29. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445543751004>
- Pomareda, C., Brenes, E. y Figueroa, L. (1998). *La industria de la madera en Nicaragua. Condiciones de competitividad*. <http://www.bionica.info/biblioteca/Pomareda1998IndustriaDeLaMadera.pdf>
- Promove Consultoria e Formación Sln. (2012). *Como elaborar el análisis DAFO. Cuadernos prácticos de gestión*. <https://docplayer.es/5537121-Como-elaborar-el-analisis-dafo-cuadernos-practicos-gestion-empresarial.html>
- Zanni, E. (2008). *Patología de la madera. Degradación y rehabilitación de estructuras de madera*. <https://books.google.com.ni/books?isbn=9871142587>

Sistemas silvopastoriles: una alternativa para la ganadería bovina sostenible

Silvopastoral systems: an alternative for sustainable cattle ranching

Camilo del Carmen Gutiérrez Bermúdez¹ Bryan Gustavo Mendieta Araica²

¹ Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5856-8940> / camilogutierrezeca@yahoo.es

² Universidad Nacional Agraria, Facultad de Ciencia Animal. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8077-7420> / bryan.mendieta@ci.una.edu.ni



RESUMEN

La producción de alimento demanda cada vez el uso de mayor cantidad de recursos, lo que constituye un reto para los productores, investigadores e instituciones relacionados al sector agropecuario. Esto conlleva a realizar cambios en los procesos productivos al intensificar las áreas de producción sin sobre explotar los recursos naturales. El presente trabajo tiene como objetivo valorar la importancia de los sistemas silvopastoriles como una alternativa en los sistemas ganaderos, de cara a la transición agroecológica. Para esto se realizó una revisión de literatura relacionada al efecto negativo de la ganadería en el ambiente, producción animal, sistemas silvopastoriles, plantas forrajeras, y ganadería agroecológica en los últimos diez años. Se definen las tendencias actuales en el contexto de la eficiencia en la aplicación de criterios sostenibles. Se concluye que la aplicación de estrategias productivas sostenibles conserva la diversidad biológica y preservan los recursos naturales, así mismo la implementación de sistemas silvopastoriles en la ganadería reducen las emisiones de gases de efecto invernadero y mejoran la productividad y eficiencia del sistema, constituyéndose como una opción para el productor.

Palabra clave: agroecología, sostenibilidad, diversificación.

ABSTRACT

Food production increasingly demands the use of a greater amount of resources, which constitutes a challenge for researchers and institutions related to the agricultural sector. This leads to changes in production processes by intensifying production areas without overexploiting natural resources. The present work aims to assess the importance of Silvopastoral systems as an alternative in livestock systems, facing the agroecological transition. For this, a review of literature related to the negative effect of livestock on the environment, animal production, silvopastoral systems, forage plants and agroecological livestock of the last ten years was carried out, where current trends are defined in the context of efficiency in the application of sustainable criteria. It is concluded that the application of sustainable production strategies conserves biological diversity and preserves natural resources, likewise the implementation of Silvopastoral systems in livestock reduce greenhouse gas emissions and improve the productivity and efficiency of the system, becoming an option for the producer.

Keywords: Agroecology, sustainability, diversification.

Recibido: 2 de febrero 2022
Aceptado: 13 de mayo del 2022



Copyright 2022. Universidad Nacional Agraria (UNA).

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 edgardo.jimenez@ci.una.edu.ni

La actividad agropecuaria enfrenta diversos desafíos, esto se debe a la necesidad de producir alimentos con relación al crecimiento constante de la población (López *et al.*, 2015). Se prevé que para 2050 se necesitará un aumento del 50 % al 70 % en la productividad alimentaria para alimentar a 9 000 millones de personas (Alders *et al.*, 2021). La creciente demanda de alimentos pone una gran presión en los recursos naturales y en el uso de combustibles fósiles, esto unido a la sobre explotación de los suelos hace imperativa la implementación de estrategias agroecológicas amigables con el ambiente.

De acuerdo a investigaciones realizadas por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2018), el aumento de los gases de efecto invernadero (GEI), producto de la actividad humana, altera de manera significativa la radiación atmosférica, esto conlleva a tener un efecto negativo sobre la forma de vida tanto en la superficie como debajo del suelo, así mismo, se ha catalogado la ganadería como una actividad perjudicial para el ambiente, debido a la contaminación propia del sistema y la quema de combustibles fósiles.

La producción de alimentos de origen agropecuario es considerada como una de las principales actividades humanas que contribuyen al calentamiento global por medio del aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero. El informe de IPCC (2018), menciona que en los últimos 200 años los niveles de CO₂ en la atmósfera han aumentado en aproximadamente 1.5 ppm (partes por millón) cada año y este comportamiento continúa en aumento; CO₂, incrementa considerablemente el efecto invernadero influyendo directamente en el clima, siendo la actividad ganadera una fuente importante de estas emisiones. Alrededor de 7.1 mil millones de toneladas de este gas proviene del sector ganadero, cantidad que podría reducirse en un rango de 14 % al 41 % si se incorporaran prácticas sostenibles en este sector (Moscoso *et al.*, 2017).

La actividad ganadera es considerada altamente contaminante por los residuos de material orgánico, patógenos y residuos farmacológicos a las fuentes de agua y al expandir la producción a zonas no aptas para esta actividad, generando: deforestación, degradación, compactación y erosión de los suelos (Moscoso *et al.*, 2017).

Dentro del sector ganadero, la intensificación de prácticas productivas que aplican principios agroecológicos, se constituye en una oportunidad para incrementar la eficiencia y la producción de biomasa comestible para el ganado, lo que conlleva a aportar materia orgánica al suelo (Murgueito *et al.*, 2016). Escobar *et al.* (2017), mencionan que, al acrecentar la materia orgánica se ocasiona una explosión de vida en el suelo, siendo una estrategia agroecológica la implementación de sistemas silvopastoriles una opción viable; Oliva *et al.*

(2019), reportan que la presencia de árboles en las áreas de pastos mejora la calidad del forraje y Delgado *et al.* (2020) explican que la presencia de árboles, principalmente de la familia Fabaceae, en los pastos mejoran la calidad de este y la calidad de la alimentación del ganado.

Dentro de las alternativas para una ganadería sustentable, son los sistemas silvopastoriles (SSP), que se basan en la interacción de plantas leñosas perennes (árboles o arbustos), leguminosas herbáceas y pastos, en diferentes arreglos y estratos para la alimentación del ganado bovino. El uso de sistemas silvopastoriles constituye una alternativa importante que puede incrementar la producción animal, mejorar la fertilidad del suelo y la calidad del forraje (Jose *et al.*, 2017).

METODOLOGÍA

En el presente documento se empleó la búsqueda de bibliografía científica durante los meses de noviembre 2021 a febrero 2022, en diferentes fases: primeramente se realizó una búsqueda de bibliografía en revistas científicas y bases de datos certificadas de la web, se auxilió de base de datos de Universidades y revista electrónicas, se condicionó la búsqueda únicamente a artículos científicos de los últimos diez años que abordaran temas relacionados al efecto negativo de la ganadería en el ambiente, producción animal, sistemas silvopastoriles, plantas forrajeras y ganadería agroecológica. Una segunda fase consistió en seleccionar la bibliografía mediante un análisis detallado y sintetizado del material bibliográfico consultado, para concretar de manera coherente la temática abordada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Importancia de la agroecología hacia los sistemas ganaderos sostenibles. La agroecología constituye un acercamiento práctico entre la ecología, aplicada al diseño y gestión de los agro sistemas, la protección de los recursos como un elemento de producción de alimentos, bienes y servicios. Esta ofrece las bases científicas y metodológicas para las estrategias de transición hacia la construcción de un nuevo paradigma de desarrollo, hacia sistemas sostenibles de producción (Queiroz, 2016). Autores como Altieri y Nicholls (2017), han realizado numerosos estudios del aporte de esta disciplina científica desde la perspectiva ecológica y considera a los ecosistemas agrícolas como las unidades fundamentales del estudio.

Estudio efectuado por Noguera-Talavera (2019), menciona que actualmente en Nicaragua las prácticas agropecuarias se desarrollan en suelos degradados, con baja productividad por el manejo deficiente y factores climáticos, por lo que se hace necesario la aplicación de métodos que promuevan la incorporación de mayor biodiversidad, resiliencia y elementos para alcanzar la sostenibilidad

ecológica y social. Espacio donde la agroecología recoge la visión de transición hacia una economía amigable con el ambiente desde lo local, a pequeña escala y con la recuperación de prácticas ancestrales que permiten la conservación del ambiente. (González y Alcántara, 2017).

La aplicación de esta disciplina no constituye una receta de tecnologías; constituye el empoderamiento de las familias productoras que aprovechan de manera sostenible los recursos ecológicos, sociales y económicos. Conceptualizando el diseño de agroecosistemas de producción sostenible, aplicando principios agroecológicos en su planeación (Noguera-Talavera, 2019).

El sector ganadero constituye un componente de importancia económica del sector primario que desarrolla la cría y la reproducción de animales domésticos. Estos sistemas ganaderos en Centro América están destinados al doble propósito, como lo menciona Gutiérrez y Mendieta (2018), al aseverar que este tipo de sistema son los predominantes en Nicaragua.

Los sistemas ganaderos en los países en desarrollo tendrán una reducción significativa, debido al cambio climático (Vignola *et al.*, 2015). Para enfrentar estos efectos en la producción ganadera, Murgueitio *et al.* (2019) suscitan la utilización de la agroforestería pecuaria y los sistemas silvopastoriles intensivos. Algunos autores como Silva *et al.* (2017) proponen la rehabilitación optimizada de los pastizales, mediante el establecimiento de árboles y arbustos de importancia en la alimentación del ganado.

Estudio efectuado por Chará *et al.* (2017), mencionan que la demanda de alimentos de origen animal es cada vez mayor, por lo que los sistemas de producción que incorporan árboles para producir biomasa aportan de manera significativa alimento en la dieta de los animales. Murgueitio *et al.* (2016), hacen referencia a la necesidad de intensificar los sistemas silvopastoriles, haciendo relación con la productividad y eficiencia, para alcanzar la sostenibilidad.

Estos mismos autores mencionan que en los sistemas Silvopastoriles se obtienen entre 4.5 y 12 veces mayor cantidad de carne bovina en comparación con los sistemas tradicionales, así mismo, se hace referencia al aporte positivo en la reducción de los gases de efecto invernadero al incrementarse los depósitos de carbono en las plantas y en el suelo.

Los sistemas silvopastoriles como alternativa para una ganadería sostenible. La conjunción de políticas gubernamentales mal enfocadas y el uso de tecnologías de forma irracional generan un acelerado deterioro en los recursos naturales, gran parte de la responsabilidad en este detrimento es atribuida de forma directa a los sistemas de producción animal y es así como Calle *et al.* (2013) concluye que la transformación ambiental de la ganadería es una de las mayores prioridades en América Latina y el Caribe.

La actividad ganadera actualmente demanda grandes cantidades de suelo para el establecimiento de pastura o aprovechamiento de pasturas naturales, actividad asociada con deforestación y altas contribuciones a las emisiones GEI de origen antropogénico -genera el 37 % de metano y 65 % de emisiones de óxido nitroso- donde la sostenibilidad de los sistemas ganaderos es cada vez más preocupante, enfrentando la necesidad de crear ambientes eficientes para la adaptación al cambio climático.

Dentro de los impactos ambientales de la ganadería de mayor relevancia en la actualidad está el efecto en el clima a través de las emisiones de gases de efecto invernadero. La producción animal contribuye en un 18 % del total de emisiones de gases invernadero, debido a las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) por la transformación del uso del suelo, emisiones de metano (CH₄), la fermentación y manejo del estiércol, y emisiones de óxido nitroso (N₂O) (Sejian *et al.*, 2015).

La productividad ganadera, esto es la capacidad de los diferentes factores de producción del sistema, está relacionada con las prácticas técnicas adoptadas o con el nivel tecnológico de la explotación. La agroecología constituye un acercamiento práctico, es por ello que los sistemas silvopastoriles que combinan de forma simultánea árboles o arbustos con plantas herbáceas o volubles y animales domésticos herbívoros, representan una alternativa de producción (Montagnini, 2015).

La producción ganadera requiere detener la degradación del capital natural y social, para generar de forma simultánea, bienes de alta calidad y mantener los servicios ambientales que demanda la sociedad (Alonso, 2011; Aynekulu, 2020 y Rojas-Downing, 2017) y la incorporación de árboles y arbustos forrajeros en arreglos silvopastoriles como practica imprescindible para la producción pecuaria. Chará *et al.* (2017) afirman que los sistemas silvopastoriles son una opción tecnológica viable para el sector ganadero, mejorando los rendimiento y sin causar daños ambientales, por su parte Gallardo *et al.* (2019), mencionan que este tipo de sistema reduce el impacto al ambiente al minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero, y por la incorporación de especies arbustivas y leñosas en las pasturas, diversificando la dieta de los animales y preservando el suelo de la degradación.

Los sistemas silvopastoriles proporcionan contextos diversos que representan hábitats que conservan la biodiversidad, siendo las comunidades de aves las de mayor presencia (Rozo *et al.*, 2021). Por lo cual Williams *et al.*, (2020), divulgaron que estos sistemas constituyen nuevos escenarios o hábitats ante las amenazas del avance del sector agropecuario.

Autores como Baldassini y Paruelo (2020), reportan que este tipo de sistemas ganaderos, reducen la deforestación para establecer pastura al proporcionar forraje a los animales,

esto conlleva a la preservación de los bosques, la diversidad biológica en el suelo y la conservación del recurso hídrico y la diversidad animal.

Los sistemas silvopastoriles, proporcionan refugio a animales silvestre y en especial a la entomofauna presente en el suelo, donde estos organismos realizan diversas funciones siendo el reciclaje de nutrientes el de mayor importancia (Chávez Suárez *et al.*, 2016), otros autores como Gutiérrez *et al.* (2020) y Hernández-Chávez *et al.* (2020) publicaron que los sistemas silvopastoriles conservan la diversidad tanto en la superficie como por debajo del suelo, siendo un indicador de equilibrio ecológico.

Los beneficios de los sistemas silvopastoriles en términos del incremento en el contenido de carbono, la retención de humedad, el reciclaje de nutrientes y la activación de la cobertura vegetal y la diversificación, constituyen una opción para la rehabilitación de los sistemas ganaderos con la incorporación del estrato arbóreo. Estos, además de aumentar la producción de biomasa, generan servicios ambientales de captura de carbono y biodiversidad (Murgueitio *et al.*, 2019).

Estos sistemas son una de las soluciones más innovadoras para dar respuesta al desafío ganadero de producción sustentable. Siendo un conjunto variados de arreglos espontáneos o deliberados en los que interactúan en forma simultánea plantas leñosas perennes (árboles o arbustos), plantas herbáceas o volubles (pastos, leguminosas herbáceas y arvenses) y animales domésticos, llegando a cubrir mayores superficies, con menor inversión de capital y tiempo, donde muchas especies son dispersadas por los mismos animales (Murgueitio *et al.*, 2015).

Especies empleadas en los sistemas silvopastoriles.

Existen diversas familias botánicas, que son empleadas en la alimentación animal, siendo las leguminosas la principal familia utilizada, debido a su alto contenido de proteína y alta digestibilidad que incrementan el consumo, esto conlleva a reducir las emisiones de metano entre un 15 % y 30 %, dependiendo de la composición y cantidad de alimento suministrado. Las especies de árboles más utilizadas en estos sistemas son *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth, *Albizia lebbek* (L.) Benth. (Milera *et al.*, 2014).

Se han efectuados diferentes estudios con especies forrajeras sobre sus características agronómicas y nutricionales, así como, su impacto en la producción animal y adaptación a los cambios climáticos (Mejía-Díaz *et al.*, 2017).

Aspectos positivos de los sistemas silvopastoriles. Los sistemas silvopastoriles, son considerados como sistemas plásticos por su capacidad de modificar estructuralmente de forma directa la realidad, de acuerdo a Améndola *et al.*

(2016), Améndola *et al.* (2018) y Mancera *et al.* (2018), estos sistemas contribuyen al bienestar de los animales, al reciclaje de nutrientes y el incremento de la biota presente en el suelo (Palma y Anguiano, 2015), debido a la incorporación de biomasa al suelo. Murgueitio *et al.* (2019) indican que mejoran el confort de los animales y la incorporación de materia orgánica al suelo, contribuyen a mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo, así como la retención de humedad e incremento de la su biota.

Chávez *et al.* (2018) hacen mención que el incremento de la diversidad biológica en el suelo se ve favorecido con la incorporación de árboles y arbusto en las áreas de pastos, Cabrera *et al.* (2017) indican que, con el incremento de la diversidad, también se da el incremento de la funcionalidad y complejidad de las relaciones interespecífica, lo que conlleva al aumento de la productividad del sistema ganadero, en términos económicos y ambientales.

Estudio realizado por Díaz *et al.* (2014), demostraron que los sistemas ganaderos, pueden alcanzar la sostenibilidad al incorporar tecnologías bajas en insumos y un buen manejo de gramíneas, leguminosas y combinación de ambas en sistemas silvopastoriles, contribuyendo a mejorar las condiciones físicas y químicas del suelo, así como la relación planta-animal.

Chará *et al.* (2017) y Calle *et al.* (2017) mencionan que la ganadería sostenible es una opción alcanzable si se sustenta en procesos ecológicos, permitiendo la rehabilitación de los ecosistemas degradados y brindando servicios ambientales para preservar la biodiversidad y la regulación del ciclo hidrológico.

Aporte de los sistemas silvopastoriles hacia una productividad sustentable.

Los sistemas silvopastoriles además de brindar bienestar y alimento a los animales, en términos de productividad, reduce en 4 °C en comparación a los sistemas tradicionales: esto reduce el consumo de agua y pérdida de energía por parte de los animales (Améndola *et al.*, 2016). Estudio realizado por Rivera *et al.* (2016), al incluir *Leucaena leucocephala*, se reduce la huella de carbono de la carne y leche hasta en un 12 %, en relación con un sistema intensivo, de igual manera Harrison *et al.* (2015), expresan que las emisiones de gases de efecto invernaderos son inferiores cuando se emplean sistemas silvopastoriles.

En lo referente a la oferta de agua de calidad y cantidad Murgueitio *et al.* (2015), señalan que la carga animal se puede incrementar hasta cuatro veces en sistemas silvopastoriles con respecto a los tradicionales cuando se combina con suplementos minerales; también Murgueitio (2017) plantea que estos sistemas alimentan a los animales durante la época crítica, al ofertar forraje de calidad en las cantidades requerida, brindándoles una mejor nutrición al ganado; en este tipo de sistema se incrementa la producción

CIENCIA ANIMAL

de leche, lo que contribuye a mejorar la calidad de vida de las familias.

Sistemas silvopastoriles y mitigación al cambio climático.

La relación del cambio climático con la ganadería es considerada una constante amenaza, debido a la liberación de gases de efecto invernadero a la atmósfera, principalmente metano, producto de la excreta de los animales. La búsqueda de prácticas que reduzcan dichas emisiones y preserven los recursos naturales son fundamentales.

Jiménez *et al.* (2019) afirman que los sistemas silvopastoriles reducen estas emisiones al incorporar Fabáceas en la alimentación animal. Estos mismos autores mencionan que al diversificar la dieta se incrementa la productividad y rentabilidad, por lo que no se incrementan las áreas de producción y se preserva el ambiente.

El manejo sostenible de los sistemas productivos, la protección de los ecosistemas, la restauración ecológica, la educación ambiental, el rescate de los saberes tradicionales y el trabajo articulado entre organizaciones, instituciones y comunidades, son acciones estratégicas que según Gutierrez *et al.* (2020) promueven la conservación de la biodiversidad en el sector ganadero.

Las emisiones de metano producto de la alimentación animal se reduce al suministrar forrajes y frutos tropicales, al analizar estudios efectuado por Castelán *et al.* (2014) y Ku-Vera *et al.* (2016) en cámara respiratoria determinaron que las emisiones de metano se reducen cuando se emplean estos alimentos en la dieta de los animales. Esto lo confirma Jiménez-Ruiz. (2019), quien comprobó que los efectos negativos de la ganadería ante el cambio climático se reducen cuando se emplean sistemas Silvopastoriles.

Pineiro-Vázquez *et al.* (2017), publicaron que la incorporación de materia seca de forraje de arbustivas forrajeras en la dieta de los animales reduce las emisiones de CO2 hasta en 87.6 kilogramos para producir un kilogramo de carne, mejorando la nutrición y salud del ganado.

La sostenibilidad de los sistemas ganaderos y reducción de los efectos negativos en el clima se podría alcanzar al sustituir el modelo productivo tradicional por sistemas Silvopastoriles manejados de manera inteligente al incorporar árboles y arbustos de alto valor nutricional para el ganado, mejorando la productividad en términos generales del sistema (Murgueitio, 2017; Chará *et al.*, 2017).

El sector ganadero tradicional está fundamentado en el establecimiento de pastura que demanda uso de fertilizantes, debido al elevado consumo de forraje fresco rico en proteínas, en cambio los sistemas silvopastoriles con especies forrajeras fijadoras de nitrógeno, reducen estas demandas y disminuyen la contaminación ambiental, así como los costos de producción en los sistemas ganaderos.

CONCLUSIÓN

Los sistemas silvopastoriles tienen un impacto positivo en la producción, calidad del forraje destinado a la alimentación animal y en la reducción del daño ambiental causado por la actividad ganadera. Así mismo, la implementación de estos sistemas permite el incremento de la carga animal por área y el rendimiento en carne y leche por hectárea, incluso, proporciona un ambiente propicio para mejorar la biota edáfica y fauna asociada al sistema, constituyéndose en una opción recomendable para el productor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alders, R. G., Campbell, A., Costa, R., Guèye, E. F., Hoque, M. A., Perezgrovas-Garza, R., Rota, A., & Wingett, K. (2021). Livestock across the world: diverse animal species with complex roles in human societies and ecosystem services. *Animal Frontiers*, 11(5), 20–29. <https://doi.org/10.1093/af/vfab047>

Alonso, J. (2011). Los sistemas silvopastoriles y su contribución al medio ambiente. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 45(2), 107-115. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193022245001.pdf>

Altieri, M. A. & Nicholls, C. I. (2017). Agroecology: a brief account of its origins and currents of thought in Latin America. *Agroecol. Sustain. Food Syst*, 41(3-4), 231-237. <https://doi.org/10.1080/21683565.2017.1287147>

Améndola, L., Solorio, F. J., Ku-Vera, J. C., Améndola-Massioti, R. D., Zarza, H. & Galindo, F. (2016). Social behaviour of cattle in tropical silvopastoral and monoculture systems. *Animal*, 10(5), 863-867. <https://doi.org/10.1017/s1751731115002475>

Améndola, L., Solorio, F. J., Ku-Vera, J., Améndola-Massioti, R. D., Zarza, H., Mancera, K. F., & Galindo, F. (2018). A pilot study on the foraging behaviour of heifers in intensive silvopastoral and monoculture systems in the tropics. *Animal*, 13(3), 606-616. <https://doi.org/10.1017/s1751731118001532>

Aynekulu, E., Suber, M., Van Noordwijk, M., Arango, J., Roshetko, J. M., & Rosenstock, T. S. (2020). Carbon Storage Potential of Silvopastoral Systems of Colombia. *Land*, 9(9), 309. <https://doi.org/10.3390/land9090309>

Baldassini, P. y Paruelo, J. M. (2020). Sistemas agrícolas y silvopastoriles en el Chaco Semiárido. Impacto sobre la productividad primaria. *Ecología Austral*, 30(1), 45-62. <https://doi.org/10.25260/EA.20.30.1.0.961>

Cabrera, G., Socarrás, A., Hernández, G., Ponce de León, D., Menéndez, Y. y Sánchez, J. (2017). Evaluación de la macrofauna como indicador del estado de salud en siete sistemas de uso de la tierra, en Cuba. *Pastos y Forrajes*, 40(2), 118-126. <https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path%5B%5D=1948>

CIENCIA ANIMAL

- Calle, Z., Giraldo, A. M., Cardozo, A., Galindo, A., & Murgueitio, E. (2017). Enhancing biodiversity in neotropical silvopastoral systems: use of indigenous trees and palms. En F. Montagnini (Ed.), *Integrating landscapes: agroforestry for biodiversity conservation and food sovereignty* (pp. 417-438). Springer.
- Calle, Z., Murgueitio, E., Chará, J., Molina, C. H., Zuluaga, A. F., & Calle, A. (2013). A Strategy for Scaling Up Intensive Silvopastoral Systems in Colombia. *Journal of Sustainable Forestry*, 32(7), 677-693. <https://doi.org/10.1080/10549811.2013.817338>
- Castelán-Ortega, O. A., Ku-Vera, J. C. & Estrada-Flores, J. (2014). Modeling methane emissions and methane inventories for cattle production systems in Mexico. *Atmósfera*, 27(2), 185-191. <https://www.revistascca.unam.mx/atm/index.php/atm/article/view/45525>
- Chará, J., Rivera, J., Barahona, R., Murgueitio, E., Deblitz, C., Reyes, E., Martins, R., Molina, J., Flores, M., & Zuluaga, A. (2017). Intensive silvopastoral systems: economics and contribution to climate change mitigation and public policies. En F. Montagnini (Ed.), *Integrating landscapes: Agroforestry for biodiversity conservation and food sovereignty* (pp. 395-416). Springer.
- Chávez Suárez, L., Labrada Hernández, Y. y Álvarez Fonseca, A. (2016). Macrofauna del suelo en ecosistemas ganaderos de montaña en Guisa, Granma, Cuba. *Pastos y Forrajes*, 39(3), 111-115. http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v39n3/en_pyf05316.pdf
- Chávez Suárez, L., Labrada, Y., Rodríguez García, I., Álvarez Fonseca, A., Bruqueta Yero, D. y Licea Castro, L. (2018). Caracterización de la macrofauna edáfica en un pastizal de la provincia Granma. *Centro Agrícola*, 45(4), 43-48
- Delgado, G. R., Echevarría, M., Trillo, F., Hidalgo, V., Aguirre, L., Robles, R. y Núñez, J. (2020). Efecto del faique (*Acacia macracantha*) sobre el valor nutricional del pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq.) en un sistema silvopastoril. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 31(1), e17562. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/veterinaria/article/view/17562/14806>
- Díaz-Porres, M., Macarena, H., Duhour, A. E. y Momo, F. R. (2014). Artrópodos del suelo: relaciones entre la composición faunística y la intensificación agropecuaria. *Ecología Austral*, 24(3), 327-334
- Escobar, A. C., Filella, J. B. y González, N. A. (2017). Estudio comparativo macrofauna del suelo en sistema agroforestal, potrero tradicional y bosque latifoliado en microcuenca del trópico seco, Tomabú, Nicaragua. *Revista Científica de FAREM-Esteli*, (22), 39-49. <https://doi.org/10.5377/farem.v0i22.4520>
- Gallardo, C. A., Vargas, L. S., Bustamante, G. A., Nahed, T. J., Ramírez, B. E. y Casiano, V.M.A. (2019). Riesgos climáticos y modos de vida de las familias productoras de ganado bovino en la Costa Chica, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, (22), 169-178. <https://www.revista.cuba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/2650/1229>
- González, G. C. y Alcántara, H. T. R. (2017). Agroecología y sustentabilidad. Hacia una economía verde. *Administración y Organizaciones*, 19(37), 35-54.
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2018). Informe especial del IPCC sobre los impactos de un calentamiento global de 1, 5° C y las sendas de emisión relacionadas. https://josechuferreras.files.wordpress.com/2019/02/ipcc_informe_especial_15pdf_tcm30-485656.pdf
- Gutiérrez-Bermúdez, C. C., Mendieta-Araica, B. G. y Noguera-Talavera, Á. J. (2020). Composición trófica de la macrofauna edáfica en sistemas ganaderos en el Corredor Seco de Nicaragua. *Pastos y Forrajes*, 43(1), 32-40. <https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path%5B%5D=2102>
- Harrison, M. T., McSweeney, C., Tomkins, N. W., & Eckard, R. J. (2015). Improving greenhouse gas emissions intensities of subtropical and tropical beef farming systems using *Leucaena leucocephala*. *Agricultural Systems*, (136), 138-146. <http://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.03.003>
- Hernández-Chávez, M. B., Ramírez-Suárez, W. M., Zurita-Rodríguez, A. A. y Boulandier, M. N. (2020). Biodiversidad y abundancia de la macrofauna edáfica en dos sistemas ganaderos en Sancti Spiritus, Cuba. *Pastos y Forrajes*, 43(1), 18-25. <https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path%5B%5D=2109>
- Jiménez Ruíz, E. R., Fonseca González, W. y Pazmiño Pesantez, L. (2019). Sistemas silvopastoriles y cambio climático: estimación y predicción de biomasa arbórea. *La Granja. Revista de Ciencias de la Vida*, 29(1), 45-55. <https://lagranja.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/29.2019.04/3132>
- Jose, S., Walter, D. & Mohan, K. (2017). Ecological considerations in sustainable silvopasture design and management. *Agroforestry Systems*, 93(1), 317-331. <https://doi.org/10.1007/s10457-016-0065-2>
- Ku-Vera, J. C., Piñeiro Vázquez, A. T., Canul Solís, J. R., Albores Moreno, S., González Muñoz, J. C., Lazos Balbuena, F., Ayala Burgos, A. J., Aguilar Pérez, C. F. y Solorio Sánchez, F. J. (2016). Mitigación de las emisiones de metano entérico en rumiantes alimentados con follaje y frutos de árboles y arbustos tropicales.
- López, O., Lamela, L., Montejo, I. L. y Sánchez, T. (2015). Influencia de la suplementación con concentrado en la producción de leche de vacas Holstein x Cebú en silvopastoreo. *Pastos y Forrajes*, 38(1), 46-54. <https://www.redalyc.org/pdf/2691/269138824005.pdf>
- Mancera, K., Zarza, H., López de Buen, L., Carrasco, A. Montiel, F. & Galindo, F. (2018). Integrating links between tree coverage and cattle welfare in silvopastoral systems evaluation. *Agronomy for Sustainable Development*, (38), <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0497-3>
- Mejía-Díaz, E., Mahecha-Ledezma, L. y Angulo-Arizala, J. (2017). *Tithonia diversifolia*: especie para ramoneo en sistemas silvopastoriles y métodos para estimar su consumo. *Agronomía Mesomericana*, 28(1), 289-302. <https://doi.org/10.15517/am.v28i1.22673>
- Milera, M., López, O. y Alonso, O. (2014). Principios generados a partir de la evolución del manejo en pastoreo para la producción de leche bovina en Cuba. *Pastos y Forrajes*, 37(4), 382-391. <https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path%5B%5D=1813>

- Montagnini, F., Somarriba, E., Murgueitio, E., Fassola, H. y Eibl, B. (2015). Sistemas agroforestales funciones productivas, socioeconómicas y ambientales. CIPAV; CATIE. https://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/11554/7124/1/Sistemas_Agroforestales.pdf
- Moscoco, J. E., Franco, F., San Martín, F., Olazábal, J., Chino, L. B. y Pinares-Patiño, C. (2017). Producción de metano en vacunos al pastoreo suplementados con ensilado, concentrado y taninos en el Altiplano Peruano en época seca. *Revista de investigaciones veterinarias del Perú*, 28(4), 822-833. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/veterinaria/article/view/13887>
- Murgueitio, E. (2017). El mundo pide una ganadería amiga de la naturaleza y de la gente. *Angus & Brangus de Colombia*, (14), 15-18.
- Murgueitio, E., Chará, J., Barahona, R., & Rivera, J. E. (2019). Development of sustainable cattle rearing in silvopastoral systems in Latin America. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 53(1), 65-71. <http://scielo.sld.cu/pdf/cjas/v53n1/2079-3480-cjas-53-01-65.pdf>
- Murgueitio, E., Flores, M., Calle, Z., Chará, J., Barahona, R., Molina, C. H. y Uribe, F. (2015). Productividad en sistemas silvopastoriles intensivos en América Latina. En F. Montagnini, E. Somarriba, E. Murgueitio, H. Fassola y B. Eibl (Eds.), *Sistemas Agroforestales. Funciones productivas, socioeconómicas y ambientales* (pp. 59-101). https://www.researchgate.net/profile/Rolando-Barahona-Rosales-2/publication/277014127_PRODUCTIVIDAD_EN_SISTEMAS_SILVOPASTORILES_INTENSIVOS_EN_AMERICA_LATINA/links/555eb63008ae8c0cab2c7915/PRODUCTIVIDAD-EN-SISTEMAS-SILVOPASTORILES-INTENSIVOS-EN-AMERICA-LATINA.pdf
- Murgueitio, E., Barahona, R., Flores, M., Chará, J. y Rivera, J. E. (2016). Es posible enfrentar el cambio climático y producir más leche y carne con sistemas silvopastoriles intensivos. *Ceiba*, 54(1), 23-30. <https://doi.org/10.5377/ceiba.v54i1.2774>
- Noguera-Talavera, Á., Salmerón, F. y Reyes-Sánchez, N. (2019). Bases teórico-metodológicas para el diseño de sistemas agroecológicos. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Cuyo*, 51(1), 273-293. <https://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/RFCA/article/view/2451>
- Oliva, M., Collazos, R., Vásquez, H., Rubio, H. y Maicelo, J. (2019). Composición florística de especies herbáceas forrajeras en praderas naturales de las principales microcuencas ganaderas de la región Amazonas. *Scientia Agropecuaria*, 10(1), 109-117. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.01.12>
- Palma, J. M. y Anguiano, J. M. (2015). Sistemas silvopastoriles en el mejoramiento de los sistemas de producción bovina en ganadería de doble propósito en México.
- Pineiro-Vázquez, A. T., Canul-Solis, J. R., Alayon-Gamboa, J. A., ChayCanul, A. J., Ayala-Burgos, A. J., Solorio-Sanchez, F. J., Aguilar-Perez, C. F., & Ku-Vera, J. C. (2017). Energy utilization, nitrogen balance and microbial protein supply in cattle fed *Pennisetum purpureum* and condensed tannins. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, (101), 159-169.
- Queiroz, E. F. de. (2016). Construyendo a competitividad e a sustentabilidade nos cenários reais da agropecuária brasileira. *Pesq. Agropec. Bras.* 51(9). <https://doi.org/10.1590/S0100-204X20160009000ii>
- Rivera, J. E., Chará, J. y Barahona, R. (2016). Análisis del ciclo de vida para la producción de leche bovina en un sistema silvopastoril intensivo y un sistema convencional en Colombia. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 19(3), 237-251.
- Rojas-Downing, M. M., Pouyan Nejadhashemi, A., Harrigan, T., & Woznicki, S. (2017). Climate change and livestock: Impacts, adaptation, and mitigation. *Climate Risk Management*, 16, 145-163.
- Rozo, A. M., Lizcano, D. J., Arango, S. M., Suarez, Á. V., Daza, E. Á. y Acevedo-Charry, O. (2021). Diferencias en paisajes sonoros de sistemas silvopastoriles y potreros tradicionales del piedemonte llanero, Meta, Colombia. *Biota colombiana*, 22(1), 74-95. <https://doi.org/10.21068/c2021.v22n01a05>
- Sejian, V., Gaughan, J., Baumgar, L., & Prasad, C. (2015). *Climate Change Impact on Livestock: Adaptation and Mitigation*. Springer
- Silva, R. de O., Barioni, L. G., Julian Hall, J. A., Moretti, A. C., Fonseca-Veloso, R., Alexander, P., Crespolini, M., & Moran, D. (2017). Sustainable intensification of Brazilian livestock production through optimized pasture restoration. *Agricultural Systems*, 153, 201-211. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.02.001>
- Vignola, R., Harvey, C. A., Bautista-Solis, P., Avelino, J., Rapidela, B., Donatti, C., & Martinez, R. (2015). Ecosystem-based adaptation for smallholder farmers: definitions, opportunities and constraints. *Agric. Ecosyst. Environment*, 21, 126-132. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.05.013>
- Williams, B. A., Grantham, H. S., Watson, J. E. M., Alvarez, S. J., Simmonds, J. S., Rogéliz, C. A., Da Silva, M., Forero-Medina, G., Etter, A., & Nogales, J. (2020). Minimising the loss of biodiversity and ecosystem services in an intact landscape under risk of rapid agricultural development. *Environmental Research Letters*, 15(1). <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab5ff7>

Comportamiento de variables morfoestructurales y fanerópticas, en cabras (*Capra hircus*), de comunidades campesinas del municipio de Nindirí, Masaya

Behavior of morphostructural and phaneroptic variables in goats (*Capra hircus*) from peasant communities of the municipality of Nindirí, Masaya

Marlon Hernández Baca¹, Olga Carolina Cuarezma Estrada², Martha Lourdes Álvarez López³

¹ MSc. en sistemas integrales de producción en el trópico, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5488-8282> / marlonbaca614@gmail.com

² Graduada de la carrera de Ingeniería en Zootecnia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3410-701X> / ocuarzema73@gmail.com

³ Graduada de la carrera de Ingeniería en Zootecnia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5317-4659> / martha.alvarez95@hotmail.com
Universidad Nacional Agraria, Facultad de Ciencia Animal



RESUMEN

El presente estudio tuvo como propósito estudiar la variabilidad morfométrica, dimorfismo y faneróptica de cabras mestizas de comunidades rurales del municipio de Nindirí, Masaya. De una población total de 208 animales se evaluaron por muestreo aleatorio 35 individuos adultos, a los cuales se les determinaron, 13 medidas morfológicas, 13 fanerópticas, 9 índices zoométricos y las variables biológicas, edad y peso vivo. La edad y el peso vivo en los machos presentaron los menores valores, pero con mayor nivel de variación. Las medidas cefálicas, alzadas y en los diámetros longitudinal (DL) y dorso esternal (DDE) no presentaron un dimorfismo muy marcado entre sexos. El ancho de pecho (AP) y las medidas de la grupa, ancho (AG) y largo (LG), resultaron ligeramente mayores en las hembras, con niveles altos de variabilidad. Los perímetros torácicos y de la caña, tampoco presentaron diferencias muy marcadas entre ambos sexos. La homogeneidad morfoestructural de estos animales es alta, 76.92 % de las variables presentan un coeficiente de variación entre mediano a bajo (coeficiente de variación menor de 10 %), siendo las alzadas las que presentan las proporciones de variabilidad más bajas. En base a los índices etnológicos y de capacidad productiva, los animales serían morfológicamente, dolicocefalos, poco compactos, mediolíneos, convexilíneos y Braquimorfos. Los valores de los índices pelvianos longitudinal (IPEL) y transversal (IPET), revelan falta de actitud productiva especializada. En las faneras predominaron: capas, mucosas y pezuñas oscuras, pelo de longitud mediana y ausencia de raspil, calzón, perilla y mamellas. En las características morfológicas sobresalieron los perfiles fronto nasal recto, orejas medianas

ABSTRACT

This research was aimed to study the morphometric, faneroptic dimorphism and variability of crossbred goats from rural communities in the municipality of Nindirí. From a total population of 208 animals, 35 adult individuals were evaluated by random sampling, from which 13 morphological measures, 13 phaneroptics, 9 zoometric indices and the biological variables, age and live weight, were determined. Age and live weight in males presented the lowest values, but with the highest level of variation. The cephalic measurements raised and the longitudinal (DL) and dorsal sternal (DDE) diameters did not present a very marked dimorphism between sexes. Chest width (AP) and rump measurements, width (AG) and length (LG), were slightly greater in females, with high levels of variability. The thoracic and cane perimeters did not show very marked differences between both sexes. The morphostructural homogeneity of these animals is high, 76.92 % of the variables present a coefficient of variation between medium to low (coefficient of variation less than 10 %), being the raised those that present the lowest proportions of variability. Based on the ethnological and productive capacity indices, the animals would be morphologically, dolichocephalic, not very compact, medium-sized, convexilinear and Brachymorphic. The values of the pelvic indices longitudinal (IPEL) and transversal (IPET), reveal a lack of specialized productive attitude. The phaneroptics were dominated by: layers, mucous membranes and dark hooves, hair of medium length and absence of raspil, breeches, goattee and mamellas. In the morphological characteristics, the straight nasal fronto profiles, horizontal medium ears, acorn, depigmented udders, and bagged,

Recibido: 19 de octubre del 2021
Aceptado: 8 de abril del 2022



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 edgardo.jimenez@ci.una.edu.ni

CIENCIA ANIMAL

horizontales, acornes, ubres despigmentadas, abolsadas, y pezones con números normales y paralelos. Se encontraron menos del 50 % de las correlaciones positivas y significantes, por lo que esta población puede considerarse de modelo morfoestructural poco armónico. Cuatro componentes principales (ACP) explicaron el 77 % de la variación total, destacándose dentro de ellos siete variables con mayor poder de discriminación.

Palabras clave: morfometría, Faneróptica, zoometría, dimorfismo, correlaciones, componentes principales.

Nicaragua cuenta con una población de 22 390 individuos del género *Capra hircus*, cuya población se distribuye de manera muy diferenciada en todas las zonas del país, asentándose el mayor número de cabezas (44.65 %) en los departamentos de Jinotega, León y Managua con el 18.93 %, 12.87 % y 12.85 % de la población total respectivamente. El departamento de Masaya donde se ubica el municipio de Nindirí donde se realizó el estudio alcanza una población de 1188 cabezas que representan un 5.31 % de la población nacional, según el Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO, 2011).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, s.f). En la composición del hato caprino nacional, predominan los biotipos de animales denominados nativos, que por muchos años han sufrido un proceso de selección natural, logrando gran resistencia a las condiciones del medio y por ende bien adaptadas a los sistemas campesinos donde se explotan, siendo importante señalar que por el cruzamiento sin control al que han sido sometidas en las diferentes zonas donde se crían, la cantidad de ecotipos que pueden existir actualmente no se puede asegurar con certeza. Afirmando que en las dos últimas décadas del siglo pasado se introdujeron las razas Toggenburn, Alpina Saanen y Nubia.

A pesar de la poca importancia que se le ha dado en el país a esta especie, su rol en la alimentación en comunidades de escasos recursos es muy destacado, siendo una fuente alternativa de proteína de origen animal y fuente adicional de ingresos, puesto que su leche es de gran valor para la alimentación de la población en general de las ciudades, donde puede comercializarse. En comparación con la leche de vaca, según Villambrosa, M (2017), esta es más rica en fósforo, tiene un alto contenido de cloruro (las cabras consumen mucha sal, hasta 9 kg en el año), mayor contenido de vitamina "A", mayor contenido de albúmina y mayor contenido de grasa, con glóbulos más pequeños, muy similar a la leche de la mujer, por su grado de emulsión, rápida metabolización y conversión en energía.

A pesar de todo lo señalado, en el país la caprinocultura ha sido una actividad incipiente que se ha desarrollado dentro de una racionalidad de subsistencia en sectores marginales del campo, y por lo cual ha sido

nipples with normal numbers and parallel position stood out. Less than 50 % of the positive and significant correlations were found, so this population can be considered a morphostructural model that is not very harmonious. Four main components (PCA) explained 77 % of the total variation, highlighting within them seven variables with greater discrimination power.

Keywords: Morphometry, phaneroptics, zoometry, dimorphism, correlations, main components.

objeto de poca atención en el desarrollo de proyectos e investigaciones que permitan su adecuada caracterización, valoración de desempeño, e inserción dentro de un plan general de diversificación estratégica de la ganadería. En ese sentido nuestro estudio es un aporte relevante pues tiene como propósito caracterizar el comportamiento de las variables fanerópticas, morfométricas y sus interacciones, que permitan establecer el tipo de los animales existentes y sobre los cuales se pueda reorientar algún tipo de mejora que favorezca su productividad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en comarcas del municipio de Nindirí, ubicado en las coordenadas, 12°00'09" latitud Norte y 86°07'20" longitud Oeste. Situado en el sector norte del departamento de Masaya, tiene un perímetro de 58.7 km y una superficie de 149.33 km²; precipitaciones promedio de 1 306.7 mm anuales, elevaciones que van desde los 50 msnm, en el norte del municipio, hasta los 600 y 650 msnm en el cono volcánico del volcán Masaya, temperaturas entre los 21.9 °C y los 27.2 °C, según información del Instituto Nacional de Estudios Territoriales (INETER, 2018). Más del 63 % del territorio del municipio lo constituye una planicie volcánica de buenos suelos en donde se asientan los cascos urbanos principales y se desarrolla la actividad agropecuaria, el resto está ocupado por el complejo del volcán Masaya, como lo indica el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER, 2018).

Las comarcas para la realización del estudio se seleccionaron en base a tres criterios fundamentales: La disponibilidad y/o existencia de hatos de cabras, la aceptación de los productores de facilitar sus animales, y la facilidad de acceso y disponibilidad de transporte colectivo, por no contar con medio propio. En el caso de las unidades familiares seleccionadas además de tener en cuenta los criterios anteriores, se consideró la existencia de animales adultos de un año en adelante y que no estuviesen en gestación para el caso de las hembras. En once individuos adultos de manera preliminar se midió el ancho de pecho, y de los valores obtenidos se calcularon los estadísticos, media y desviación estándar, para posteriormente calcular el tamaño de muestra, utilizando la fórmula propuesta por Cruz (2005), para poblaciones finitas de animales de granja, y considerando en

CIENCIA ANIMAL

dicho cálculo el tamaño conocido de toda la población y un error muestral de 0.025.

Un total de 14 medidas morfométricas fueron determinadas, siguiendo los modelos de clasificación lineal propuestos por Sánchez *et al.* (2002) y los señalados por la American Dairy Goat Association, citado por Arrebola *et al.* (2006). Tomándose sobre cada animal medidas de todas las regiones corporales que están incluidas en el sistema de clasificación lineal como caracteres que deben evaluarse. Por consiguiente, se tomaron un total de 4 medidas cefálicas, Ancho de la cabeza (AC), Largo de la cabeza (LC), Longitud de la cara (LCA) y Longitud del cráneo (LCR); y 9 medidas del tronco y extremidades, Alzada a la cruz (ALC), Alzada a la grupa (ALG), Diámetro longitudinal (DL), Ancho de pecho (AP), Ancho de grupa anterior (AG), Largo de la grupa (LG), Diámetro dorso-esternal (DE), Perímetro de la caña (PC), Perímetro torácico (PT), adicionándose a estas el peso vivo del animal (PV). En base a estas medidas corporales se estimaron 9 índices zoométricos, los etnológicos: Índice Cefálico (IC), Índice Dáctilo Torácico (IDT), Índice Corporal (ICo), Índice de proporcionalidad (IPRO), Índice Pelviano (IPE); junto a los de capacidad productiva (capacidad cárnica): Índice de Profundidad relativa del tórax (IPRT), Índice Pelviano transversal (IPET), Índice Pelviano longitudinal (IPEL), e Índice del espesor relativo de la caña (IERC). Se determinaron (por apreciación visual) las variables morfológicas tamaño de orejas (TO), dirección de las orejas (DO), consistencia de las orejas (CO), tipo de cuernos (TC), perfil cefálico (PR), tipo de ubre (TU), dirección de pezones (DP) y pezones supernumerarios (PS), Mamelas, Barba y la pigmentación de la mucosa, pezuñas y ubres.

Se creó una base de datos en Excel, office 2015, para el ordenamiento y consolidación de toda la información registrada durante el estudio, estableciéndose en dicho programa las fórmulas que permitieron realizar los cálculos de los índices morfométricos. Posteriormente se procesaron todas las variables corporales utilizando el software MINITAB 16, para determinar todos los valores de estadística descriptiva, así como el desarrollo de los análisis de correlación de los valores cuantitativos y la determinación de los componentes principales (ACP).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Edad y peso vivo de los animales estudiados. La edad promedio general fue de 2.84 años, en el Cuadro 1, pueden observarse los valores máximos y mínimos de 4.5 y 1.0 años respectivamente, con un coeficiente de variación general de 33.25 %, que indica una alta diversidad de edades. Siendo las hembras las que presentan el mayor promedio y rango de edad y los machos con la mayor variabilidad con un CV de 51.07 %. (Gómez *et al.*, 2012), en cabras peruanas, señala edades mayores de 2 años en ambos sexos, coincidente con

el promedio general señalado de 2.84 años y Muñoz *et al.* (2014), en criollos venezolanos refiere edades de un año, coincidente con el límite inferior de edades reflejadas en nuestro estudio.

Cuadro 1. Valores de edad y peso vivo por sexo

Variable	Sexo (M = 10, H = 25)	Media	Desv. St	Coef. Var	Mínimo	Máximo
Edad	M	2.07	1.058	51.07	1.0	3.5
	H	3.06	0.808	26.40	1.0	4.5
Peso vivo	M	35.47	2.840	8.00	31.9	38.6
	H	36.84	2.180	5.92	29.4	40.0

M: Macho, H: Hembra, Desv. St.: Desviación estándar, Coef. Var.: Coeficiente de variación.

El peso vivo alcanzó un promedio general en machos y hembras de 36.54 kg, con valores máximos de 40 kg y mínimos de 29.4 kg, un coeficiente de variación de 6.46 %, que define la variable de una homogeneidad media inter-individuos. Relativamente las hembras presentaron un mayor peso promedio de 36.84 kg y además alcanzaron la mayor uniformidad con un CV de 5.92 % contra 8 % presentado por los machos. Siendo importante señalar que esta variable está influenciada significativamente por la época del año, manejo y tipo de alimentación a que son sometidos los animales. Bedotti *et al.* (2004), en cabras coloradas pampeanas de 2 a más años de edad, reportó valores medios superiores de 44.4 kg en hembras y 71 kg en machos, en cambio Revidatti *et al.* (2007), en cabras criollas argentinas, mayores de 2 años, reportó promedios similares a nuestro estudio con PV de 37.9 kg.

Medidas cefálicas. Se pueden observar en el Cuadro 2. El ancho de la cabeza (AC), alcanzó un valor medio de 17.63 cm, que al diferenciarse por sexo evidencia cierto dimorfismo, al alcanzar los machos un promedio 18.14 cm y las hembras 17.48 cm. Estos valores estarían por encima de los reportados por Lozada *et al.* (2016), de 14.88 cm en cabras criollas, y por debajo de los 18.05 cm y 18.42 cm para cabras Saanen y Alpinas respectivamente, en un estudio en el estado de Veracruz, México. Arias (2015), reportó valores inferiores de 14.71 cm en cabras criollas ecuatorianas, 8.04 cm y 13.76 cm en cabras argentinas, 11.09 cm en cubanas y 13.87 cm en cabras peruanas.

La longitud de la cabeza (LC), obtuvo un valor medio de 25.83 cm, con una variación mínima por sexo, ya que los machos presentaron valores medios de 26.13 cm y las hembras 25.52 cm, siendo las hembras las que presentan en sus medidas una variación ligeramente mayor de 0.73 % en relación con los machos. Arias (2015), reportó un valor similar de 25.90 cm en cabras criollas del Ecuador y valores mínimamente inferiores en cabras criollas de Cuba y Perú

CIENCIA ANIMAL

con 23.81cm y 21.53 cm, respectivamente, que se asemejan al reportado por Bedotti *et al.* (2004) de 23.95 cm en cabras coloradas pampeanas argentinas.

La longitud de 26.13 cm en los machos y 25.52 cm en las hembras, representan el 36.58 % y 35.78 % respectivamente de la alzada a la cruz, de lo que se puede derivar que se trata de animales con la cabeza algo agrandada respecto al cuerpo en general.

La longitud media del cráneo (LCR), alcanzo un valor medio de 9.44 cm, no encontrándose mayores diferencias entre sexo, por lo que es claro que no hay un dimorfismo marcado, ubicándose por debajo de los 10.81 cm reportado por Arias (2015), en criollas ecuatorianas y por encima de los 8.37 cm señalados por Hernández *et al.* (2002), en caprinos nativos de Puebla México. Las medidas de la cabeza aportan datos étnicos de interés, ya que son las que tienen menor influencia ambiental, sin embargo, por las diferencias del sexo y la edad

Cuadro 2. Medidas de la morfometría corporal de cabras mestizas, N = 35

Variable	Sexo (M=10, H= 25)	Media	Desv St	CV	Mínimo	Máximo
AC	M	18.14	1.069	5.89	17	20
	H	17.48	1.531	8.76	14	20
LC	M	26.13	1.704	7.02	21	27
	H	25.52	1.838	7.75	20	26
LCA	M	16.28	2.215	13.60	12	19
	H	16.20	2.236	13.80	12	20
LCR	M	9.86	0.900	9.13	9	11
	H	9.32	0.802	8.61	8	11
ALC	M	71.43	1.512	2.12	70	73
	H	71.32	2.340	3.28	63	75
DL	M	70.86	1.773	2.50	69	74
	H	71.44	2.518	3.52	68	77
DDE	M	25.14	1.069	4.25	24	27
	H	24.76	1.165	4.70	21	27
AG	M	19.14	3.290	17.17	15	23
	H	20.08	2.640	13.17	15	26
LG	M	19.86	2.190	11.04	17	22
	H	19.92	1.970	9.93	17	24
AP	M	18.86	3.080	16.32	13	23
	H	19.28	3.100	16.09	13	23
PC	M	10.29	0.760	7.35	9	11
	H	10.16	0.850	8.37	9	12
PT	M	72.00	3.160	4.39	69	76
	H	72.64	3.130	4.31	69	78

AC: Ancho de la cabeza, LC: Largo de la cabeza, LCA: Longitud de la cara, LCR: Longitud media del cráneo, ALC: La alzada a la cruz, DL: Diámetro longitudinal, ALG: valores de alzada a la grupa, DL: Diámetro longitudinal, AG: Ancho de la grupa, LG: Longitud de la grupa, AP: Ancho de pecho, PT: Perímetro torácico.

En la longitud de la cara (LCA), se determinó un valor medio de 16.22 cm, que, al diferenciarla por sexos, ambos presentan valores prácticamente iguales, por lo que no existe dimorfismo para dicha característica. Estos valores estarían por debajo de los 21.66 cm, reportados por Fuentes *et al.* (2013) en cabras de los valles centrales de Oaxaca, México, y aproximados a los 16.48 cm, 18.89 y 18.08 cm, encontrados por Lozada *et al.* (2016), en cabras criollas, Saanen y Alpinas respectivamente en Veracruz, México.

AC, LC y LCR, alcanzaron promedios de CV de 8.25 %, 7.54 % y 8.9 % respectivamente, que las clasifica de mediana variabilidad, y únicamente LCA con un CV promedio de 13.54 % resulto con una alta variabilidad.

Alzadas. Estas son de gran importancia en relación con la dirección de la línea dorsolumbar y por ello se determinaron las alzadas a la cruz y la grupa, cuyos valores aparecen en el Cuadro 2, donde puede observarse como la alzada a la cruz (ALC), obtuvo un valor medio de 71.34 cm, que las define como cabras de talla media, presentado diferencias mínimas entre sexos y un CV de 3.03 % que la ubica como una de las variables con mayor homogeneidad. Este valor es superior a los reportados por Hernández *et al.* (2002), en caprinos nativos mexicanos con 65.26 cm y 62.23 cm en machos y hembras respectivamente, y a los reportados por Muñoz *et al.* (2014), de 63.2 cm en criollos de Venezuela y los señalados por Revidatti *et al.* (2007), de 62 cm en cabras criollas argentinas.

Los valores de alzada a la grupa (ALG), alcanzaron un valor medio de 72.03 cm, con muy poca diferenciación sexual y un CV de 2.85 %, que la define como muy homogénea. Este valor encontrado se aproxima a los 64.36 cm y 74.40 cm, reportados por Fuentes *et al.* (2013), en criollas de Oaxaca, y superior a los 56.83 cm y 64.87 cm, reportados por Hernández *et al.* (2002), en machos y hembras de caprinos nativos de Puebla.

CIENCIA ANIMAL

La muestra de cabras evaluadas en nuestro estudio, se caracterizaron por mostrar líneas dorso- lumbares casi rectas, con leve inclinación hacia adelante, lo cual se demuestra al alcanzar la ALG un valor levemente mayor que la ALC. En este caso, las tuberosidades iliacas externas (punta del anca) ascienden muy levemente, contribuyendo a una ligera elevación de la grupa.

Diámetros. En el Cuadro 2, puede observarse como el diámetro longitudinal (DL), alcanzo un valor medio de 71.31 cm, sin un claro dimorfismo sexual y un CV de 2.50 %, que le caracteriza como muy homogéneo. El valor encontrado fue inferior al 78.5 cm en Saanen y 75.69 cm en Alpinas y superior al 70.85 en criollas del estado de Veracruz, México, reportadas por Lozada *et al.* (2016). Arias (2015), reporto valores inferiores de 64.71 cm en criollas ecuatorianas, 70.88 cm a 72.3 cm en criollas argentinas, 66.06 en criollas cubanas y 69.85 cm en cabras criollas peruanas. Al asociar el diámetro longitudinal con la alzada a la cruz, (71.34 cm), se puede decir que estas cabras presentan proporciones con tendencias a formas corporales cuadradas, ya que el diámetro longitudinal es casi idéntico a la alzada a la cruz.

El diámetro dorso esternal (DDE), determina la profundidad del pecho y resulto en promedio de 24.84 cm, sin un claro dimorfismo sexual y con valores muy homogéneos al presentar un CV de 4.58 %. Hernández *et al.* (2002), en nativos de Puebla, México, reporto valores superiores de 28.71 cm y 28.84 cm en machos y hembras respectivamente, con similar dimorfismo no definido.

Medidas de la grupa. Aquí destacan dos variables importantes que se observan en el Cuadro 2. El ancho de la grupa (AG), resultó con valores medios de 19.88 cm, con una diferenciación sexual no muy marcada y variabilidad alta entre las medidas con un CV de 13.93 %. Bedotti *et al.* (2004), encontró valores inferiores en cabras coloradas pampeanas de 17.89 cm en los machos y 16.26 cm en las hembras. Lozada *et al.* (2016), reporto valores de 16.77 en criollas de Veracruz, 18.64 en Saanen y 16.69 en alpina, de las cuales solamente las segundas se aproximan al valor que determinamos.

La longitud de la grupa (LG), reflejó valores medios de 19.9 cm, sin un claro dimorfismo sexual y alta variabilidad entre sus medidas con un CV de 10 %. Revidatti *et al.* (2007), en cabras criollas argentinas y Hernández *et al.* (2002), en nativas de Puebla, México, reportaron valores aproximados, el primero una media de 21.8 cm y el segundo de 20.46 cm en machos y 19.34 cm en hembras. Herrera (2009), señala que la amplitud de esta región condiciona las características del muslo y de la pierna, además que su buen desarrollo en las hembras facilita el parto.

Anchos y perímetros. El ancho de pecho (AP), resulto con 19.19 cm, de valor promedio, con una mínima diferenciación sexual y medidas altamente heterogéneas al presentar un CV de 15.91 %. Valores inferiores de 16 cm fueron reportados por Revidatti *et al.* (2007), en cabras criollas argentinas y Arias (2015), en criollas ecuatorianas, cubanas y venezolanas con valores de 18.34 cm, 16.36 cm y 15.70 cm respectivamente. Resultando interesante el hecho que, en nuestro estudio las hembras tengan un mayor desarrollo de esta área, ya que Hernández *et al.* (2002), en cabras criollas mayores de dos años en Puebla México, presentaron valores de 16.7 cm en machos y 16.04 cm en hembras, que resulta contrario a nuestro caso, en el que la mayor edad de las hembras puede ser el factor de diferencia.

El Perímetro de la caña (PC), alcanzo un valor medio de 10.19 cm, sin mayor diferenciación sexual y con una heterogeneidad intermedia entre sus medidas con un CV de 8.05 %. Valores similares de 10.34, 11.57 y 10.23, fueron reportados por Lozada *et al.* (2016), en criollas, Saanen y Alpinas en la zona de Veracruz, respectivamente. Revidatti *et al.* (2007), y Bedotti *et al.* (2004) señalan valores inferiores de 8.5 y 8.9 en criollas argentinas, al igual que Hernández *et al.* (2002), en criollas de Puebla, con 9.0 cm en machos y 8.44 cm en hembras. Esta medida según Herrera (2009), es un factor que permite hacer una diferenciación entre razas destinadas a la producción de carne (cañas medianas a grandes) y las productoras de leche (cañas de mediano grosor a finas).

En cuanto al Perímetro torácico (PT), este resulto con una media de 72.5 cm, con mínima diferenciación sexual y valores homogéneos al presentar un CV de 4.28 %. Valores similares de 72.78 cm y superiores de 77.95 cm, fueron reportados por Fuentes *et al.* (2013) y Hernández *et al.* (2002), en cabras criollas mexicanas de Oaxaca y Puebla respectivamente. Revidatti *et al.* (2007), y Bedotti *et al.* (2004), reportaron mayores valores en criollas argentinas con 82.4 cm y 85.9cm respectivamente y un valor inferior de 65.1 cm fue reportado por Muñoz *et al.* (2014), en criollas venezolanas.

Homogeneidad morfoestructural de los individuos estudiados. Herrera *et al.* (2009), señalan que, si la variable tiene un CV menor a 5 %, esta tendrá una alta homogeneidad y que si el valor se encuentra entre 5 y 10 % será de homogeneidad media y altamente heterogénea si el CV supera el 10 %.

Cuadro 3. Valores medios de los coeficientes de variación de las variables morfoestructurales

Variable	Coef. Var %
AC	8.25
LC	7.54
LCA	13.54
LCR	8.90
ALC	3.03
ALG	2.85
DL	3.31
AP	15.91
AG	13.93
LG	10.00
DDE	4.58
PC	8.05
PT	4.28

CIENCIA ANIMAL

De manera que, si observamos el Cuadro 3, cinco variables resultaron altamente homogéneas con un rango de CV entre 2.58 % y 4.58 %, otras cinco de homogeneidad media con valores de CV entre 7.54 % y 10 % y tres que resultaron altamente heterogéneas con CV entre 13.54 % y 15.91 %. Por lo que según estos resultados los animales estudiados presentaron una alta homogeneidad en su condición morfoestructural, ya que el 76.92 % de las variables presentan un CV entre mediana a baja variabilidad (coeficiente de variación menor de 10 %), siendo las alzas las que presentan las proporciones de variabilidad más bajas.

Índices corporales. Se determinaron cinco índices etnológicos, de los cuales el índice cefálico (IC), alcanza un valor medio de 69.27, definiendo a estos animales como dolicocefalos, con predominio del largo de la cabeza sobre el ancho, y ubicándose en el rango inferior a 75.9 que corresponde a individuos con cabezas largas o estrechas. Valores más bajos pero coincidentes con la clasificación dolicocefala, fueron reportados por Fuentes *et al.* (2013) y Hernández *et al.* (2002), en cabras criollas de Oaxaca y Puebla México con 45.21, y 59.19 respectivamente.

En índice dáctilo torácico (IDT), se determinó un promedio de 17.07, que ubica a estos individuos con tendencia a formatos cárnicos. Según Bedotti *et al.* (2004), si este índice es superior a diez, sugiere un esqueleto bien desarrollado, apto para la adaptación a un medio difícil y a un sistema de pastoreo extensivo. Señalando Fuentes *et al.* (2013), que este índice nos da una idea del grado de finura del esqueleto, siendo su valor menor en los animales tipo lechero (menor a 10) y mayor en los de tipo cárnico (mayor a 11). Índice corporal (ICo), dio como promedio 98.49, con lo cual clasificaría a estos animales como longilíneos (valor mayor de 88).

El índice de proporcionalidad (IPRO), alcanza un valor de 100.09. De manera que, si tenemos en cuenta que los animales se clasifican según los valores del IPRO, en brevilineos (<95), mediolíneos (95– 105) o longilíneos (>105), los individuos de nuestro estudio en término medio serían mediolíneos.

El índice pelviano (IPE), logro un valor de 99.73, clasificando a estos animales como convexilíneas, al predominar en una mayor proporción el largo de la grupa sobre su ancho. Valores inferiores de 87.28, 91.91 y 70.05, fueron reportados por Arias (2015), Vargas *et al.*, (2001) y Hernández *et al.* (2011), en cabras criollas ecuatorianas el primero y en criollas mexicanas los dos siguientes. Bedotti, *et al.* (2004) y Revidatti *et al.* (2007), en cabras criollas argentinas señalan valores de 74.45 y 70.18, en el mismo orden.

Cuadro 4. Valores de índices zoométricos en la población de cabras estudiadas

Nominación	Media	Dev. St.	CV	Mínimo	Máximo
I. Índices etnológicos	69.27	8.05	11.63	56.67	90.48
I. Cefálico (IC)	17.07	1.20	8.58	11.84	16.90
I. Dáctilo Torácico (IDT)	98.49	4.51	4.58	88.31	108.45
I. Corporal (ICo)	100.09	2.97	2.97	92.65	104.41
I. De proporcionalidad (IPRO)	99.73	8.81	8.84	85.00	123.53
I. Pelviano (IPE)					
Índices de capacidad productiva					
I. Prof. Relativa del tórax (IPRT)	38.83	1.35	3.89	32.87	38.03
I. Pelviano transversal (IPET)	27.85	3.75	13.47	20.44	36.11
I. Pelviano longitudinal (IPEL)	27.90	2.63	9.44	22.97	33.33
I. Espesor relativo de la caña (IERC)	14.28	1.07	7.52	12.67	16.67

Cuatro índices de capacidad productiva fueron determinados, de los cuales el índice de profundidad relativa del tórax (IPRT), que en cierta forma indica el largo de las extremidades o distancia entre el pecho y el suelo, obtuvo un valor medio de 34.83, clasificando a estos animales como Braquimorfos, y al alcanzar un valor inferior a 50 tendrían poca orientación o especialización carnífera. Valores superiores de 53.59, fueron reportados por Arias (2015), en criollas ecuatorianas, y de 47.6 y 48.92 por Revidatti *et al.* (2007), y Bedotti *et al.* (2004), en cabras criollas argentinas.

El índice pelviano transversal (IPET), alcanzo un valor medio de 27.85, que según Bedotti *et al.* (2004), esa magnitud alcanzada, sería una favorable característica zootécnica determinante de mayor facilidad de parto.

El índice pelviano longitudinal (IPEL), también llamado índice ilio-isquiático longitudinal, presentó una media de 27.29. Barragán (2017), afirma que los índices pelviano transversal (IPET) y el pelviano longitudinal (IPEL), sirven para estimar la aptitud carnífera del animal, relacionando respectivamente el ancho y la longitud de la grupa con la altura a la cruz. Un (IPET) mayor de 33 y un (IPEL) no superior a 37 son indicadores adecuados para animales de carne. Por lo cual en base a lo anterior y a los valores de IPET = 27.85 y IPEL = 27.9, diríamos que los animales de nuestro estudio se comprenden en una tendencia intermedia.

El índice de espesor relativo de la caña (IERC), muestra la relación entre el perímetro del hueso de la caña y la altura del animal, siendo mayor en razas con aptitud de carne y en nuestro caso presentó un valor de 14.28. Gómez (2013), encontró un valor coincidente de 14.22 en cabras criollas peruanas. En cambio, valores inferiores fueron reportados por Chacón *et al.* (2011), en criollas cubanas de 12.07, junto a los 13.56 y 12.82 reportados por Hernández *et al.* (2011) en criollas mexicanas.

CIENCIA ANIMAL

Características fanerópticas. En el color de las capas predominaron los colores oscuros con 34.28 %, y las tonalidades Café y Overo con un idéntico 17.14 %. Las tonalidades Blanco y Tobiano alcanzaron ambas 11.43 % y las combinaciones, Café y blanco, Café y negro y Amarillo y negro, alcanzaron todas una proporción de 2.86 %. Altug *et al.* (2000), en cabras criollas bolivianas, encontró dos o más colores, predominando la combinación blanco y negro. En criollas Serranas argentinas (De Gea *et al.*, 2008), encontró 63 % de capas blancas, rosillo 15 %, zaino 5 %, Tobiano 5 %. Overo 5 %. Bayo 3 %, alazán 2 %, negro 1 % y moro 1 %. Estas proporciones no son coincidentes con las de nuestro estudio, sin embargo, los colores encontrados están dentro de las tonalidades de capas que ellos reportan. Por otro lado, Muñoz *et al.* (2014), señala que un predominio de capas de colores oscuros se debe posiblemente a cruces con razas alpinas y Nubia.

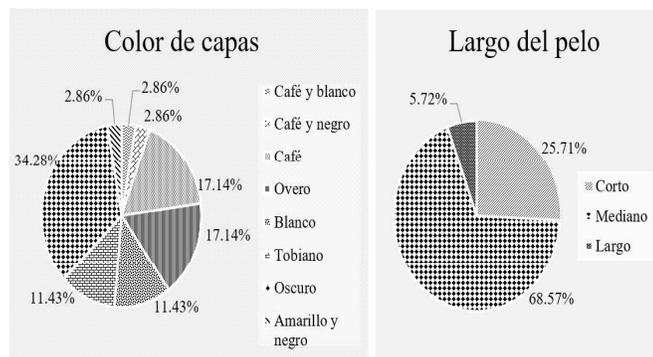


Figura 1. Color de capas y largo del pelo en los individuos estudiados.

La longitud del pelo predominante fue la mediana con 68.57 %, seguido por el pelo corto con 25.71 % y el tipo largo con 2 %. Bedotti *et al.* (2004) y De Gea *et al.* (2008), y en criollas argentinas reportaron individuos con pelo largo 100 % y pelo corto 84 % respectivamente. Altug *et al.* (2000), en criollas bolivianas encontró un 100 % de la población con el pelo corto.

De Gea *et al.* (2008), mencionan que el pelo corto y el color blanco, son características propias de las cabras traídas por los españoles a América, descendientes de la cabra Blanca Celtibérica, que, por lo observado, han quedado impresas en la cabra Criolla actual.

Presencia de raspil, calzón, perrilla y mameas. Es predominante la ausencia de raspil, calzón, perilla y mameas en los animales estudiados, ya que la no presencia alcanzo valores de, 77.14 %, 82.86 %, 77.14 % y 62.86 % respectivamente, que se contrasta con los valores inferiores de los animales que si presentaron dichas características con porcentajes de 22.86 %, 17.14 %, 22.86 % y 37.14 %, en el mismo orden señalado.

Cuadro 5. Presencia de raspil, calzón, perillas y mameas, N=35

Carácter	Indicador	Valor absoluto	Frecuencia relativa (%)
Presencia de raspil	Si	8	22.86
	No	27	77.14
Presencia de calzón	Si	6	17.14
	No	29	82.86
Presencia de perilla	Si	8	22.86
	No	27	77.14
Presencia de mameas	Si	13	37.14
	No	22	62.86

Coloración de mucosas, pezuñas y ubres. En la pigmentación de mucosas y pezuñas, predominaron los colores oscuros, con 62.86 % y 77.17 % respectivamente, y en las ubres predominaron las despigmentadas con 60 %, siendo los colores de mucosas y pezuñas muy heterogéneos si observamos el Cuadro 6. Revidatti *et al.* (2013), reporta un 96 % de mucosas pigmentadas en cabras criollas argentinas y agrega que la presencia de pigmento en piel y faneras es una constante en poblaciones seleccionadas naturalmente. Según Carne *et al.* 2007, la pigmentación de piel, mucosas, pezuñas y ubres está estrechamente relacionada con la pigmentación de la capa.

Cuadro 6. Pigmentación de mucosas, pezuñas y ubres

Carácter	Indicador	Valor absoluto	Frecuencia relativa (%)
Pigmentación de mucosas	Despigmentadas	9	25.71
	Oscuras	22	62.86
	Rosadas	4	11.43
Pigmentación de pezuñas	Claras	4	11.43
	Oscuras	27	77.14
	Despigmentadas	4	11.43
Pigmentación de ubres	Oscuras	10	40.00
	Despigmentadas	15	60.00

Perfil, tamaño, disposición de orejas y tipo de cuernos. El perfil fronto nasal recto, las orejas medianas y de disposición horizontal fueron predominantes, los dos primeros con 82.86 % cada uno y el tercero con 80 %. Sobresaliendo los animales mochos sin cuernos en un 65.71 %. Coincidentemente, Bedotti *et al.* (2004), en cabras coloradas pampeanas, encontró predominio del perfil recto con 95 %, orejas de tamaño medio y de posición horizontal con 82.27 % y 53.12 %, respectivamente, difiriendo únicamente en el tipo de cuerno pues en su estudio prevaleció el tipo espiralado de gran tamaño. Aparicio (citado por el mismo autor), respecto al perfil recto señala que este es característico de razas del tronco asiático.

Forma de la ubre, dirección y número de pezones. Predominaron las ubres de forma abolsada con 72 %, pezones paralelos y normales con un 60 % y 80 %, respectivamente. De Gea *et al.* (2008) y Revidatti *et al.* (2013), en criollas argentinas, Muñoz *et al.* (2014), en criollas venezolanas y Lozada *et al.*, (2016), en criollas mexicanas reportaron el predominio de ubres globosas. Según, De Gea. *et al.* (2008), las formas de ubres globulares y ovales son las que resultan

CIENCIA ANIMAL

Cuadro 7. Matiz de correlaciones entre las medidas biométricas. $p < 0.005$ N = 35

Var	Sexo	Edad	AC	LC	LCA	LCR	ALC	ALG	DL	AP	AG	LG	DDE	PCÑ	PT
Edad	-0.439														
>0.05	0.012														
AC	0.192	0.132													
>0.05	0.294	0.471													
LC	0.132	0.175	0.639												
>0.05	0.471	0.338	0.000												
LCA	0.016	0.297	0.148	0.328											
>0.05	0.929	0.099	0.419	0.067											
LCR	0.269	0.028	0.561	0.388	0.401										
>0.05	0.137	0.879	0.001	0.028	0.023										
ALC	0.021	0.413	0.381	0.487	0.174	0.057									
>0.05	0.909	0.019	0.032	0.005	0.342	0.759									
ALG	0.141	0.185	0.490	0.412	-0.052	0.197	0.701								
>0.05	0.441	0.310	0.004	0.019	0.779	0.279	0.000								
DL	-0.104	0.254	0.176	0.171	0.185	0.075	0.559	0.270							
>0.05	0.572	0.161	0.335	0.348	0.310	0.682	0.001	0.134							
AP	0.058	0.256	0.343	0.170	0.273	0.508	0.337	0.503	0.171						
>0.05	0.752	0.157	0.054	0.352	0.131	0.003	0.060	0.003	0.351						
AG	-0.142	0.048	0.461	0.463	0.010	0.205	0.255	0.313	0.125	0.400					
>0.05	0.438	0.795	0.008	0.008	0.957	0.261	0.159	0.082	0.497	0.023					
LG	-0.013	-0.025	0.322	0.402	0.182	0.353	0.307	0.277	0.226	0.444	0.800				
>0.05	0.943	0.891	0.072	0.023	0.319	0.047	0.087	0.125	0.213	0.011	0.000				
DDE	0.141	0.486	0.470	0.460	0.324	0.445	0.546	0.360	0.283	0.296	0.116	0.150			
>0.05	0.441	0.005	0.007	0.008	0.071	0.011	0.001	0.043	0.117	0.100	0.526	0.413			
PCÑ	0.064	0.060	0.034	0.064	0.406	0.298	0.362	0.264	0.368	0.089	-0.032	0.228	0.205		
>0.05	0.726	0.745	0.854	0.727	0.021	0.097	0.042	0.144	0.038	0.630	0.862	0.209	0.261		
PT	-0.087	0.297	0.465	0.252	0.287	0.211	0.406	0.372	0.260	0.436	0.549	0.520	0.343	0.114	
>0.05	0.637	0.099	0.007	0.165	0.112	0.247	0.021	0.036	0.151	0.013	0.001	0.002	0.055	0.534	
PV	-0.243	0.648	0.383	0.425	0.180	0.258	0.562	0.402	0.394	0.326	0.519	0.515	0.565	0.171	0.509
>0.05	0.180	0.000	0.030	0.015	0.324	0.153	0.001	0.023	0.026	0.068	0.002	0.003	0.001	0.349	0.003

más indicadas para sustentar una adecuada lactación, lo que pondría en desventajas a las hembras de nuestro estudio, pues en ellas es predominante la conformación piriforme o abolsada.

Nivel de relación entre las variables cuantitativas determinadas. Solamente las correlaciones entre Altura a la grupa (ALG) y longitud de la cara (LCA), junto con perímetro de la caña (PCÑ) y ancho de la grupa (AG), resultaron negativas bajas, con valores de -0.052 y -0.032 respectivamente. Todos los demás valores de correlaciones resultaron positivos, siendo las más altas entre las variables, ancho de la grupa (AG) y longitud de la grupa (LG), con 0.800, alzada a la cruz (ALC) y alzada a la grupa (ALG), con 0.701 y largo de la cabeza (LC) con ancho de la cabeza (AC) cuyo valor fue de 0.693.

Respecto a la significancia, los valores de 48 correlaciones resultaron no significativas, de las cuales 46 fueron correlaciones positivas y dos negativas, altura a la grupa (ALG) con largo de la cara (LCA), y perímetro de la caña (PCÑ) con ancho de la grupa (AG). Luque (2011), señala que una población animal responderá a un modelo morfoestructural armónico cuando el número de correlaciones significativas entre las variables zoométricas alcance un 100 %, medianamente armónico si alcanzan el 50 % o poco armónico si únicamente llegan al 25 %. En nuestro caso el 47.25 % de las correlaciones (43) resultaron positivas y significantes, rondando el 50 % y encuadrándose estos animales en un modelo morfoestructural medianamente armónico.

Análisis multivariado de componentes principales. De los resultados que aparecen en el Cuadro 8, y teniendo en cuenta lo señalado por Carmona (2014), se retuvieron cuatro componentes (77 % de la variación total) que cumplen con el criterio de auto valores mayores que 1 y la no retención de más de cuatro CP. El primero (CP1) explica el 36 %, el segundo (CP2) 17.5 %, el tercero (CP3) 13.7 % y el cuarto (CP4) 9.8 % de la variabilidad total.

Cuadro 8. Valores de componentes principales a partir de la matriz de correlaciones

CP	(λ_i)	% VCP	% VCP (acumulada)
CP1	5.0402	0.360	0.360
CP2	2.4538	0.162	0.533
CP3	1.9142	0.124	0.657
CP4	1.3711	0.090	0.747
CP5	0.8644	0.062	0.809
CP6	0.7949	0.054	0.862
CP7	0.5622	0.044	0.906
CP8	0.3407	0.036	0.942
CP9	0.2696	0.029	0.971
CP10	0.2220	0.012	0.983
CP11	0.1438	0.010	0.994
CP12	0.0151	0.006	1.000
CP13	0.0080	0.000	1.000
CP14	-0.0000	-0.000	1.000

CP: Componente principal, Auto valores (λ_i) y porcentaje de la varianza explicada por los componentes (% VCP) para caracteres morfológicos de cabras.

GENCIA ANIMAL

En el Cuadro 9, se presentan los componentes que recogen en total el 77 % de la varianza total. Puede observarse como el primer componente principal, se caracteriza por correlaciones positivas con todos los rasgos, con la excepción de ancho de la cabeza (AC), siendo las variables que adquieren mayor importancia: diámetro longitudinal DL (0.390), ancho de pecho AP (0.357).

Cuadro 9. Auto vectores correspondientes a los factores seleccionados

Variables	CP1	CP2	CP3	CP4
PV	0.200	0.005	-0.517	0.291
AC	-0.011	-0.310	-0.362	-0.199
LC	0.042	-0.368	-0.352	0.149
LCA	0.253	0.057	0.293	-0.010
LCR	0.253	-0.405	0.272	0.201
ALC	0.248	-0.129	0.075	0.363
ALG	0.336	-0.211	0.245	0.149
DL	0.390	0.002	0.230	0.085
AP	0.357	-0.127	-0.263	-0.031
AG	0.269	-0.171	-0.215	-0.268
LG	0.304	0.007	0.108	-0.536
DDE	0.302	0.451	-0.041	-0.009
PCN	0.313	0.277	-0.197	-0.326
PT	0.146	0.463	-0.178	0.430

En el segundo componente principal encontramos únicamente 7 correlaciones positiva, siendo las variables de mayor peso: perímetro torácico PT (0.463), diámetro dorso esternal DDE (0.451). Para el tercer componente principal se encontraron 6 correlaciones positivas, correspondiendo a las variables: Longitud de la cara LCA (0.293) y largo del cráneo LCR (0.272) la de mayor importancia. Y en el cuarto componente principal las variables de mayor relevancia fueron: perímetro torácico PT (0.430), y alzada a la cruz ALC (0.363), conteniendo este CP, 7 correlaciones positivas.

CONCLUSIONES

Los coeficientes de variación (C.V), de las variables morfométricas determinadas, indican que estos animales presentan una alta homogeneidad dentro de su condición morfoestructural, ya que el 76.92 % de las variables presentan valores de mediana a baja variabilidad (coeficiente de variación menor de 10 %), lo cual es contradictorio respecto a los resultados obtenidos en el análisis de correlación.

Los animales presentan una alta diversidad de edades, con un peso vivo promedio que les clasificaría como

elipométricos (inferior al tipo medio 40 a 70 kg), con una variabilidad media de 6.46 % y una influencia marcada del periodo del año en que se realizó el estudio (época seca).

En base a los índices zoométricos, los animales serían morfológicamente, dolicocefalos, poco compactos, mediolíneos, convexilíneos y Braquimorfos.

Estos individuos no presentan una actitud productiva especializada, en base a los valores presentados por los índices IPET e IPEL que los ubica de orientación intermedia y en consecuencia con un gran potencial para ser orientados hacia la producción de carne o leche, mediante procesos de selección genética o su cruzamiento con razas especializadas.

Son predominantes las capas, mucosas y pezuñas oscuras, pelo de longitud mediana, ausencia de raspil, calzón, perilla y mamellas, perfil fronto nasal recto, y mayor presencia de individuos con orejas medianas de disposición horizontal, mochos sin cuernos, ubres despigmentadas, abolsadas, y pezones con números normales y paralelos.

Cuarenta y tres valores de correlaciones resultaron positivas y significantes, que en términos porcentuales alcanzarían el 47.25 %, (cercano al 50 %) y por lo cual la población debe considerarse con un modelo morfoestructural poco armónico, que puede ser resultado de la falta de aplicación de criterios de selección adecuados o su ausencia total.

En el análisis multivariado se generaron 14 componentes principales, de los cuales se retuvieron cuatro que explicaron el 77 % de la variación total. Destacándose como variables de mayor poder de discriminación y en orden de importancia, perímetro torácico (PT), diámetro dorso esternal (DDE), diámetro longitudinal (DL), alzada a la cruz (ALC), ancho de pecho (AP), longitud de la cara (LCA) y longitud del cráneo (LCR).

En términos generales se puede afirmar que se trata de una población de individuos con una constitución morfoestructural poco armónica, que puede estar atribuida a procesos de micedgenación no controlada y falta de selección, ubicándola con una orientación productiva no definida y más bien intermedia, que le da un potencial para ser reorientada por mejora genética hacia la producción especializada de carne o leche. Siendo importante señalar que las variables que por análisis multivariado representan las de mayor variabilidad corporal, entre los individuos del hato, pueden ser mejoradas durante el proceso de mejora hacia una orientación productiva definida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altug, T., Valle, Z. A., Stemmer, A., & Ergueta, R. (Mayo, 2000). *Phenotypic and production characteristics of creole goats in the interandean valleys of Bolivia* [Presentación de conferencia]. VII international conference on goats.
- Arias, V. (2015). *Caracterización morfológica de la cabra criolla del Ecuador en el canton Zapotillo, provincia de Loja* [Tesis de ingeniería, Escuela Superior Politécnica del Chimborazo]. Dspace ESPOCH. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5331>
- Arrebola, (2006). *Caracterización zoometría, mediante calificación morfológica lineal del caprino lechero de raza murciano-granadina en él va de los pedroches*.
- Bedotti, D., Gómez, A., Sánchez, M. y Martos, P. J. (2004). Caracterización morfológica y faneróptica de la cabra colorada pampeana. *Archivos de zootecnia*, (53), 261-271.
- Carmona, F. (2014). *Un ejemplo de ACP paso a paso. Departamento de estadística de la Universidad Autónoma de Barcelona*.
- Carne, S., Jordana, J. y Roig, N. (2007). La cabra blanca de rasquera: caracterización morfológica y faneróptica. *Archivo Zootecnia*, 56(215), 319-330. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49521505>
- Censo Nacional Agropecuario. (2011). *Estadísticas pecuarias del departamento de Masaya*. III CENAGRO. <http://www.inide.gob.ni/cenagro/perfiles.htm>.
- Chacón, E., Macedo, F., Velázquez, F., Rezende, S., Pineda, E., & Mcmanus, C. (2011). Morphological measurements and body indices for cuban creole goats and their crossbreds. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40(8), 1671-1679. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000800007>
- Cruz, P. T. (2005). *Tamaño de muestra agropecuaria*. Universidad Veracruzana
- De Gea, G., Mallano, A., Petryna, A., Bonvillani, A. y Turiello P. (2008). *IX simposio centroamericano sobre conservación y utilización de recursos zoogénicos*. Red CONBIAND, CYTED.
- Fuentes, G., Martínez, J.M.S., Alejandre, O.M.E., Chirinos, Z. y Ricardi, C.L.C. (2013). Zoometría y distribución de partos de la cabra criolla de los valles centrales de Oaxaca. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 3, 150-154. http://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo_110_lin_photo/articulos/2013/Trabajo022_AICA2013.pdf
- Gómez, N.C., Bustinza, R.H., Revidatti, M.A., Ferrando, A., Milán, M.J. y Jordana, J. (2012). Caracterización morfológica y faneróptica de la cabra Apurimeña peruana. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 2, 57-60. http://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo_110_lin_photo/articulos/2012/Trabajo008_AICA2012.pdf
- Gómez, N. (2013). *Caracterización estructural, morfológica y genética de la población de cabras autóctonas de la región Apurímac del Perú* [Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona]. Tesis Doctorales en Xarxa. <http://hdl.handle.net/10803/125720>
- Hernández, Z., Guerra, F., Herrera, M., Rodero, E., Sierra, A., Bañuelos, A. y Delgado, J. (2002). Estudio de los recursos genéticos de México: Características Morfométricas y morfoestructurales de los caprinos nativos de Puebla. *Archivos de Zootecnia*, 51(194), 53-64. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49519408>
- Hernández, S., Hernández, I., Martínez, R., Pérez, R. y Silva, S. (2011). Utilidad de variables zoométricas en la adscripción de caprinos Criollos a distintas poblaciones. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 1, 78-81.
- Herrera, M. y Luque, M. (2009). Morfoestructura y sistemas para el futuro en la valoración morfológica. En C. Sañuedo (Ed.), *Valoración Morfológica de los animales domésticos*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. (2018). *Informes y registros Meteorológicos del municipio de Nindirí*. <https://www.ineter.gob.ni/>
- Lozada-García, J. A., Carmona-Hernández, O., Torres-Pelayo, V. R., Fernández, M. S. y López del Castillo, L. M. (2016). Caracterización morfométrica de la cabra criolla (*Capra hircus*) en el centro de Veracruz. *Agro Productividad*, 8(6), 65-71. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/699>
- Luque, M. D. (2011). *Caracterización y Evaluación de las Razas Caprinas Autóctonas Españolas de Orientación Cárnica* [Tesis Doctoral, Universidad de Córdoba]. Helvia: Repositorio Institucional de la Universidad de Córdoba. <https://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/5799/9788469491010.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Muñoz, G. M., Granda, Y. y Rosas, B. (2014). Caracterización Etnológica del ecotipo “Caprino Criollo” de la Microrregión Cauderales, Lara, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 32(3), 267-269
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (s.f). *Estado de los Recursos zoogenéticos en Nicaragua*. <http://www.fao.org/3/a1250e/annexes/CountryReports/Nicaragua.pdf>
- Revidatti, M. A., De la Rosa, S. A., Cappello, J. S., Orga, A. y Tejerina, E.R. (2013). Propuesta de estándar racial de la cabra criolla del oeste formoseño, argentino. *Actas Iberoamericanas de Conservación Anima*, 3, 111-122. http://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo_110_lin_photo/articulos/2013/Trabajo018_AICA2013.pdf

CIENCIA ANIMAL

- Revidatti, M. A., Prieto, P. N., de La Rosa, S., Ribeiro, M. N. y Capellari, A. (2007). Cabras criollas de la región norte argentina. Estudio de variables e índices zoométricos. *Archivos de zootecnia*, 56(1). 479-482. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49509919>
- Sánchez, M. y Vargas, S. (2002). Propuesta de un modelo de clasificación lineal para cabras de raza Florida [Presentación de conferencia]. *XXVII Jornadas Científicas y VI Jornadas internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia*.
- Vargas, L. S. y Sánchez, R. M. (2001). La cabra criolla como componente del sistema Agrosilvopastoril de subsistencia en Puebla, México [Presentación de conferencia]. *XXVI Jornadas científicas. VI Jornadas nacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia*.
- Villambrosa, M. L. (2017). *Relevamiento de la calidad de leche caprina en distintas provincias Argentinas* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires]. Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto. <http://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/handle/123456789/1669>

GESTIÓN EDUCATIVA

Inteligencias múltiples y profesiones: retos de la educación superior

Multiple intelligences and professions: challenges of higher education

Elgin Antonio Vivas Viachica¹, Adriana Leonor Montenegro Morales²

¹ PhD. Economía Agrícola, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3193-9817> / elgin.vivas@gmail.com

² MSc. Formulación y Evaluación de Proyectos / ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4746-481X> / adrileo86@yahoo.es

Universidad Nacional Agraria, Facultad de Desarrollo Rural

Autor para correspondencia: adrileo86@yahoo.es



RESUMEN

La búsqueda e importancia de la calidad educativa es un tema que a menudo escuchamos, observamos y leemos en los diferentes medios de comunicación, instituciones y organismos dedicados a la educación. Las investigaciones realizadas por reconocidos especialistas en educación como Howard Gardner, Ken Robinson, Eduard Punset, Daniel Goleman y Alvin Toffler plantean la urgencia de transformar las instituciones educativas. A partir de la realidad antes expuesta, surge la pregunta clave para esta investigación: ¿La educación universitaria considera las inteligencias múltiples en las políticas de ingreso y en el currículo? Para contestar esta interrogante se utilizó como base teórica el concepto de inteligencias múltiples de Howard Gardner, considerando que el coeficiente intelectual está inmerso entre las inteligencias múltiples. En esta primera etapa de investigación se seleccionaron los grupos de clase que atendieron los investigadores en el periodo 2018-2019. Se retomó el test de inteligencias múltiples, que fue puesto en línea para que los participantes procedieran a contestarlo de forma individual. La prueba contiene una batería de 35 preguntas cerradas y fue contestado por 69 estudiantes de diferentes profesiones. Los resultados desprenden algunas consideraciones importantes: la primera, referida a que los estudiantes promedios participantes poseen diversidad de inteligencia múltiple marcada, pero sin relación con las profesiones; acorde con la metodología de Gardner se debe alcanzar los cuatro puntos para poseer una inteligencia marcada. El otro elemento importante para considerar es que los estudiantes podrían expandir más sus tipos de inteligencias en condiciones favorables. El hecho de no encontrar inteligencias sobresalientes

ABSTRACT

The search and importance of educational quality is a topic that we often hear, observe, and read in the different media, institutions and organizations dedicated to education. Research carried out by renowned education specialists such as Howard Gardner, Ken Robinson, Eduard Punset, Daniel Goleman y Alvin Toffler, raises the urgency of transforming educational institutions. From the reality before exposed, the key question for this research arises: Does university education consider multiple intelligences in admission policies and in the curriculum? To answer this question, Howard Gardner's concept of multiple intelligences was used as a theoretical basis, considering that the IQ is immersed among multiple intelligences. In this first stage of research, the class groups that the researchers attended in the 2018-2019 period were selected. The multiple intelligences test was retaken, which was put online so that the participants could proceed to answer it individually. The test contains a battery of thirty-five (35) closed questions and was answered by 69 students from different professions. The results after some important considerations: the first, referring to the fact that the participating average students have marked multiple intelligence diversity, but not related to the professions; According to Gardner's methodology, the four points must be reached to have a marked intelligence. The other important element to consider is that students could further expand their types of intelligences under favorable conditions. Failure to find outstanding intelligences could mean students who have developed their potential, in unfavorable fields and fields. The other important element is the fact of avoiding multiple intelligences as variables

Recibido: 10 de septiembre del 2021
Aceptado: 28 de marzo del 2022



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 edgardo.jimenez@ci.una.edu.ni

© Copyright 2022. Universidad Nacional Agraria (UNA).

GESTIÓN EDUCATIVA

podría significar estudiantes que han desarrollado su potencial, en ámbitos y campos desfavorables. El otro elemento importante es el hecho de soslayar las inteligencias múltiples como variables que consideren las inclinaciones profesionales de los estudiantes.

Palabras clave: inteligencia interpersonal, inteligencia intrapersonal, aprendizaje, elección de profesiones.

La pregunta que surgió al iniciar esta investigación fue ¿Por qué es importante el uso de las inteligencias múltiples en la Educación Universitaria? ¿Cómo podemos hacer uso de las inteligencias múltiples en la Educación Universitaria? Debido a que el tema de las inteligencias múltiples -principalmente- está dirigida a la educación temprana con el fin de identificar potencialidades y su utilización por las escuelas y por los padres.

Desde luego que la investigación no pretende demostrar la importancia de las inteligencias múltiples, se quiere hacer uso de las inteligencias múltiples para diseñar políticas de calidad educativa, introducir formas organizativas de aprendizajes innovadoras, retomarlas como fundamento en el diseño del currículo y como elemento esencial para la capacitación docente.

El trabajo de Gardner (2001), Goleman (2004), que básicamente plantean la urgencia de transformar las instituciones de Educación Universitaria y los sistemas educativos acorde con la velocidad de los cambios tecnológicos que experimenta la sociedad mundial y las nuevas necesidades como consecuencias de los modelos productivos, el cambio climático y cultura de consumo.

“La teoría de las inteligencias múltiples se desarrolló con el objetivo de describir la evolución y la topografía de la mente humana, y no como un programa para desarrollar un cierto tipo de mente o para estimular un cierto tipo de ser humano” (Gardner, 2015, p. 98).

Lo anterior originó la inquietud en retomar como investigación el tema de las inteligencias múltiples. Sentimos una pasión por entender si lo que hacemos como profesores y como institución de Educación Universitaria se acerca a una práctica que le proporcione a los jóvenes conocimiento y habilidades para enfrentar el futuro. ¿Cuál es el efecto de los profesores en la formación de los estudiantes? En relación con esta interrogante hay dos aspectos a considerar:

1. ¿Los estudiantes eligen una profesión acorde con su pasión, potencial o inteligencias múltiples, o lo hacen porque en determinadas circunstancias encuentran facilidades en cuanto a becas, alojamiento y políticas de admisión?
2. ¿La búsqueda de efectividad en los aprendizajes considera la heterogeneidad de cada uno de los estudiantes que están en un aula de clase?

that consider the professional inclinations of students.

Keywords: Interpersonal intelligence, intrapersonal intelligence, learning, choice of professions.

Hemos estado leyendo y viendo documentales relacionados con personas que no se adaptan a la educación ofertada en las instituciones educativas. Comúnmente, en las instituciones de Educación Universitaria. Personas inadaptadas para el tipo de inteligencia que poseen. Por ejemplo, personas que no quieren educación convencional y quieren pintar, hacer deporte, hacer productos tangibles, amantes de la naturaleza y que las universidades no ofrecen alternativas de vida.

Es importante considerar tres aspectos para el bienestar de la sociedad, desde el enfoque de la educación: oferta educativa, oportunidades profesionales y conciencia educativa.

Pensamos que desde el aula de clase y en conjunto con los estudiantes se podría contribuir a reproducir un proyecto sobre experiencias validadas que brinden evidencia sobre los aprendizajes significativos y metodologías acorde con los tipos de inteligencias.

La educación está llamada a potenciar al máximo las inteligencias predominantes de los estudiantes. Siempre y cuando el liderazgo académico proceda -institucionalmente- como centros de pensamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Con el análisis de los estudiantes que han llenado la encuesta se parte de las siguientes interrogantes: ¿Hay diferencias significativas entre estudiantes? ¿Hay diferencias marcadas en los tipos de inteligencias por carreras? ¿Los tipos de inteligencias sobresalientes son acordes con los tipos de profesiones?

Para llevar a cabo este estudio se seleccionaron en esta primera etapa los grupos de clase que se atienden por ambos investigadores. Se retomó la encuesta que fue puesta en línea para que cada estudiante la llenara. La llenaron 69 estudiantes de diferentes profesiones.

Las preguntas de las encuestas son las de la prueba de inteligencias múltiples de Howard Gardner; contiene una batería de treinta y cinco (35) preguntas cerradas, que se responden con verdadero, si considera que se identifica fuertemente con dicha característica o falso, si no se identifica con dicha característica.

Posteriormente se procedió a darle el valor de 1 (uno) al verdadero y 0 (cero) al falso. Para proceder a realizar siete agrupaciones. Correspondientes a los siete tipos de inteligencias: Verbal, Lógico-matemática, Visual espacial,

Kinestésica-corporal, Musical- rítmica, Intrapersonal e Interpersonal. El puntaje de cada tipo de inteligencia se obtiene de la sumatoria de las siete respuestas agrupadas para cada tipo de inteligencia.

- A. 9, 10, 17, 22, y 30= Verbal
- B. 5, 7, 15, 20, y 25= Lógico-matemática
- C. 1, 11, 14, 23, y 27= Visual espacial
- D. 8, 16, 19, 21 y 29= Kinestésica-corporal
- E. 3, 4, 13, 24 y 28= Musical-rítmica
- F. 2, 6, 26, 31 y 33= Intrapersonal
- G. 12, 18, 32, 34 y 35= Interpersonal

Cuando la suma de cada fila resulta 4 (cuatro), significa que tienes la habilidad marcada y 5 eres sobresaliente.

También se hizo uso de distribución de frecuencias y medidas de dispersión, con el fin de llevar a cabo evaluaciones estadísticas que faciliten la interpretación de los datos obtenidos del llenado de las encuestas. Para ello se utilizó el programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) y Excel.

Se calcularon medidas de dispersión: Desviación estándar, rango, valores mínimos y máximos
Medidas de tendencia central: Media, Mediana y Moda.

Intervalo de confianza

$$\mu = \bar{X} \pm \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Coefficiente de variación

$$CV = (S/\bar{X}) \times 100$$

Una segunda etapa de la investigación consiste en organizar grupos focales para el seguimiento de los encuestados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

¿Hay diferencias significativas entre estudiantes? Los datos del Cuadro 1 desprenden dos consideraciones importantes: la primera, referida a que el promedio de cada tipo de inteligencia de los estudiantes participantes prácticamente poseen varias inteligencia múltiple marcada, ya que acorde con la metodología de Gardner se debe alcanzar los cuatro puntos para poseer una inteligencia marcada; la más alta (3.77) corresponde a la inteligencia lógico-matemática, también se puede incluir la musical rítmica; el promedio con menor puntaje (2.65) corresponde a la interpersonal y la visual espacial.

También es importante considerar que la desviación típica revela que existen tipos de inteligencias marcadas entre los datos.

Con estos datos se podría orientar el análisis a lo que hemos estado acostumbrado, al concepto de coeficiente intelectual.

Gardner (2015) plantea que “La teoría de las inteligencias múltiples, por otro lado, pluraliza el concepto tradicional. Una inteligencia implica la habilidad necesaria

Cuadro 1. Promedios de los tipos de inteligencias

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Verbal	69	0	5	3.28	1.069
Lógico matemático	69	2	5	3.77	1.073
Visual espacial	69	0	5	2.65	0.983
Kinestésico corporal	69	1	5	3.38	1.099
Musical rítmica	69	1	5	3.49	1.009
Intrapersonal	69	1	5	3.39	0.895
Interpersonal	69	1	5	2.74	1.010
N válido (por lista)	69				

para resolver problemas o para elaborar productos que son de importancia en un contexto cultural o en una comunidad determinada” (p. 37)

Los promedios de las inteligencias múltiples por carreras (agronegocios, desarrollo rural, ingeniería agrícola) sugieren la existencia de inteligencias marcadas. Desde otro ángulo es importante considerar que se tiene cantidad de variables que se han desestimado en el ámbito educativo.

Está claro que numerosos talentos, si no inteligencias, pasan desapercibidos actualmente; los individuos dotados de estos talentos son los principales perjudicados por la visión unívoca y estrecha de la mente humana. existen multitud de casillas ocupacionales en nuestra sociedad que quedan sin cubrir o que se cubren escasamente, y sería oportuno poder orientar a ellas a los individuos dotados del conjunto de habilidades convenientes (Gardner, 2015, p. 59).

La teoría de las inteligencias múltiples plantea un nuevo enfoque “el comportamiento maduro en un área no implica comportamiento maduro en otras áreas, de la misma manera que el talento en una inteligencia no implica talento en las demás” (Gardner, 2015, p. 54).

En la Figura 1 se aprecian tres dimensiones, la primera, medias con menor valor corresponden a la visual espacial y la interpersonal, la que tiene mayor valor es la lógico matemática; en segundo lugar, la inteligencia visual-espacial tiene media -prácticamente- igual para las tres carreras y, en tercer lugar; se aprecia que no existe un patrón entre los tipos de inteligencias y las carreras.

GESTIÓN EDUCATIVA

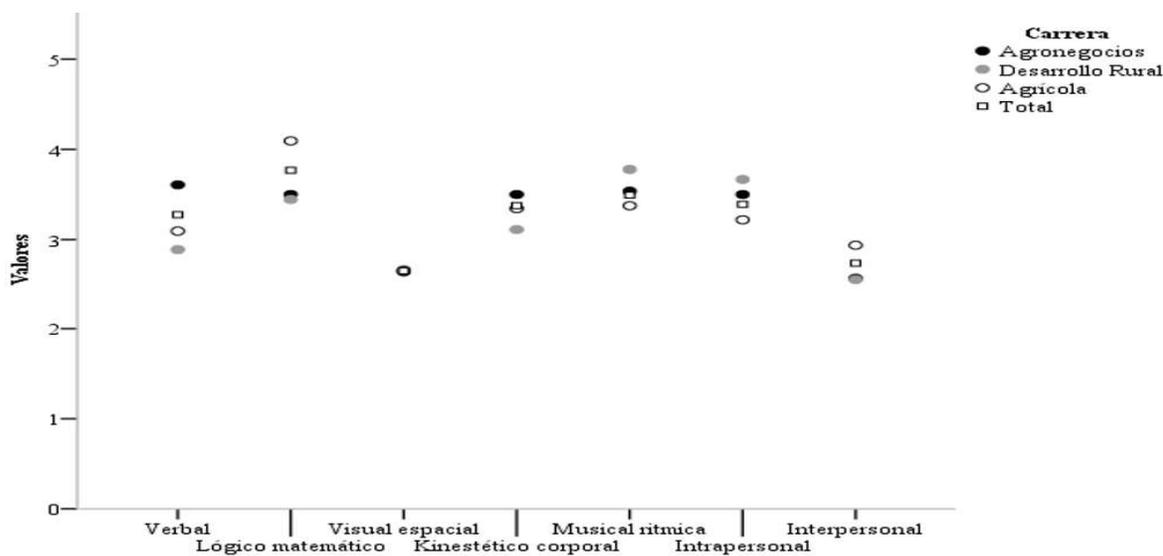


Figura 1. Distribución de medias por tipo de inteligencias acorde a las carreras.

¿Hay diferencias marcadas en los tipos de inteligencias por carreras? Los datos del Cuadro 2 atestiguan los tipos de inteligencias marcadas por carrera, para el caso de la carrera de agrícola tiene como inteligencia marcada la lógico-matemática; Desarrollo Rural prácticamente la musical-rítmica y la intrapersonal; Agronegocios verbal, lógico matemática, kinestésica-corporal, musical-rítmica y la intrapersonal.

Las instituciones de educación universitaria tienen diversidad de metodologías y procedimientos para el ingreso de los estudiantes a las universidades y a las diferentes profesiones. Pero las metodologías y procedimientos soslayan las inteligencias múltiples de los estudiantes o variables que evalúen las inclinaciones profesionales de los estudiantes.

Los jóvenes ingresan a carreras universitarias que no están relacionadas a su tipo de inteligencia marcada, lo que ocasiona afectaciones en el rendimiento académico del estudiante. Cabe mencionar que incluso pueden tener docentes con experiencia, conocimientos, metodológicas adecuadas; pero éstas no coinciden con tu tipo de inteligencia, por tanto, su desempeño no logra ser el adecuado.

Cuadro 2. Promedios de los tipos de inteligencias por carrera

Tipo de Inteligencia	Agronegocios	Desarrollo Rural	Agrícola	Total
Verbal	3.61	2.89	3.09	3.28
Lógico matemático	3.50	3.44	4.09	3.77
Visual espacial	2.64	2.67	2.66	2.65
Kinestésica corporal	3.50	3.11	3.34	3.38
Musical rítmica	3.54	3.78	3.38	3.49
Intrapersonal	3.50	3.67	3.22	3.39
Interpersonal	2.57	2.56	2.94	2.74

El cálculo de la desviación típica anteriormente sugiere la probabilidad que los datos tengan una mayor amplitud, lo que se resuelve con los intervalos de confianza que amplían las probabilidades de inteligencias múltiples marcadas, en el Cuadro 4, el caso de agronegocios, los tipos de inteligencias se diversifican a kinestésica-corporal, musical-rítmica e intrapersonal¹; Desarrollo Rural se amplía a cuatro tipos de inteligencias (verbal, lógico-matemática, kinestésica corporal, musical-rítmica e intrapersonal); Agrícola, tiene todos los tipos de inteligencias marcadas, excepto la interpersonal que no sale marcada en ninguna carrera. Este dato evidencia las dificultades de los estudiantes para realizar trabajo en equipo. Al mismo tiempo nos plantea la necesidad de fortalecer esta inteligencia. Cabe mencionar que es una inteligencia que se puede fortalecer en el transcurso del proceso educativo. También es importante considerar que es el tipo de inteligencia que contribuye al desempeño laboral de forma exitosa.

Como cada carrera tiene sus particularidades evidenciadas se pudiera pensar que las tres carreras contienen en sus planes de estudios un alto peso específico en asignaturas numéricas, a excepción de ingeniería agrícola que además le corresponde un peso significativo en física. Si tienen los contenidos requeridos para propósitos del artículo, no adentraremos en escudriñar los planes de estudio, ya que se incorporan otras variables que se analizarán en un segundo momento. Pero a manera gruesa se detecta que en general todas las inteligencias alcanzan puntajes de marcadas. Exceptuando la interpersonal.

Se puede decir que los tipos de inteligencias marcadas no corresponde con las carreras y de hecho la incongruencia de la carrera con la pasión del estudiante.

¹Acorde con Howard Gardner Inteligencia interpersonal: se construye a partir de una capacidad nuclear para sentir distinciones entre los demás: en particular, contrastes en sus estados de ánimo, temperamentos, motivaciones e intenciones. en formas más avanzadas, esta inteligencia permite a un adulto hábil leer las intenciones y deseos de los demás, aunque se hayan ocultado.

GESTIÓN EDUCATIVA

Cuadro 3. Parámetros estadísticos por tipo de inteligencias y carrera

Parámetro	Agronegocios		Desarrollo Rural		Agrícola	
	Media	Desviación típica	Media	Desviación típica	Media	Desviación típica
Verbal	3.094	0.995	2.8889	1.6159	3.607	0.875
Lógico matemática	4.094	1.088	3.4440	1.0140	3.500	1.000
Visual espacial	2.656	1.066	2.6670	0.8660	2.643	0.951
Kinestésica corporal	3.344	1.004	3.1110	1.3640	3.500	1.139
Musical rítmica	3.375	1.157	3.7780	0.4410	3.536	0.962
Intrapersonal	3.219	0.906	3.6670	0.7070	3.500	0.923
Interpersonal	2.938	1.045	2.5560	0.7260	2.571	1.034

Los intervalos de confianza con el 95 % de confiabilidad expuestos en el Cuadro 4 evidencian los valores de los tipos de inteligencias por carrera; los estudiantes presentan inteligencias marcadas en su gran mayoría; excepto en agronegocios (verbal, visual espacial, interpersonal), Desarrollo Rural (visual espacial e interpersonal). Agrícola (Interpersonal). Es evidente que la inteligencia interpersonal es la que tiene un intervalo de confianza que no es marcado; al tiempo que es necesario recordar dos aspectos esenciales para la educación; primero, la inteligencia interpersonal es clave para las relaciones interpersonales, la empatía, el trabajo en equipo y los ambientes laborales; segundo, las inteligencias se construyen, siendo la educación un espacio clave para ello.

Cuadro 4. Intervalo de confianza por tipo de inteligencia y carrera

Tipo de Inteligencias	Agronegocio	Desarrollo Rural	Agrícola
	Intervalo de Confianza al 95 % de confiabilidad	Intervalo de confianza al 95 % de confiabilidad	Intervalo de confianza al 95 % de confiabilidad
Verbal	2.749- 3.439	1.833- 3.945	3.283- 3.931
Lógico matemática	3.717- 4.471	2.782- 4.107	3.130- 3.870
Visual espacial	2.287- 3.026	2.101- 3.232	2.291- 2.995
Kinestésica corporal	2.996- 3.691	2.220- 4.002	3.078- 3.922
Musical rítmica	2.974- 3.776	3.490- 4.066	3.180- 3.892
Intrapersonal	2.905- 3.533	3.205- 4.129	3.158- 3.842
Interpersonal	2.575- 3.300	2.081- 3.030	2.188- 2.954

El Cuadro 5 contiene el coeficiente de variación de los tipos de inteligencias por carreras. Existe una alta variación de los tipos de inteligencia de los estudiantes y los diferentes tipos de inteligencias, ya que una variación mayor del 20 % es una variación alta. Causada por los valores extremos de los datos.

Para llevar a cabo la prueba de Chi-Cuadrado se les dio un orden a los valores obtenidos de las inteligencias múltiples: totalmente ínfima (1) ínfima (2), No marcada (3), marcada (4) y sobresaliente.

Se aplica la prueba de Chi- Cuadrado entre los tipos de inteligencias y las carreras y se obtiene que los valores esperados de Chi-Cuadrado con 8 grados de libertad y 95 % de confiabilidad corresponde a 15.5, todos los calculados son menores que el esperado, no habiendo relación entre las inteligencias y las carreras; en el caso de la inteligencia lógico-matemática con 4 grados de libertad tiene un Chi-Cuadrado esperado de 9.49 y el calculado de 12.290 que es mayor, habiendo una relación.

Las carreras evaluadas no tienen relación con el tipo de inteligencia, la significación asintótica de $p > 0.05$ en todos los tipos de inteligencias; para el caso de la inteligencia lógico-matemática $p < 0.05$ indica una relación.

Cuadro 5. Coeficiente de variación por tipo de inteligencia y carrera

Tipo de Inteligencias	Agronegocios	Desarrollo Rural	Agrícola
	Coeficiente de variación	Coeficiente de variación	Coeficiente de variación
Verbal	32.176	55.935	24.261
Lógico matemática	26.585	29.433	28.571
Visual espacial	40.127	32.476	35.991
Kinestésica corporal	30.012	43.850	32.530
Musical rítmica	34.282	11.672	27.196
Intrapersonal	28.160	19.285	26.370
Interpersonal	35.586	28.428	40.204

Cuadro 6. Relación entre las carreras y el tipo de inteligencias

Tipo de inteligencia	Chi-cuadrado de Pearson	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Verbal	10.091	8	0.259
Lógico-matemática	12.290	4	0.015
Visual-espacial	4.141	8	0.844
Kinestésica-corporal	8.558	8	0.381
Musical-rítmica	10.215	8	0.250
Intrapersonal	7.258	8	0.509
Interpersonal	9.965	8	0.268

gl: Grados de libertad, Sig: Significación.

Los coeficientes de Cramer atestiguan que la relación es prácticamente inexistente de una correlación por debajo de 0.3, lo que conlleva a interpretar que se acepta la hipótesis Ho. La inteligencia lógico-matemática tiene 0.30 lo que se considera con una correlación moderada.

GESTIÓN EDUCATIVA

Cuadro 7. Medidas simétricas entre las carreras y el tipo de inteligencia

Tipo de inteligencia	Coefficiente de Cramer
Verbal	0.270
Lógico-matemática	0.298
Visual-espacial	0.173
Kinestésica- corporal	0.249
Musical-rítmica	0.272
Intrapersonal	0.229
Interpersonal	0.269

Las profesiones y la selección de estudiantes por parte de las universidades tienen otro ángulo a considerar, como las inteligencias múltiples que ayuda a identificar la pasión de los aspirantes a profesiones, en este sentido Oppenheimer (2018), reflexiona de la siguiente manera “Si un joven o una joven tienen la fortuna de tener una pasión, deben seguirla. Porque, hagan lo que hagan, si les gusta lo que hacen lo harán con mucho mayor dedicación y empeño que cualquier otra cosa” (Oppenheimer, 2018, p. 236).

CONCLUSIONES

Las medias generales de los datos evidencian que los estudiantes tienen inteligencias múltiples marcadas.

También hay inteligencias que tienen una media baja, como es el caso de la inteligencia interpersonal.

Este resultado evidencia la necesidad de fortalecer esta inteligencia ya que es la que contribuye al desempeño laboral y social exitoso.

La inteligencia visual espacial es la que tiene las medias más homogéneas entre los estudiantes, pero además tiene las medias más bajas.

La inteligencia interpersonal no alcanza valores de inteligencias marcadas entre los estudiantes evaluados.

Las carreras poseen diferentes tipos de inteligencias marcadas que no necesariamente guardan relación con la carrera.

RECOMENDACIONES

Llevar a cabo investigaciones con propósitos de incorporar a la educación nuevas tendencias educativas.

Realizar esfuerzos mayúsculos para incorporar estudiantes con base al coeficiente intelectual como una variable dentro de otras, tales como: inteligencias múltiples, intereses y pasiones.

Repensar la oferta educativa sobre la base de los problemas globales y el contexto de desarrollo de las tecnologías y la robotización.

Retomar la teoría de las inteligencias múltiples como un instrumento para obtener información inicial de los estudiantes que ingresan a las profesiones y para que la universidad sirva de catalizador para contribuir en fortalecer la pasión de cada estudiante y por tanto una ubicación profesional semejante a su ámbito.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gardner, H. (2001). *Estructura de la mente*. Fondo de Cultura Económica
 Gardner, H. (2015). *Inteligencias múltiples*. Culturales Paidós
 Goleman, D. (2004). *La inteligencia emocional*. Vergara
 Oppenheimer, A. (2018). *¡Sálvese quien pueda!*. Penguin Random House

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, publicaciones, actividades académicas, encuentros y demás experiencias 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.

Sistema de arbitraje. El sistema de arbitraje es externo y el tipo de revisión es a ciegas, por lo que los revisores no tienen conocimiento de la autoría del escrito y el autor(es) no conocen a los revisores. La evaluación se fundamenta en criterios definidos por la revista.

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 propósitos 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 opiniones, foros y debates de prácticas innovadoras, nuevas tecnologías, sistemas de cultivo y de fincas, agro-forestería, forestería comunitaria, manejo de RRNN, ganadería en sus diversos componentes, medicina veterinaria, evaluaciones socioeconómicas, desarrollo rural, 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 artículos deben ser inéditos y en casos excepcionales, versiones adaptadas de publicaciones anteriores. El autor deberá acompañar sus artículos con una carta de solicitud 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 (indicando la versión respectiva) y mediante el sistema operativo Windows o sistemas compatibles. Los escritos deben presentarse a espacio sencillo con márgenes reglamentarios, con las páginas numeradas y con una indicación del orden de los cuadros, figuras (gráficos), fotografías, e ilustraciones que contengan. Cada cuadro, gráfico o ilustración deberá tener su propia leyenda.

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

De otras formas de publicación. Todos los artículos a publicar en la revista deberán ser enviados al editor principal en formato electrónico, según las especificaciones en el punto anterior. Deben presentarse a espacio sencillo con márgenes de 2.5 cm de cada lado, y acompañado de material gráfico de calidad, cuadros y figuras originales.

De la estructura. Los escritos – en dependencia del género – deben tener una longitud de entre una y 10 páginas (incluye el resumen, abstract y las referencias bibliográficas). La longitud de los artículos será considerada por el comité editorial y serán éste comité quien decidirá su publicación, incluso si el trabajo se divide para publicaciones sucesivas de la revista.

Los márgenes en las páginas del escrito deberán ser de 2.5 centímetro en los cuatro lados. Las páginas deberán estar numeradas ordinalmente (1, 2, 3...). El tamaño de la hoja debe corresponder al diseño carta (21.59 cm por 27.94 cm). Tipo y tamaño de la letra: Times New Roman, 10. El resumen, abstract, títulos y notas de figuras y cuadros, así como las referencias bibliográficas con tamaño de letra nueve.

Del estilo. Se recomienda usar un lenguaje sencillo, títulos cortos, subtítulos, párrafos cortos y evitar el uso de oraciones subordinadas largas.

El autor del artículo es responsable del contenido del mismo. El escrito debe ser claro y no contener errores de ortografía, gramática y puntuación. El comité técnico no es

GUÍA PARA COLABORADORES

responsable de correcciones ortográficas, gramaticales y de puntuación. El escrito será recibido y aceptado por el comité 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 Time 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 del 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 hasta la fecha, 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. Extensión máxima de 10 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). Para consultar el SI favor visitar la página:

http://www.cem.es/cem/es_ES/metrologia/sistemaunidades_basicas.jsp?op=sistemaunidades_basicas

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

Título. Se debe usar título claro, corto, que no exceda las 15 palabras y que refleje el contenido del texto. 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 trabajo o estudio. Indique número ORCID y correos electrónicos. La lista de autores se ubica inmediatamente después del título y alineados a la izquierda con tamaño de letra 10.

Resumen. Debe incluirse resumen en español e inglés (abstract), utilice un solo párrafo, con un máximo de 300 palabras cada uno, en las cuales se exprese el por qué y cómo se hizo el estudio. El resumen debe incluir los aspectos más importantes del trabajo: su justificación e importancia, 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 este capítulo debe ser congruente con la que se presente en los demás capítulos del artículo.

Palabras clave. Se ubican inmediatamente debajo de la última línea del resumen. Pueden ser palabras o frases cortas (entre cuatro y ocho). Pueden ser frases y su objetivo es facilitar la búsqueda bibliográfica en bases de datos computarizados o publicaciones que recogen el artículo condensado (Abstracts). Deben seleccionarse palabras que identifiquen el artículo. Estas palabras clave deben ser diferentes a las que aparecen en el título del artículo

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.). Hay algunas abreviaturas que son de dominio de la comunidad científica, por tanto, no es necesario incluirlas en el listado.

GUÍA PARA COLABORADORES

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 artículo. 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 y los objetivos planteados del trabajo.

Materiales y métodos. Se debe describir los materiales y procedimientos utilizados, las medidas y unidades de las variables, así como el tratamiento estadístico, si lo hubiera. Es necesario aportar la información suficiente de cada variable, de manera que cualquier investigador pueda repetir el estudio. La información de este capítulo debe ser congruente con los objetivos planteados. Anotar los modelos y marcas de los instrumentos utilizados (incluyendo país de fabricación). 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 o gráficas). La información de resultados debe presentarse en forma clara y entendible, 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 los 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; o bien, incorporar sub-capítulos de sugerencias o recomendaciones.

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 los capítulos respectivos. Debe evitarse las explicaciones extensas a diferencias numéricas que 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.

Conclusiones. Indicar de manera categórica, breve y precisa los aportes concretos al conocimiento apoyadas 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 7 (American Psychological Association) versión 7.

Las referencias bibliográficas deben contener la siguiente información:

DOCUMENTOS IMPRESOS Autor: apellido(s) e inicial(es) del nombre). /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). /editorial.

LIBROS: Apellido, inicial del nombre. (año de publicación). *Título del libro:* Sub título (edición a partir de la segunda). Ciudad de publicación: Editorial.

Bendaña, G. (1998). *Problemas ecológicos globales: ¿el principio del fin de la especie humana?* (2a ed.). ARDISA.

Pérez, F., Barrera, O., Peláez, A. y Lorío, G. (2010). *Turismo Rural Comunitario, como Alternativa de Reducción de la Pobreza Rural en Centroamérica*. Nitlapan–UCA.

GUÍA PARA COLABORADORES

CAPÍTULO DE LIBRO: Apellido, inicial del nombre del autor del capítulo. (año de publicación). Título del capítulo. En iniciales del nombre, seguido de los apellidos del editor, Título del libro (páginas utilizadas). Primera editorial; Segunda editorial

Carlier, J., Fouré, E., Gauhl, F., Jones, D. R., Lepoivre, P., Mourichon, X., Pasberggahl, C. y 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 grado, 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 grado]. Universidad Nacional Agraria.

PUBLICACIONES PERIÓDICAS Autor apellido(s) e inicial(es) del nombre. /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, Inicial nombre. (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: Apellidos, Iniciales nombre 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, inicial del nombre (es). (Año de publicación). Título del artículo de la revista. Nombre de la revista. Vol. (No.), páginas. DOI

Zeledón C, I., Jiménez-Martínez, E., Ortiz B, H. y Rojas V, B. (2020). Fluctuación poblacional, hospederos, fecundidad y ciclo de vida del pulgón amarillo [Melanaphis sacchari (Zehntner)] en sorgo [Sorghum bicolor L. Moench] en Nicaragua. *La Calera*, 20(35), 88-94. <https://doi.org/10.5377/calera.v20i35.10303>

ARTÍCULO DE REVISTA EN LÍNEA: Apellido, Inicial nombre. (mes, año). Título del artículo. *Nombre de la Revista*, Vol.(No.). URL Alemán Zeledón, F. y Lovo Jerez, S. M. (2017). Prácticas y acciones de investigación y extensión presentes en el currículo de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria. *La Calera*, 17(29). <http://lcalera.una.edu.ni/index.php/CALERA/article/view/309/333>

TESIS DE UNA BASE DE DATOS INSTITUCIONAL: Apellido, Inicial nombre. (año). Título del trabajo [Tipo de tesis, institución]. Base de datos. URL

Martínez, K. I. (2018). Identificación de la problemática en la exportación del cultivo de plátano, en el departamento de Rivas, Nicaragua septiembre – noviembre 2018 [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/3843/1/tne71m385.pdf>

GUÍA PARA COLABORADORES

ARTÍCULO DE PERIÓDICO EN LÍNEA: Apellido, Inicial nombre. (día, mes y año de publicación). Título del artículo. Nombre del Diario. <http://www.xxx.xxx>

Vásquez Lario, M. (6 de septiembre de 2017). Señala a Juez de tramitarle cedula. *La Prensa*. <https://www.infobae.com/america/portadas/2017/09/06/la-prensa-nicaragua-miercoles-06-de-septiembre-de-2017>

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, Inicial nombre. (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 proporcione: Las iniciales y el apellido del emisor, así como una fecha exacta como sea posible.

Iniciales nombre. Apellido del emisor (comunicación personal, día de mes, año).

R.C. Larios (comunicación personal, 18 de abril, 2018) declaró que su...

(A.N. Ortiz, Aragón, comunicación personal, 28 de septiembre, 2018).

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 (hasta cinco autores) se escriben los apellidos de todos los autores la primera vez que se les cite en el trabajo, en las citas posteriores utilice et al. Los artículos del mismo autor se citan cronológicamente (González, 2015 y 2016). Artículos del mismo autor publicados el mismo año se citan alfabéticamente (García, 2018 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: <http://www.apastyle.org/>

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 del artículo, sobre todo cuando éstas estén bien explícitas, claras y bien fundamentadas.

Otros. Los encabezados o subtítulos (MATERIALES Y MÉTODOS, RESULTADOS Y DISCUSIÓN, etc.), se deben escribir en letra mayúscula, y centrados. Puede utilizarse un segundo nivel para subtítulos, para ello se escriben en letra minúscula, utilizando negrilla y utilizando punto y seguido para el contenido. No se debe enunciar el encabezado INTRODUCCIÓN ya que ésta sección marca el inicio del artículo.



LACALERA

contenido

CIENCIA DE LAS PLANTAS

RASGOS MORFOLÓGICOS DE *moringa oleifera* cv HONGHE EN CONDICIONES DE TRÓPICO SECO. Nadir Reyes-Sánchez, Marcos Jiménez-Campos, Bryan Mendieta-Araica, Lester Rocha, Álvaro Noguera-Talavera.

MICORRIZAS ARBUSCULARES Y SU EFECTO SOBRE EL DESARROLLO VEGETATIVO DE PORTAINJERTOS DE LIMÓN (*citrus limon* L.) Jerlin Yolai Rosales Escalon, Lesmar Enrique Pérez Ruiz, Isaías Sánchez Gómez, Jael Bildad Cruz-Castillo.

INSECTOS ASOCIADOS A LA GUAYABA (*Psidium guajava* L.) EN CATACAMAS, HONDURAS. Favián Antonio Salgado Archaga, Edgardo Jiménez-Martínez.

DESARROLLO VEGETATIVO DEL ORÉGANO (*Plecthranthus amboinicus* (Lour.) Spreng.) EN TRES SUSTRATOS A NIVEL DE VIVERO EMPLEANDO DIFERENTES TAMAÑOS DE BOLSAS. Francisco Giovanni Reyes Flores, Olivia Rosa Molina Ugarte.

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

APLICACIÓN DEL MODELO HIDROLÓGICO SWAT EN UNIDADES HIDROGRÁFICAS DE NICARAGUA: SIMULACIÓN DEL ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL. Mariann José Espinoza Acuña, Carlos Ramón Zelaya Martínez.

DETERMINACIÓN DE LA ASOCIACIÓN DE LAS ESPECIES (*Ophiocomina nigra* y *Arbacia lixula*), DEL PHYLUM ECHINODERMATA, EN FUNCIÓN DE VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS EN ESTRATOS ROCOSOS DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE, RIO ESCALANTE-CHACOCENTE. Luz Esmelda Reynoza Ruiz, Heraldo Salgado Arauz, Karol López Aburto.

RESIDUOS DE MADERA GENERADOS EN TALLERES DE CARPINTERÍA DEL MUNICIPIO DE CAMOAPA. David Ernesto Peñalba Berríos, Irlanda Ayarely Pérez Coronado.

CIENCIA ANIMAL

SISTEMAS SILVOPASTORILES: UNA ALTERNATIVA PARA LA GANADERÍA BOVINA SOSTENIBLE. Camilo del Carmen Gutiérrez Bermúdez, Bryan Gustavo Mendieta Araica.

COMPORTAMIENTO DE VARIABLES MORFOESTRUCTURALES Y FANERÓPTICAS, EN CABRAS (*Capra hircus*), DE COMUNIDADES CAMPESINAS DEL MUNICIPIO DE NINDIRÍ, MASAYA. Marlon Hernández Baca, Olga Carolina Cuarezma Estrada, Martha Lourdes Álvarez López.

GESTIÓN EDUCATIVA

INTELIGENCIAS MÚLTIPLES Y PROFESIONES: RETOS DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Elgin Antonio Vivas Viachica, Adriana Leonor Montenegro Morales.



Managua, Nicaragua
km 12½ Carretera Norte
Apartado N° 453
Tels: (505 2233-1501 • 2233-1183
www.una.edu.ni

