

Vol.2  
2019  
No.1

*Revista Iberoamericana*

# *Ambiente & Sustentabilidad*

ISSN: 2697-3510 · e-ISSN: 2697-3529 · DOI: <https://doi.org/10.46380/rias.v2i1>



# REVISTA IBEROAMERICANA AMBIENTE & SUSTENTABILIDAD

VOL. 2 No. 1 ENERO-JUNIO 2019 ISSN: 2697-3510 e-ISSN: 2697-3529

DOI: <https://doi.org/10.46380/rias.v2i1>

Los artículos publicados en la *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad* expresan exclusivamente la opinión de sus autores. Los editores no se identifican necesariamente con las opiniones recogidas en la publicación.

Las fotografías o imágenes incluidas en la presente publicación pertenecen a los autores o han sido suministradas por las compañías propietarias de los productos.

Prohibida la reproducción parcial o total de los artículos sin previa autorización y reconocimiento de su origen.

## FOTO DE PORTADA

Póster promocional del III Congreso Científico Internacional sobre Agroecología "Comunidades en armonía con la naturaleza".

## CONTACTO

### Dirección:

Calle Bolivia e/ Olmedo y Villarroel  
Riobamba, Chimborazo, Ecuador

**Código Postal:** 060104

**Teléfono:** (+593) 987943762

### E-mail:

[info@ambiente-sustentabilidad.org](mailto:info@ambiente-sustentabilidad.org)

### Website:

[www.ambiente-sustentabilidad.org](http://www.ambiente-sustentabilidad.org)



Esta Revista es difundida bajo la Licencia Creative Commons 4.0 de Reconocimiento – No comercial – Compartir Igual, la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra; siempre que se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales, ni se realicen obras derivadas.

## EQUIPO EDITORIAL

### Directora:

MSc. Sara Yaima Ulloa Bonilla

[direccion@ambiente-sustentabilidad.org](mailto:direccion@ambiente-sustentabilidad.org)

### Editora ejecutiva:

MSc. Caridad Dailyn López Cruz

[edicion@ambiente-sustentabilidad.org](mailto:edicion@ambiente-sustentabilidad.org)

### Editores invitados:

PhD. Carlos Alfredo Bravo Medina

PhD. Reinaldo Demesio Alemán Pérez

[invitado@ambiente-sustentabilidad.org](mailto:invitado@ambiente-sustentabilidad.org)

### Editores de sección:

PhD. Adrian David Trapero Quintana

*Universidad de La Habana, Cuba*

PhD. Arturo Andrés Hernández Escobar

*Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador*

PhD. Reinaldo Demesio Alemán Pérez

*Universidad Estatal Amazónica, Ecuador*

PhD. Antonio Martínez Puché

*Universidad de Alicante, España*

PhD. José Antonio Díaz Duque

*Universidad Tecnológica de La Habana, Cuba*

PhD. Jesús Armando Martínez Gómez

*Universidad Autónoma de Querétaro, México*

PhD. Alfredo Domínguez González

*Universidad Estatal de Mato Grosso, Brasil*

PhD. Isabel María Valdivia Fernández

*Universidad de La Habana, Cuba*

PhD. Eury José Villalobos Ferrer

*Red de Educación, Ciencias Sociales, Ambientales, Tecnología e Innovación, Venezuela*

PhD. Clecia Simone Gonçalves Rosa Pacheco

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Brasil*

MSc. Yandy Rodríguez Cueto

*Universidad Nacional Autónoma de México, México*

### Corrección de textos en español:

MSc. Ileana Victoria Salgado Izquierdo

### Corrección de textos en inglés:

Lic. Ildenia Lourdes Martos Sánchez

PhD. Ada Lucía Bonilla Vichot

### Corrección de textos en portugués:

PhD. Susanne Maria Lima Castrillon





**Coordinador de arbitraje:**

MSc. Yordanis Gerardo Puerta de Armas  
[arbitraje@ambiente-sustentabilidad.org](mailto:arbitraje@ambiente-sustentabilidad.org)

**Árbitros:**

PhD. Luz María Contreras Velázquez  
*Universidad Metropolitana, Ecuador*

PhD. Carlos Alfredo Bravo Medina  
*Universidad Estatal Amazónica, Ecuador*

MSc. Luis Eugenio Rivera Cervantes  
*Universidad de Guadalajara, México*

MSc. Yoangel Jesu Miranda Agüero  
*Universidad Agraria de La Habana, Cuba*

PhD. Damaris Valero Rivero  
*Universidad de Sancti Spiritus, Cuba*

PhD. Julio Iván González Piedra  
*Universidad de La Habana, Cuba*

PhD. Daniel Roberto Marchetti  
*Universidad de Buenos Aires, Argentina*

PhD. Odette Aportela González  
*Universidad de La Habana, Cuba*

MSc. Marco Andrés Moreno Tapia  
*GRD Geoconsultores S.A., Perú*

PhD. José de Jesús Hernández López  
*El Colegio de Michoacán, A.C., México*

PhD. María Rodríguez Gámez  
*Universidad Técnica de Manabí, Ecuador*

MSc. Antonio Vázquez Pérez  
*Universidad Técnica de Manabí, Ecuador*

PhD. Marta Rosa Muñoz Campos  
*Universidad de La Habana, Cuba*

PhD. Raúl Rodríguez Muñoz  
*Universidad de Cienfuegos, Cuba*

PhD. Amado Batista Mainegra  
*Universidad de La Habana, Cuba*

PhD. Rolando Medina Peña  
*Universidad Metropolitana, Ecuador*

MSc. Sandra Patricia Quiroga Zapata  
*Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia*

MSc. Rafael Enrique Corrales Andino  
*Universidad Nacional Autónoma de Honduras*

PhD. Seidel González Díaz  
*Red Iberoamericana de Medio Ambiente, Cuba*

MSc. Katia González Rodríguez  
*Centro de Servicios Ambientales de Matanzas, Cuba*

MSc. Alexander Calero Hurtado  
*Universidade Estadual Paulista "J. Mesquita Filho", Brasil*

PhD. Arturo Rúa de Cabo  
*Universidad de La Habana, Cuba*

PhD. Raquel de la Cruz Soriano  
*Universidad de Sancti Spiritus, Cuba*

PhD. Roelbis Lafita Frómata  
*Universidad Metropolitana, Ecuador*

PhD. Isis Camargo Toribio  
*Universidad Técnica del Norte, Ecuador*

PhD. Glicería Petrona Gómez Ceballos  
*Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador*

PhD. María Victoria Reyes Vargas  
*Universidad Estatal Amazónica, Ecuador*

PhD. Rafael Bosque Suárez  
*Universidad de Ciencias Pedagógicas, Cuba*

PhD. Martha Margarita Bonilla Vichot  
*Universidad de Pinar del Río, Cuba*

PhD. Zuley Fernández Caballero  
*Universidad Autónoma de Barcelona, España*

PhD. Fidel Ortiz Ordaz  
*Universidad Técnica del Norte, Ecuador*

PhD. Ada Lucía Bonilla Vichot  
*Universidad de Pinar del Río, Cuba*

MSc. Alejandro Oliveros Pestana  
*Instituto de Geografía Tropical, Cuba*

PhD. Amparo Osorio Abad  
*Universidad de Ciencias Pedagógicas, Cuba*

PhD. Tania Merino Gómez  
*Ministerio de Educación Superior, Cuba*

MSc. Wagner Castro Castillo  
*Universidad Nacional, Costa Rica*

MSc. Yaneisis Cisneros Ricardo  
*Universidad de Ciencias Pedagógicas, Cuba*

MSc. Juan Ricardo Gamarra Ramos  
*Fondo Verde Internacional, Perú*

PhD. Pedro Martín Castellanos Orozco  
*Fundación HOVA, Colombia*

PhD. Ignacio González Ramírez  
*Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador*

PhD. Jorge Ferro Díaz  
*Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales, Cuba*

PhD. Omaidá Romeu Torres  
*Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador*

MSc. Reynier Rodríguez Rico  
*Red Iberoamericana de Medio Ambiente, Ecuador*

PhD. Yoel Martínez Maqueira  
*Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales, Cuba*

# REVISTA IBEROAMERICANA AMBIENTE & SUSTENTABILIDAD

VOL. 2 No. 1 ENERO-JUNIO 2019 ISSN: 2697-3510 e-ISSN: 2697-3529

DOI: <https://doi.org/10.46380/rias.v2i1>



## REINALDO DEMESIO ALEMÁN PÉREZ

Doctor en ciencias agrícolas. Profesor titular de Fitotecnia, Agroecología y Sistemas de producción. Director de Investigación de la Universidad Estatal Amazónica, Ecuador.



## CARLOS ALFREDO BRAVO MEDINA

Doctor en Ingeniería Ambiental. Profesor titular de Edafología y Agroecología. Director de Vinculación de la Universidad Estatal Amazónica, Ecuador.

## EDITORIAL

La agroecología es la ciencia capaz de integrar principios ambientales al manejo de los recursos en los sistemas de producción para lograr la armonización de los componentes ecológico, social y económico de forma tal que permita la mayor interrelación entre ellos. De esta relación surgen una serie de propiedades emergentes que contribuyen a conservar los recursos y ecosistemas, a mejorar los niveles de producción y a su vez generar un producto sano, de alta calidad para una la alimentación funcional de las personas.

La ciencia y la práctica de la agroecología son tan antiguas como los orígenes de la agricultura, sin embargo, los principios en los que se basa toman cada día más relevancia a nivel global. Hoy, el diseño y manejo de sistemas de producción agroecológicos constituyen la única alternativa para el desarrollo sustentable de nuestros pueblos y la única vía posible para alcanzar la soberanía y seguridad alimentaria.

Para REIMA, A.C. la incorporación de los temas agroecológicos a sus actividades científicas constituye una fortaleza en su misión y una manera de promover y proponer soluciones a la problemática ambiental generada por la agricultura convencional. Con el aporte de herramientas sólidas del enfoque agroecológico se puede mejorar el bienestar, la calidad de vida y la equidad entre los agricultores que a su vez contribuyen a la mejora de la calidad de vida de las naciones.

Los artículos que se ponen a disposición del lector en el presente número constituyen una selección de los presentados en el **III Congreso Científico Internacional sobre Agroecología "Comunidades en armonía con la naturaleza"**, evento que tuvo lugar en la Universidad Estatal Amazónica del 25 al 29 de junio de 2018, y que contó con un total de 574 delegados e invitados de siete países.

Fueron seleccionados 10 artículos que se nuclean alrededor de tres temas centrales: manejo sostenible de tierra, agroecología y cambio climático y monitoreo de agroecosistemas. Invitamos al lector a reflexionar sobre los temas abordados desde diferentes escenarios, con la convicción de que ello permitirá sacar conclusiones y estrategias que sirvan de referente en la toma de decisiones para la diversificación de los sistemas productivos y con ello dar un paso más en la gran tarea de alcanzar los objetivos del desarrollo sustentable.





## CONTENIDO

### Manejo sustentable de tierras y seguridad alimentaria

- Evaluación del uso de un biocarbón sobre la absorción de cadmio del suelo y la productividad del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Amazonía ecuatoriana.** Carlos Alfredo Bravo Medina, Reinaldo Demesio Alemán Pérez, Jorge Antonio Freile Almeida, Héctor Fernando Reyes Morán, Marco Washington Andino Inmunda, Jorge Luis Alba Rojas, Yamila Lazo Pérez y Ernesto Marino Ibarra 5
- Variación de algunos indicadores fisiológicos y componentes del rendimiento con la fertilización orgánica en la variedad de caña de azúcar Cristalina en las condiciones de la Amazonía ecuatoriana.** Reinaldo Demesio Alemán Pérez, Javier Domínguez Brito, Carlos Alfredo Bravo Medina, Edgar Rubén Iza Guanoluisa, Héctor Fernando Reyes Morán, Jorge Antonio Freile Almeida, Jorge Luis Alba Rojas, Ernesto Marino Téllez y Eberto Pablo Gutiérrez Morales 16
- Variaciones morfométricas y conductuales de la abeja melífera (*Apis mellifera*) en diferentes pisos altitudinales en la serranía ecuatoriana.** Diego Armando Masaquiza Moposita, Lino Curbelo Rodríguez, Byron Díaz Monroy, Milton Velasco Guanoluisa y Verónica Cristina Andrade Yucailla 25
- Dasonomía de las palmas reales cubanas en sistemas sostenibles de producción porcina.** Lázara Ayala González, Julio Ly Carmenatti, Ramón Arias San Martín, Yuvan Contino Esquijerosa, Néstor Vicente Acosta Lozano y Verónica Cristina Andrade Yucailla 33
- Evaluación de los impactos y la sustentabilidad de un Modelo de Manejo Sostenible de Tierra en áreas con ecosistemas degradados y condiciones climatológicas extremas.** Albaro Blanco Imbert, Illovis Fernández Betancourt, Teudys Limeres Jiménez, Marianela Cintra, José Antonio Márquez y Oscar Borges Escandon 39
- Evaluación de la salud y la calidad de la leche de cabras *Saanen* para la seguridad alimentaria en agroecosistemas vulnerables de Penipe, Ecuador.** Marcelo Moscoso Gómez, María Soledad Núñez Moreno, Luis Peña Serrano y Sonia Peñafiel Acosta 46
- La chacra como paradigma territorial: dinámicas de producción agroecológica.** Mayra Espinosa Chico, Dalton Pardo Enríquez y Leo Rodríguez Badillo 55

## Turismo sustentable

**Diagnóstico turístico local para promover el turismo auténtico y sostenible en Yagüajay. 62**  
*Mario Antonio Zulueta Acea, Sinaí Boffill Vega y Osvaldo Romero Romero*

## Gestión de riesgos ambientales y cambio climático

**Visión del cambio climático desde la perspectiva del riego y drenaje en Ecuador. 68**  
*Carlos Eloy Balmaseda Espinosa y María Caridad Mederos Machado*

## Uso sustentable de la biodiversidad y manejo de áreas protegidas

**Soil invertebrates in the Tropics: a bibliographical revisión. Pedro Ríos Guayasamín, Julio 74**  
*Muñoz Rengifo y Sandy M. Smith*

MANEJO SUSTENTABLE DE TIERRAS Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

**Evaluación del uso de un biocarbono sobre la absorción de cadmio del suelo y la productividad del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Amazonía ecuatoriana.**

**Evaluation of the use of a biocarbon on the absorption of cadmium from the soil and the productivity of the cocoa crop (*Theobroma cacao* L.) in the Ecuadorian Amazon.**

Carlos Alfredo Bravo Medina<sup>1</sup>, Reinaldo Demesio Alemán Pérez, Jorge Antonio Freile Almeida, Héctor Fernando Reyes Morán, Marco Washington Andino Inmunda, Jorge Luis Alba Rojas, Yamila Lazo Pérez y Ernesto Marino Ibarra

<sup>1</sup>Universidad Estatal Amazónica, Ecuador  
[cbravo@uea.edu.ec](mailto:cbravo@uea.edu.ec)

Recibido: 08/07/2018

Aceptado: 18/12/2018

Publicado: 28/06/2019

**RESUMEN**

Los niveles crecientes de cadmio en suelos agrícolas generan preocupación ambiental debido a su movilidad y a la facilidad con que es absorbido por las plantas. El objetivo de este trabajo fue evaluar el funcionamiento del fertilizante Farmlandmiracle sobre la capacidad de adsorción del cadmio del suelo y su efecto en la productividad del cultivo de cacao en la provincia de Napo, Ecuador. Se evaluaron tres tratamientos distribuidos en un bloque al azar que comprendió tres dosis del fertilizante Farmlandmiracle (alta, media y baja). Se realizó un muestreo previo al establecimiento de los tratamientos y otro al final del período de cosecha. Para ello, se colectaron cinco muestras de suelo a dos profundidades de 0-10 cm y de 10 a 30 cm en el área experimental para la posterior determinación de propiedades físicas, químicas y el contenido de cadmio tanto en suelo como en la almendra. El contenido de cadmio disponible en el suelo inicial y final, exhibió concentraciones consideradas como bajas al compararla con el valor crítico (2 mg kg<sup>-1</sup>) con una reducción del 99% con la aplicación del fertilizante Farmlandmiracle (biocarbono). La concentración de cadmio en las almendras para ambas fechas, resultó ser bajo cuando se comparó con el nivel de referencia (1 mg kg<sup>-1</sup>), lo cual se corresponden con los valores registrados de concentración de cadmio en el suelo. No obstante, con la aplicación del biocarbono se presentó una disminución del cadmio en la almendra de un 97% aproximadamente con respecto al valor inicial.

**PALABRAS CLAVE:** amazonía, biocarbono, contaminación, propiedades del suelo.

**ABSTRACT**

Increasing levels of cadmium in agricultural soils cause environmental concern due to its mobility and the ease with which it is absorbed by plants. The objective of this study was to evaluate the performance of Farmland miracle fertilizer on the adsorption capacity of Cadmium from the soil and its effect on the productivity of the cocoa crop in the province of Napo, Ecuador. Three treatments distributed in a random block comprising three doses of Farmland miracle fertilizer (high, medium and low) were evaluated. A sampling was carried out prior to the establishment of the treatments and another at the end of the harvest period. For this, five soil samples were collected at two depths of 0-10 cm and 10 to 30 cm in the experimental area for the subsequent determination of physical, chemical properties and cadmium content in both soil and almonds. The cadmium content available in the initial and final soil exhibited concentrations considered low when compared to the critical value (2 mg kg<sup>-1</sup>)



with a 99% reduction with the application of the Farmland miracle fertilizer (biocarbon). The cadmium concentration in the almonds for both dates turned out to be low when compared with the reference level ( $1 \text{ mg kg}^{-1}$ ), which correspond to the registered values of cadmium concentration in the soil. However, with the application of biocarbon, there was a decrease in cadmium in almonds of approximately 97% with respect to the initial value.

**KEYWORDS:** amazon, biocarbon, contamination, soil properties.

## INTRODUCCIÓN

La importancia que representa la Región Amazónica Ecuatoriana (RAE) tanto para el Ecuador como para la comunidad internacional se debe a la alta riqueza de recursos, su biodiversidad y al gran aporte como pulmón verde del planeta, por todos los servicios ambientales que presta y en especial en la reducción de emisiones de  $\text{CO}_2$  a la atmósfera, contribuyendo a minimizar el impacto climático (Bravo *et al.*, 2017).

En el año 2013 la producción mundial de cacao (*Theobroma cacao* L.) alcanzó 4.58 millones de toneladas, Costa de Marfil fue el principal productor mundial con 1.44 millones de toneladas. Los países del continente africano aportaron el 65.7%, Asia y Oceanía 18.6% y América 15.7% del total de cacao producido a nivel mundial, Ecuador produjo 128 446 mil toneladas (Vasco, 2008). Más del 70% de la producción mundial de cacao fino de aroma se realiza en Ecuador, por lo que es el mayor productor de este cacao calidad superior. Es el quinto producto más exportado por el país dentro de las exportaciones no petroleras y es fuente de ingreso y empleo de una gran cantidad de familias (Vasco, 2008).

Desde hace más de una década, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador se encuentra investigando la presencia de metales pesados en suelos agrícolas, aguas y en cultivos de exportación, particularmente el cacao, en miles de muestras de suelos, tejidos de la planta de cacao y agua (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP], 2017). En este sentido, se ha determinado que la secuencia de acumulación de este elemento en los tejidos de cacao se da en el siguiente orden: raíz, tallo, hojas, cáscara o testa y grano de cacao, lo quiere decir que el grano de cacao contiene el menor porcentaje de cadmio respecto a los demás tejidos de la planta (Mite *et al.*, 2010).

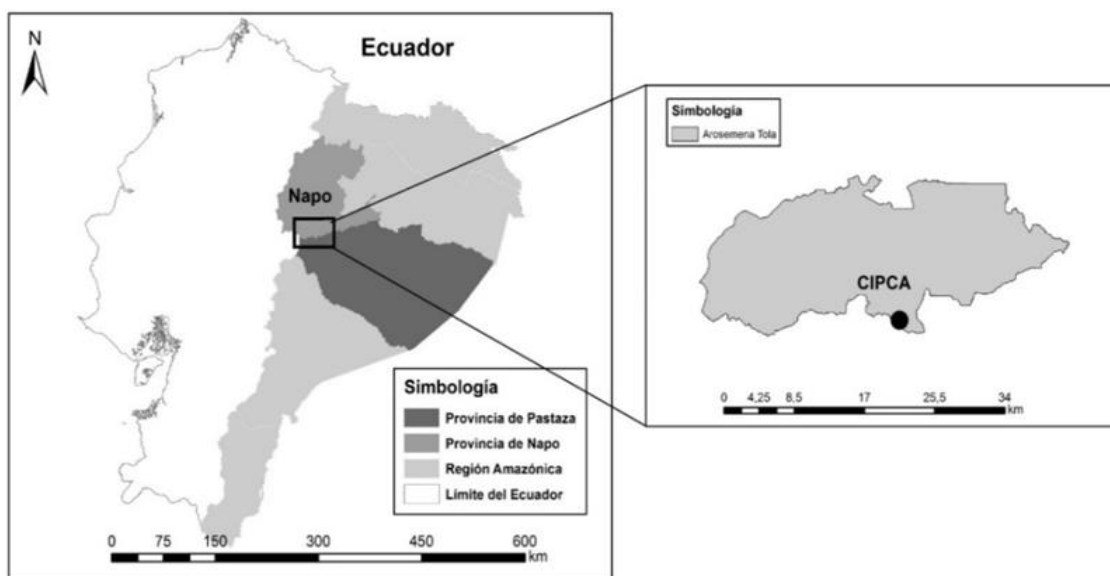
El cadmio es un metal pesado que se encuentran de manera natural en la corteza terrestre en forma de mineral y está asociado a graves problemas de salud humana (Prieto *et al.*, 2009). Su presencia en suelos agrícolas en niveles crecientes genera gran preocupación ambiental debido a su movilidad y a la facilidad con que es absorbido por las plantas sin cumplir ninguna función metabólica o fisiológica. Debido a la perturbación y la aceleración producto de la actividad humana, del lento ciclo geoquímico de los metales, la mayoría de los suelos de los entornos rurales y urbanos pueden acumular uno o más de los metales pesados por encima de los valores definidos como suficientemente altos como para causar riesgos para la salud humana, las plantas, los animales, y el ecosistema (Nigam *et al.*, 2001).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el funcionamiento del fertilizante Farmlandmiracle sobre la capacidad de absorción del cadmio del suelo y su efecto en la productividad del cultivo de cacao en la provincia de Napo, Amazonía ecuatoriana.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para este estudio se seleccionó un suelo manejado con cacao (*Theobroma cacao* L.) bajo sistema agroforestal con una superficie de 4 hectáreas, localizado en el Centro de investigación, Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA), de la Universidad Estatal Amazónica, provincia de Napo (*figura 1*).

**Figura 1.** Ubicación relativa del área de estudio.



**Fuente:** Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA)

El área bajo estudio ha sido clasificada como Bosque húmedo tropical, con una precipitación promedio de 3 000 mm distribuidos uniformemente durante todo el año, alta humedad relativa alrededor de 86% y temperaturas promedio anuales de 25°C (Uvidia *et al.*, 2015).

Se evaluaron cuatro tratamientos distribuidos en un bloque completamente aleatorizado etiquetados como: a) A: Dosis alta 700 g por planta de fertilizante Farmlandmiracle; b) M: Dosis media 500 g por planta de fertilizante Farmlandmiracle; c) B: Dosis baja 300 g por planta de fertilizante Farmlandmiracle; Fo: Fertilización orgánica.

### **Muestreo de suelo y determinación de propiedades físicas, químicas y contenido de cadmio disponible**

En cada ensayo se realizó un muestreo previo al establecimiento de los tratamientos y otro al final del período de cosecha. Se recolectaron cinco muestras representativas a dos profundidades 0-10 y de 10-30 cm. Para la determinación de los parámetros físicos del suelo relacionados con los índices estructurales se usaron muestras no alteradas con cilindros de 5 cm de altura x 5 cm de diámetro recolectados con un toma muestra tipo Uhland (Pla, 2010), en los cuales se midieron las siguientes variables: a) Densidad aparente ( $D_a$ ) usando el método del cilindro (Blake y Hartge, 1986); b) conductividad hidráulica saturada ( $K_{sat}$ ) mediante el método de carga variable, siguiendo el método descrito en Pla (2010); c) distribución de tamaño de poros (Pt: porosidad total), porosidad de aireación (Pa: poros de radio  $>15 \mu m$ ) y porosidad de retención usando la mesa de tensión a saturación y a un potencial mátrico de -10 kPa (Gee y Bauder, 1986). La variable química medidas fueron: el pH medido por potenciometría (relación suelo-agua 1:2.5), las bases cambiables (Ca, Mg, K), contenido de fósforo y microelementos fueron medidos por la metodología de Olsen modificado (Bertsh, 1995). El nitrógeno total se midió por el método de kjeldahl. Para la determinación de la Densidad aparente ( $D_a$ ) se realizó en muestras no alteradas con cilindros de 5 cm de altura x 5 cm de diámetro recolectados con una toma muestra tipo Uhland (Pla, 2010) usando el método del cilindro (Blake y Hartge, 1986). El cadmio ( $Cd^{+2}$ ) disponible se determinó empleando el extractante EDTA 0.05M pH 7 (Westerman, 1990) y se cuantificó usando el método de espectrofotometría de absorción atómica.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### ***Propiedades del suelo asociado a la fertilidad y el contenido de cadmio***

En la *tabla 1* se muestran los resultados de las clases texturales y las propiedades físicas relacionadas con los índices estructurales, como indicadores de la fertilidad física del suelo, que influye fuertemente sobre su funcionamiento y el desarrollo del cultivo. En este contexto, los índices estructurales para las tres zonas estudiadas usando como factor la profundidad de muestreo y uso del suelo, presentó diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), resultando en mejores condiciones físicas el horizonte superficial indistintamente del uso del suelo.

Se puede apreciar que la clase textural para ambos horizontes se corresponden con texturas predominantemente finas a medias (Franco arcillosa, Arcillosas). La textura del suelo representa una variable de gran significado agrícola ya que está relacionada con otros parámetros físicos, químicos y biológicos como la retención de humedad, la capacidad de intercambio catiónico, la disponibilidad de nutrientes, la porosidad, y la actividad biológica (Bravo *et al.*, 2008; Pla, 2010). En este sentido, los valores de densidad aparente del suelo ( $D_a$ ) oscilaron entre 0.50 en el horizonte superficial a 0.60  $\text{mg}/\text{m}^{-3}$  en la capa más profunda, lo cual se consideran bajos cuando se compara con el valor de referencia ( $1.2 \text{ mg}/\text{m}^{-3}$ ) y no representan problemas de compactación y de penetración de raíces. A pesar de ello se presentaron diferencias en el movimiento de agua en el suelo siendo muy alta en horizonte superficial y disminuyendo drásticamente a partir de los 10 cm a valores que pueden ser considerado limitantes ( $< 0.5 \text{ cm}/\text{h}^{-1}$ ).

A veces los efectos más importantes son cambios en la geometría de poros, que aún sin grandes variaciones en la densidad determinan fuertes cambios en el comportamiento hidrológico del suelo (Bravo *et al.*, 2017). Los valores de la porosidad total obtenidos estuvieron muy relacionados con la densidad aparente, sugiriendo que una mayor densidad significó menor porosidad total (Pt). La (Pt) es alta en ambas profundidades (mayor de 60%), con una gran fracción del volumen total representada por los poros de retención (Pr), lo cual le confiere a estos suelos una alta capacidad de retención de humedad.

En contraparte, el volumen de poros de aireación (macroporos (Pa)  $> 15 \mu\text{m}$ ) que contribuyen activamente al flujo de agua (Bravo *et al.*, 2017; Álvarez y Taboada, 2008), son los que están en menores proporciones. En este contexto, cuando se detallan los valores de dicha variable se registró una adecuada porosidad en la capa superficial, mientras que la segunda profundidad mostró valores cercanos a 8%, por debajo del límite crítico (10%) que se corresponde con los valores de la conductividad hidráulica saturada. En relación a los macroporos, se ha señalado que aquellos valores por debajo de 10% pueden representar serias limitaciones al flujo de agua, de aire, a la actividad biológica y a la penetración de raíces (Bravo *et al.*, 2017; Pla, 2010). El incremento de macroporos en la capa superficial pudiera estar asociado a la mayor actividad biológica, a la macro fauna especialmente las lombrices y los residuos que dejan las raíces de los cultivos, tal como ha sido señalado por otros investigadores (Bravo *et al.*, 2017). La condición física del suelo determina la rigidez y la fuerza de sostenimiento, la facilidad para la penetración de las raíces, la aireación, la capacidad de drenaje y de almacenamiento de agua, la plasticidad, y la retención de nutrientes.



**Tabla 1.** Estadísticos descriptivos de las propiedades físicas del suelo en la localidad del CIPCA.

Propiedades	Profundidad	Media	Desviación Típica	Mínimo	Máximo
Densidad aparente (Da, mg/m <sup>-3</sup> )	0-10 cm	0.50	0.05	0.46	0.57
	10-30 cm	0.59	0.09	0.47	0.72
Conductividad hidráulica saturada (Ks, cm/h <sup>-1</sup> )	0-10 cm	22.45	22.40	0.29	54.61
	10-30 cm	0.2	0.19	0.22	0.69
Porosidad total (Pt, %)	0-10 cm	81.27	8.12	69.32	89.01
	10-30 cm	80.66	10.95	63.97	89.90
Porosidad de aireación (Pa,%)	0-10 cm	15.88	1.82	13.71	18.12
	10-30 cm	8.12	3.55	4.81	14.09
Porosidad de retención (Pr,%)	0-10 cm	65.39	9.05	53.29	75.29
	10-30 cm	72.53	8.99	59.16	82.13
Clase textural	0-10 cm	Franco arcillosa			
	10-30 cm	Arcillosa			

Fuente: *Elaboración propia.*

La fertilidad química en la región amazónica ecuatoriana (RAE), está muy marcada por los procesos de formación del suelo y en especial el clima que ha ejercido un papel importante en el proceso de ferralitización o enriquecimiento de hierro (Custode y Sourdat, 1986). El estudio de los parámetros químicos asociados a la fertilidad del suelo en las dos profundidades consideradas (0-10 y 10-30 cm) se muestra en la *tabla 2*.

**Tabla 2.** Estadísticos descriptivos de las propiedades químicas del ensayo realizado en el CIPCA.

Propiedades Químicas	Profundidad cm	Media	Desviación Típica	Mínimo	Máximo
pH	0-10	5,09MA	0,24	4,79	5,32
	10-30	5,18MA	0,31	4,75	5,55
Carbono Orgánico (COT, %)	0-10	12,76 A	3,08	8,94	17,53
	10-30	5,83 A	0,38	5,44	6,23
Nitrógeno total (Nt, %)	0-10	0,44M	0,15	0,26	0,65
	10-30	0,25M	0,02	0,21	0,27
Relación C:N	0-10	29,81	4,31	23,95	34,40
	10-30	23,77	1,56	21,77	25,97
Fósforo Disponible (P, mg kg <sup>-1</sup> )	0-10	4,56B	1,37	3,20	6,40
	10-30	3,16B	1,81	1,00	5,90
Azufre disponible (S, mg kg <sup>-1</sup> )	0-10	25,20 M	32,37	9,20	83,00
	10-30	8,04 B	3,25	5,00	12,00
Potasio (K, meq 100 ml)	0-10	0,05 B	0,01	0,04	0,07
	10-30	0,02 B	0,01	0,02	0,03
Calcio (Ca, meq 100 ml)	0-10	1,81 B	1,03	0,75	3,40
	10-30	0,47 B	0,14	0,35	0,71
Magnesio (Mg, meq 100 ml)	0-10	0,39 B	0,16	0,27	0,62
	10-30	0,12 B	0,01	0,10	0,14
Zinc (Zn, mg kg <sup>-1</sup> )	0-10	1,28 B	0,25	0,90	1,50
	10-30	0,48 B	0,15	0,30	0,70

	0-10	4,80 A	0,73	3,70	5,40
Cobre (Cu, mg kg <sup>-1</sup> )	10-30	4,72 A	1,01	3,70	5,90
	0-10	159,40 A	21,80	129,00	190,00
Hierro (Fe, mg kg <sup>-1</sup> )	10-30	106,60 A	15,32	92,00	130,00
	0-10	5,36 B	1,30	3,90	6,70
Manganeso (Mn, mg kg <sup>-1</sup> )	10-30	3,14 B	0,33	2,80	3,50
	0-10	0,46 B	0,11	0,30	0,60
Boro (B, mg kg <sup>-1</sup> )	10-30	0,42 B	0,16	0,20	0,60
cadmio (Cd, mg kg <sup>-1</sup> )	0-10	0,20 B	0,04	0,16	0,27
I Muestreo	10-30	0,16 B	0,05	0,11	0,25
cadmio (Cd, mg kg <sup>-1</sup> )					
II Muestreo					
	0-10	0,00036 B	0,0001	0,00034	0,0004
<b>A:</b> Dosis alta Farmlandmiracle	10-30	0,00023 B	0,0001	0,0002	0,0004
	0-10	0,00041 B	0,0001	0,0004	0,0006
<b>M:</b> Dosis media Farmlandmiracle	10-30	0,00025 B	0,0001	0,0002	0,0004
	0-10	0,00048 B	0,0001	0,0004	0,0005
<b>B:</b> Dosis baja Farmlandmiracle	10-30	0,00027 B	0,0001	0,0002	0,0004
	0-10	0,00061 B	0,0001	0,0004	0,0007
<b>Fo:</b> Fertilización orgánica	10-30	0,00039 B	0,0001	0,0002	0,0004

**Nota:** A: Alto; M: Medio; B: Bajo. **Tratamientos:** a) **A:** Dosis alta 700 g por planta de fertilizante Farmlandmiracle; b) **M:** Dosis media 500 g por planta de fertilizante Farmlandmiracle; c) **B:** Dosis baja 300 g por planta de fertilizante Farmlandmiracle; **Fo:** Fertilización orgánica. **Fuente:** Elaboración propia.

Se puede observar que el suelo presentó un pH categorizado como muy ácido en ambas profundidades, con altos contenidos de materia orgánica sobre todo en el horizonte superficial y bajos contenidos de nutrientes principalmente el fósforo (P), las bases intercambiables (K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, y Mg<sup>2+</sup>) y algunos microelementos como el Zn, Mn en ambos horizontes. En contraparte el contenido de hierro (Fe) y cobre (Cu).

El comportamiento químico del suelo en estas condiciones está muy relacionado con los materiales parentales y muchos de los procesos ocurridos que dan origen a estos suelos, vinculados al contexto edafológico climático. Este tipo de ambiente facilita el lavado de las bases intercambiables (K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>) y permite que en la fracción de intercambio predominen cationes como el Fe<sup>3+</sup> y Al<sup>3+</sup> que son fuentes de acidez del suelo (Gardi *et al.*, 2014). El contenido de materia orgánica en especial en el horizonte superficial influye sobre el contenido de nitrógeno total, cuyos valores muestran contenidos moderados.

En relación al contenido de cadmio en el suelo se presentan tanto los valores iniciales, antes de establecer el ensayo como los valores finales (*tabla 2*). Se puede señalar que la concentración en ambas fechas fue considerada como baja al compararla con el valor crítico propuesto por Mite *et al.* (2010) (2 mg kg<sup>-1</sup>) oscilando de 0.16 a 0.20 mg kg<sup>-1</sup> en el primer muestreo y luego disminuyendo con la aplicación de la enmienda (Farmlandmiracle), variando de 0.0003 a 0.0005 mg kg<sup>-1</sup>. Si bien, el contenido de cadmio (Cd<sup>2+</sup>) por los impactos que tiene es uno de los metales o elementos tóxicos considerado en aspectos de seguridad alimentaria y salud humana a nivel mundial (Alloway, 2012), los valores obtenidos en el ensayo no representan ningún problema. No obstante, si se demuestra que aun en suelos con bajas concentraciones de cadmio con la aplicación del fertilizante Farmlandmiracle se logran disminuir dichas concentraciones en un 99% aproximadamente.

### **Parámetros morfofisiológicos y contenido de cadmio en las almendras del cultivo de cacao**

En las variables de crecimiento como: altura, diámetro del tallo, y número de ramas las plantas de cacao evaluadas bajo el efecto del fertilizante Farmlandmiracle (biocarbono) mostraron un desarrollo normal acorde con las condiciones edafoclimáticas de la zona (tabla 3). El cacao posee diversidad de cultivares que pueden manifestarse de forma diferente en sectores con variaciones y fluctuaciones de las variables climáticas.

**Tabla 3.** Indicadores morfológicos de la planta de cacao y contenido de cadmio en las almendras de la mazorca en el ensayo localizado en el CIPCA, cantón Arosemena Tola, Provincia Napo.

<b>Variables morfológicas y productivas</b>	<b>16/Nov/2016</b>	<b>15/Nov/2017</b>	<b>05/Ene/2018</b>
Altura de la planta (cm)	254	271	
Diámetro del tallo (cm)	8.4	10.1	
Número de ramas por planta	26	31	
Número de cojines florales	75	87	
Número de frutos formados	35	41	
Número de frutos cosechados	8	7	
Masa de la mazorca (kg)	0.65	0.67	
Masa de la semilla fresca (kg)	0.14	0.15	
Longitud de semilla (mm)	25.2	24.9	
Ancho de semilla (mm)	13.5	14.1	
Espesor de semilla (mm)	8.4	8.7	
Número de semilla por mazorca	38	38	
Masa de una semilla (g)	1.77	1.78	
Masa de semilla seca (kg)	0.06	0.07	
Índice de semilla	1.73	1.73	
Índice de mazorca	16	16	
<b>Cadmio en almendra (mg/kg<sup>-1</sup>)</b>	0.14	----	<b>0.0034</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

Debido a la complejidad de factores internos y externos es muy difícil estimar la influencia del ambiente sobre el crecimiento y la producción del cacao, pero pueden comportarse bien en ambientes no apropiados, diferentes a los existentes en las condiciones de origen (Amores *et al.*, 2010). Estas consideraciones permiten inferir que los clones propios de la Amazonía deben expresar toda su potencialidad en la misma, es el caso del clon EET-103 en el que uno de sus progenitores es el cacao nacional (Vasco, 2008).

En los indicadores de fructificación, los resultados de la floración, cuajado y frutos cosechados existió un incremento desde el antes y el después de haber aplicado los tratamientos como se muestran en la tabla 3. Este es un proceso que determina el rendimiento de mazorcas y por tanto de la producción de semillas secas. No obstante, es notorio el descenso cuantitativo marcado que se va presentando a partir de la formación de cojinetes florales, pasando por la formación de frutos donde el perjuicio es mayor al 50% aproximadamente, incrementándose la pérdida en el número de frutos cosechados entre un 73 – 83% en las dos fechas de muestreo. Estas variables decisivas en los rendimientos de semillas secas están muy relacionadas con la pérdida de frutos debido al marchitamiento fisiológico de las «chereles», que conlleva a una eliminación y caída de frutos de pequeño tamaño (Amores *et al.* 2010). Es necesario tener en cuenta el daño causado por moniliasis, pues según Phillips *et al.* (2012), esta enfermedad constituye la mayor amenaza en la producción de cacao en el mundo actualmente,



aunque se ha tratado de buscar resistencia al hongo *Monilophthora roreri* (Hernández-Gomez *et al.*, 2012).

En los parámetros de semillas fermentadas y secas como son: longitud, ancho y grosor, así como también los indicadores de número de semillas por mazorca, masa de una semilla, masa de semillas/mazorca y los índices de semilla y mazorca; los resultados se presentaron sin mayores variaciones en las dos fechas de muestreo en este ensayo; pero si existe algunas diferencias en algunos de estos parámetros, especialmente en los índices de semilla y mazorca ya publicados en trabajos de adaptabilidad de clones promisorios realizados en la estación Napo-Payamino, Paredes *et al.* (2007) determinaron valores de índice de mazorca de 19 en los clones EET-103 y EET-95 y en el clon CCN-51 de 17, los resultados obtenidos en el presente trabajo fueron mejores en este ensayo con el clon EET-103, ya que el número de mazorcas necesarias para obtener un kilogramo de semillas secas fue menor.

Los valores obtenidos de la concentración de cadmio ( $Cd^{+2}$ ) en las almendras para ambas fechas, resultó ser bajo cuando se compara con el nivel de referencia (INIAP, 2017);  $1 \text{ mg kg}^{-1}$ , tales resultados se corresponden con los valores registrados de concentración de cadmio en el suelo, que igualmente son bajos en relación a los límites permitidos por la Organización Mundial de la Salud. Los efectos perceptibles de la fitotoxicidad del cadmio dependen de la especie, siendo los más comunes la clorosis que incluye una reducción en el contenido de clorofila, marchitez y en ocasiones necrosis, este tipo de efectos se debe principalmente a que las altas concentraciones de cadmio inhiben la fotosíntesis y la fijación de bióxido de carbono. En nuestro ensayo debido a que las concentraciones tanto en suelo como en las almendras de cacao fueron bajas, este tipo de efecto no se manifestó.

## CONCLUSIONES

El suelo estudiado presenta unas adecuadas condiciones físicas para el cultivo de cacao, reflejado por los valores obtenidos en la mayoría de los índices estructurales evaluados. Los parámetros químicos evaluados reflejan un suelo con pH ácido, alto contenido de materia orgánica y baja concentración de nutrientes que lo categoriza de baja fertilidad. El comportamiento químico del suelo en estas condiciones esta muy relacionado con los materiales parentales y muchos de los procesos ocurridos que dan origen a estos suelos, vinculados al contexto edafoclimático.

El contenido de cadmio disponible en el suelo inicial y final, exhibió concentraciones consideradas como bajas al compararla con el valor crítico ( $2 \text{ mg kg}^{-1}$ ) con una reducción del 99% con la aplicación del fertilizante Farmlandmiracle.

Los valores obtenidos de la concentración de cadmio en las almendras para ambas fechas, resultó ser bajo cuando se comparó con el nivel de referencia ( $1 \text{ mg kg}^{-1}$ ), lo cual se corresponden con los valores registrados de concentración de cadmio en el suelo. Por tanto, con la aplicación del fertilizante Farmlandmiracle, existió una disminución del cadmio en la almendra de 97% aproximadamente con respecto al valor inicial.

En cuanto a las variables morfológicas analizadas en las dos fechas en este ensayo, si bien no muestran una diferencia marcada, se puede notar que si hubo un incremento cuantitativo en la mayoría de los indicadores. Lo cual se puede deber al desarrollo normal genético del material vegetal, así como también a la influencia edafoclimáticas de la zona y el sitio del experimento, más no a la influencia que pudiera haber ejercido el fertilizante Farmlandmiracle.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alloway, B.J. (Ed.). (2012). *Heavy metals in soils: trace metals and metalloids in soils and their bioavailability* (Vol. 22). Springer Science & Business Media.

- Álvarez, C.R., Taboada, M.A. (2008). Fertilidad física de los suelos. Segunda Edición. Universidad de Buenos Aires.
- Amores, F., Suárez, C. y Garzón, I. (2010). Producción intensiva de cacao Nacional con sabor "Arriba": Tecnología, presupuesto y rentabilidad. *Manual Técnico (82)*.
- Bertsh, F. (1995). *La fertilidad de los suelos y su manejo*. 1<sup>ra</sup> ed. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo.
- Blake, G.R. & Hartge, K.H. (1986). Bulk density. In A. Klute (Ed.), *Methods of soil Analysis, Part I. Physical and Mineralogical Methods* (pp. 363-375). ASA/SSSA <https://doi.org/10.2136/sssabookser5.1.2ed.c13>
- Bravo, C., Lozano, Z., Hernández-Hernández, R.M., Cánchica, H. y González, I. (2008). Siembra directa como alternativa agroecológica para la transición hacia la sostenibilidad de las sabanas. *Acta Biológica*, 28(1), 7-26.
- Bravo, C., Marín, H., Marrero-Labrado, P., Ruiz, M. E., Torres-Navarrete, B., Navarrete-Alvarado, H., Durazno-Alvarado, G. y Changoluisa-Vargas, D. (2017). Evaluación de la sustentabilidad mediante indicadores en unidades de producción de la provincia de Napo, Amazonía ecuatoriana. *Bioagro*, 29(1), 23-36.
- Custode, E., y Sourdat, M. (1986). Paisajes y suelos de la Amazonía ecuatoriana: entre la conservación y la explotación. *Revista del Banco Central del Ecuador*, 24, 325-339. <https://n9.cl/m146>
- Gardi, C., Angelini, M., Barceló, S., Comerma, J., Cruz Gaistardo, C., Encina Rojas, A., Jones, A., Krasilnikov, P., Mendonça Santos Brefin, M.L., Montanarella, L., Muñiz Ugarte, O., Schad, P., Vara, Rodríguez, M.I. y Vargas, R. (eds). (2014). *Atlas de suelos de América Latina y el Caribe*. Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, pp.176.
- Gee G.W., & Bauder. J.W. (1986). Particle size analysis. In A. Klute (Ed.), *Methods of soil Analysis, Part I. Physical and Mineralogical Methods* (2<sup>da</sup> ed., pp. 337-382). ASA/SSSA
- Hernández, E., López, M.C., Garrido, E.R., Solís, J.L., Zamarripa, A., Avendaño, C.H., y Mendoza, A. (2012). La moniliasis (*Moniliophthora roreri* Cif & Par) del cacao: búsqueda de estrategias de manejo. *Agroproductividad*, 5(6), 3-9. <https://n9.cl/pv439>
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. (2017). Informe Técnico Anual Estación Experimental Tropical Pichilingue. <https://n9.cl/onf7>
- Mite, F., Carrillo, M. y Durango, W. (17 al 19 de noviembre de 2010). *Avances del monitoreo de presencia de cadmio en almendras de cacao, suelos y aguas en Ecuador* [Conferencia]. XII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo, Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador.
- Nigam, R., Srivastava, S., Prakash S. y Srivastava, M.M. (2001). Cadmium mobilisation and plant availability - the impact of organic acids commonly exuded from roots. *Plant Soil*, 230(1), 107-113. <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1004865811529>
- Paredes, N., Tinoco, L. y Bermeo, F. (2007). *Obtención de clones de cacao para la Amazonía ecuatoriana*. Estación Experimental Napo-Payamino, Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

- Phillips, M.W., Arciniegas, L. y Mata, Q.A. (2012). *Catálogo de clones de cacao seleccionados por el CATIE para siembras comerciales*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/7280>
- Pla, I. (2010). Medición y evaluación de propiedades físicas de los suelos: dificultades y errores más frecuentes. *Propiedades Mecánicas. Suelos Ecuatoriales*, 40(2), 75-93. <https://n9.cl/p9yg>
- Prieto, J., González, C.A., Román, A.D. y Prieto, F. (2009). Contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10, 29 – 44. <https://www.redalyc.org/pdf/939/93911243003.pdf>
- Uvidia, H., Ramírez, J., Vargas, J., Leonard, I. y Sucoshañay, J. (2015). Relación del clima con el rendimiento y la calidad del *Pennisetumpurpureum* en la Amazonia Ecuatoriana. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 16(6), 1-6. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63641399005.pdf>
- Vasco, M.A. (2008). *Avances en el desarrollo de nuevas variedades de cacao en el Ecuador. Situación actual y perspectivas*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Westerman, R. (1990). *Soil testing and plant analysis*. 3<sup>rd</sup> ed. Soil Science Society of America. SSSA.



**MANEJO SUSTENTABLE DE TIERRAS Y SEGURIDAD ALIMENTARIA**

**Variación de algunos indicadores fisiológicos y componentes del rendimiento con la fertilización orgánica en la variedad de caña de azúcar cristalina en las condiciones de la Amazonía ecuatoriana.**

**Variation of some physiological indicators and performance components with organic fertilization in the variety of crystalline sugarcane in the conditions of the Ecuadorian Amazon.**

Reinaldo Demesio Alemán Pérez<sup>1</sup>, Javier Domínguez Brito, Carlos Alfredo Bravo Medina, Edgar Rubén Iza Guanoluisa, Héctor Fernando Reyes Morán, Jorge Antonio Freile Almeida, Jorge Luis Alba Rojas, Ernesto Marino Téllez y Eberto Pablo Gutiérrez Morales

<sup>1</sup>Universidad Estatal Amazónica, Ecuador  
[r Aleman@uea.edu.ec](mailto:r Aleman@uea.edu.ec)

Recibido: 08/07/2018

Aceptado: 18/12/2018

Publicado: 28/06/2019

**RESUMEN**

El objetivo del trabajo fue analizar la variación de algunos indicadores fisiológicos y componentes del rendimiento con la fertilización orgánica en la variedad de caña de azúcar cristalina en la Amazonía ecuatoriana. La investigación se desarrolló en la finca San Carlos, ubicada en el recinto Oswaldo Hurtado de la vía Puyo-Macas km 29 perteneciente a la parroquia Simón Bolívar del cantón Pastaza, provincia de Pastaza y consistió en el estudio del comportamiento de la variedad cristalina conocida como limeña rayada ante la aplicación de dos abonos orgánicos, Pollinaza y Bagazo más un testigo donde no se realizó abonadura. Se utilizó un diseño en bloques completos al azar, con tres réplicas, y se evaluaron variables como el ahijamiento, el número de tallos por plantón, la altura y el diámetro de los tallos, el área foliar y el índice de área foliar; también se calculó el rendimiento agrícola en megagramos por hectárea. Los resultados fueron procesados mediante un análisis de varianza y prueba de Tuckey para determinar las diferencias entre las medias para el nivel de significación del 95% ( $P < 0.05$ ). Se demostró que los principales indicadores morfológicos, fisiológicos y productivos de la variedad de caña Cristalina resultaron superiores a partir de la fertilización orgánica con Pollinaza, con valores de 15 tallos por plantón, 160 cm de altura a los 270 días de la brotación, 17.6 m<sup>2</sup> de área foliar, con un índice de área foliar de 5.9 y un rendimiento agrícola de 145 Mg ha<sup>-1</sup>.

**PALABRAS CLAVE:** abonos orgánicos, caña de azúcar.

**ABSTRACT**

The objective of the study was to analyze the variation of some physiological indicators and performance components with organic fertilization in the variety of crystalline sugarcane in the Ecuadorian Amazon. The research was carried out on the San Carlos farm, located in the Oswaldo Hurtado compound on the Puyo-Macas road, km 29, belonging to the Simón Bolívar parish in the Pastaza canton, Pastaza province, and consisted of studying the behavior of the Cristalina variety known as Lima striped before the application of two organic fertilizers, Pollinaza and Bagazo plus a control where no fertilization was made. A randomized complete block design with three replicates was used, and variables such as tillering, number of stems per seedling, height and diameter of stems, leaf area and leaf area index were evaluated; The agricultural yield in megagrams per hectare was also

calculated. The results were processed by means of an analysis of variance and Tuckey's test to determine the differences between the means for the significance level of 95% ( $P < 0.05$ ). It was shown that the main morphological, physiological and productive indicators of the Cristalina cane variety were superior from the organic fertilization with Pollinaza, with values of 15 stems per seedling, 160 cm in height 270 days after sprouting, 17.6 m<sup>2</sup> of leaf area, with a leaf area index of 5.9 and an agricultural yield of 145 Mg ha<sup>-1</sup>.

**KEYWORDS:** organic fertilizers, sugar cane.

## INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) es un cultivo muy antiguo a nivel mundial y en América fue introducida por Cristóbal Colón en su segundo viaje al continente. Al Ecuador es posible que el cultivo de la caña panelera haya sido traído desde Colombia, un poco antes de la mitad del siglo XVI, para establecerse en los valles calientes de la región interandina y en algunos sectores del litoral, para posteriormente ubicarse en las estribaciones orientales y occidentales de los Andes (Suquilanda, 2004).

En Ecuador este cultivo constituye un sector relevante de la economía, ya que el 20% se destina a la fabricación de panela y el 80% del área total sembrada está destinada para la producción de azúcar y alcohol etílico a partir del jugo de caña. En la región de la Amazonía ecuatoriana existen provincias que se destacan por tener cultivos de caña de azúcar, una de ellas es la provincia de Pastaza siendo la mayor productora artesanal de panela en el país, además de tener un buen mercado de caña de fruta (Asociación de Cañicultores de Pastaza, 2012).

Según Cheesman (2004), la caña de azúcar es un cultivo de extraordinaria capacidad que con buenas condiciones ambientales y culturales produce volúmenes superiores a las 100 t/ha de tallos molibles y si se incluyen las hojas y puntas, que no se emplean para la producción de azúcar; el volumen de biomasa vegetal se eleva un 20%. Es una planta del trópico y crece muy bien en condiciones de alta materia orgánica, requiere un clima húmedo y cálido favorecido con suficiente cantidad de lluvia, estando determinado el comportamiento de las variedades en más de un 80% por factores ambientales (González *et al.*, 2004; Martín *et al.*, 1987).

Por su parte Tukaew *et al.* (2016) plantea que los bajos rendimientos y baja calidad de la caña dependen de la práctica de producción utilizada, al respecto Medina *et al.* (2011) plantea que la fertilización orgánica u órgano mineral puede ayudar a mejorar la producción de caña de azúcar.

El bagazo de la caña es uno de los subproductos que se usa como fuente de energía y abono orgánico. Por cada tonelada de caña se producen alrededor de 264 kg de bagazo (con un 50% de humedad), que se pueden utilizar para la producción de energía eléctrica y calórica por medio de la cogeneración (Mäser *et al.*, 2006).

Tukaew *et al.* (2016), manifiesta que alrededor del 74% los agricultores productores de caña de azúcar aplican fertilizantes orgánicos, sin embargo, alrededor del 25% de los agricultores no aplican ningún fertilizante a sus granjas.

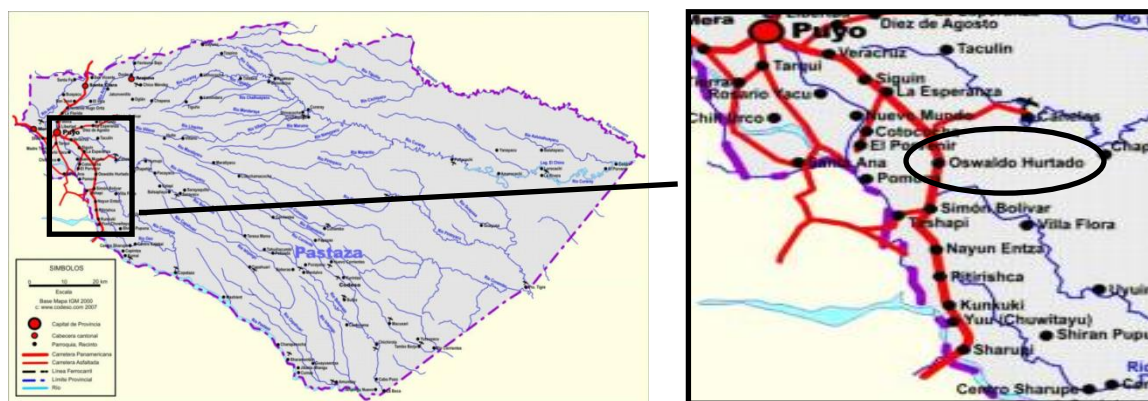
En la provincia de Pastaza se utilizan fertilizantes químicos y en algunos casos orgánicos, pero no se hacen estudios de dosis a aplicar según requerimientos del cultivo y análisis del suelo, por lo cual hay muy poca información sobre el efecto de los abonos orgánicos en este cultivo, por lo que analizar la variación de algunos indicadores fisiológicos y componentes del rendimiento con la fertilización orgánica en la variedad de caña de azúcar cristalina en las condiciones de la Amazonía ecuatoriana constituye el objetivo fundamental de este trabajo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización del experimento

La investigación se desarrolló en la finca San Carlos, ubicada en el recinto Oswaldo Hurtado de la vía Puyo-Macas km 29 perteneciente a la parroquia Simón Bolívar del cantón Pastaza, provincia de Pastaza (figura 1). A una altitud de 1 071 msnm, con las siguientes coordenadas: 9817282N y 18184794E.

Figura 1. Mapa de la provincia de Pastaza y sector donde se desarrolló el experimento.



Fuente: Elaboración propia

### Condiciones meteorológicas

Los datos (tabla 1) fueron tomados de la estación meteorológica de la parroquia Veracruz, la más cercana al experimento.

Tabla 1. Información meteorológica de la zona.

	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACION ANUAL (mm)	HELIOFANIA (HORAS)
VALORES	22.6	87	5 103.2	965

Fuente: Estación Meteorológica Veracruz (2013).

### Factores de estudio y diseño experimental

Se estudió la variedad de caña de azúcar cristalina y dos abonos orgánicos, Pollinaza y Bagazo más un testigo donde no se realizó abonadura. Se utilizó un diseño en bloques completos al azar con los tres tratamientos y tres réplicas para un total de nueve parcelas experimentales.

### Manejo del experimento

- Labores de acondicionamiento y preparación del suelo

**Desbroce:** Se realizó la limpieza del área experimental, se aplicó glifosato con una dosis de 2 L/ha, con una bomba manual el 15 de marzo de 2013.

**Análisis de suelo:** Dos meses antes del desbroce se tomaron las muestras de suelo de acuerdo al método del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, el 15 de enero de 2013.

*Ahoyado*: Luego de la delimitación de las unidades experimentales, se realizó el ahoyado, con la finalidad de incorporar abono orgánico, se aplicó Pollinaza y Bagazo con una aplicación de fondo al momento de la plantación y una dosis de 9 060 kg/ha, en función del diseño experimental.

*Plantación*: Se realizó por estacas apicales o cogollos en tres surcos por parcela y dos cogollos por plantón, el 5 de abril de 2013.

- Evaluaciones realizadas

*Área foliar*: Se tomaron tres hojas por tallo, estrato alto, medio y bajo para las mediciones. Luego se procedió a realizar el cálculo del área foliar de acuerdo a la siguiente fórmula.

Área Foliar del plantón:

$AF=0.9296$  (Hojas activas\*Área Foliar de una Hoja) \*Cantidad de tallos.

**Índice de Área Foliar**: se calculó utilizando la fórmula  $IAF = \frac{AF}{AV}$  (Vázquez y Torres, 2001).

**Número de brotes por plantón**, en tres plantones por unidad experimental por conteo directo a los 35, 42 y 51 días después de la plantación.

**Número de hijos por plantón**, en tres plantones por unidad experimental, también por conteo directo a los 84, 114 y 145 días después de la plantación.

**Número de tallos**, se contaron en el medio del surco central de la parcela (equivale a tres plantones) a los 180, 240 y 270 días desde la plantación

**Altura de planta** (en metros), se evaluó con una cinta métrica, tomando al azar 10 tallos de cada parcela cada tres meses hasta la cosecha (a los 84, 180 y 270 desde la plantación).

**Diámetro de tallo**, en centímetros a partir del quinto nudo bien diferenciado: Se evaluó con un «pie de rey», tomando al azar 10 tallos de cada parcela en el momento de la cosecha.

**Rendimiento agrícola ( $Mg\ ha^{-1}$ )**, se calculó el rendimiento por parcela experimental y se llevó a megagramos por hectárea.

- Análisis estadístico de los resultados

Los resultados del experimento fueron procesados con el programa estadístico Statgraphics Plus Profesional 16.0.03. Se hizo un análisis de varianza a las variables estudiadas y se aplicó la prueba de Tuckey para examinar las diferencias entre las medias para el nivel de significación del 95% ( $P<0,05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### ***Número de hojas por tallo de la variedad de caña de azúcar Cristalina según tipo de fertilizante orgánico***

Los valores obtenidos, 14 hojas activas por tallo, son superiores a los reportados por Patiño (2011), quien para la variedad Cristalina reporta medias de 10 hojas por tallo para las condiciones de la provincia Morona Santiago, también Pérez (2008) cita que de 8 a 10 hojas son activas en caña de azúcar en la zona de Fátima, Pastaza. Cuando se aplicó la Pollinaza se obtuvieron valores que resultaron estadísticamente superiores a la aplicación de Bagazo y al testigo, pero estos dos últimos no difieren estadísticamente entre sí.

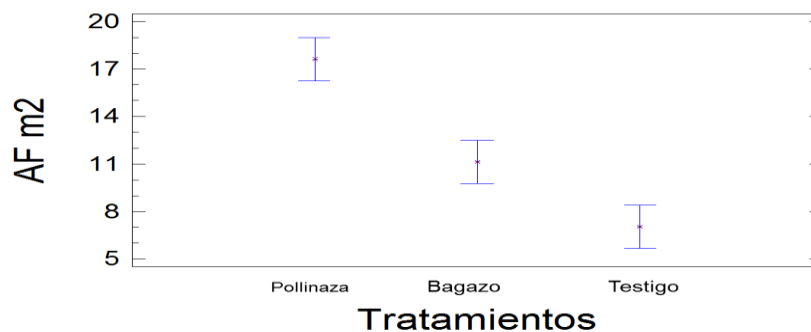
### ***Área foliar de la variedad de caña Cristalina según tipo de fertilizante orgánico***

Las hojas son el órgano de asimilación y a su vez el encargado de mantener el equilibrio de respiración y humedad en la planta, según Pérez (2008) su longitud varía, pudiendo llegar hasta los 2 m y su ancho entre 1.25 – 10 cm según la variedad. Puede observarse en la *figura 2* que con fertilizante Pollinaza se



obtuvieron valores de área foliar de alrededor de los 18 metros cuadrados con diferencia estadística para la fertilización con Bagazo y a su vez ésta con el testigo absoluto.

**Figura 2.** Área foliar en caña de azúcar según fertilización (Tuckey  $p < 0,05$ ).



Fuente: *Elaboración propia.*

### **Índice de Área Foliar de la variedad de caña Cristalina según tipo de fertilizante orgánico**

La variedad de caña de azúcar cristalina muestra un mayor índice de área foliar con la abonadura de Pollinaza y difiere estadísticamente de la aplicación de Bagazo y del testigo absoluto. Buenaño (2009), obtiene valores medios de Índice de Área Foliar de 1.64 en la variedad POJ 93 y para la variedad «limeña rayada» de 1.16, siendo estos valores muy inferiores a los obtenidos en la presente investigación donde se alcanza un índice de 5.9 para la variedad cristalina (*figura 3*) y resultan similares a los reportados por Romero, Scandalarius y Tonatto (2006), de 4.27 y 6.41 en dos cultivares de caña de azúcar en el período de mayor crecimiento.

**Figura 3.** Índice de área foliar en caña de azúcar según fertilización (Tuckey  $p < 0,05$ ).

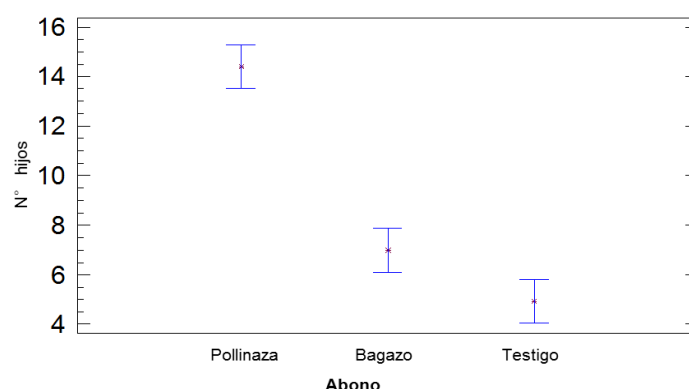


Fuente: *Elaboración propia.*

### **Número de hijos por plantón de la variedad de caña Cristalina según tipo de fertilizante orgánico**

En la *figura 4* se observan los valores promedios de hijos por plantón a los 145 días de la plantación en caña de azúcar. La aplicación de Pollinaza estimula el proceso de ahijamiento en caña de azúcar, quizás debido a su acción sobre las yemas de la base del tallo joven las que se activan al iniciar un crecimiento rápido de sus tejidos.

**Figura 4.** Número de hijos por plantón en la variedad *Cristalina* según tipo de fertilizante.



Fuente: *Elaboración propia.*

#### **Altura de planta de la variedad de caña de azúcar *Cristalina* según tipo de fertilizante orgánico**

En la *tabla 2* se presentan las medias en altura de planta a los 84, 180 y 270 días desde la plantación, mostrándose desde los 84 días diferencias estadística entre las plantas que recibieron fertilización con Pollinaza respecto a las fertilizadas con Bagazo y el testigo. Estos resultados coinciden con los reportados por Buenaño (2009) para la variedad *Cristalina*.

**Tabla 2.** Variación de la altura en tres momentos de desarrollo del cultivo. (Tuckey  $p < 0,05$ ).

Abono	84 días		180 días		270 días	
	Altura	DES	Altura	DES	Altura	DES
Pollinaza	21.1	X	49.4	X	118.1	X
Bagazo	12.1	X	39.2	X	101.8	XX
Testigo	14.7	X	38.3	X	91.4	X

Fuente: *Elaboración propia.*

Lo antes expuesto no coincide con lo planteado por Patiño (2011), quien, en la provincia de Morona Santiago, obtiene medias de la altura del tallo de 301.27 cm.

#### **Diámetro del tallo de la variedad de caña *Cristalina* según tipo de fertilizante orgánico**

En la *tabla 3* se muestran las medias para el diámetro de tallo y se observa que no hay diferencia significativa entre los tratamientos, lo cual demuestra que este es un factor muy influenciado por la característica varietal.

**Tabla 3.** Variación del diámetro de tallos según tipo de fertilizante (Tuckey  $p < 0,05$ ).

Abonos	270 días
Pollinaza	3.5 a
Bagazo	3.4 a
Testigo	3.3 a

Fuente: *Elaboración propia.*

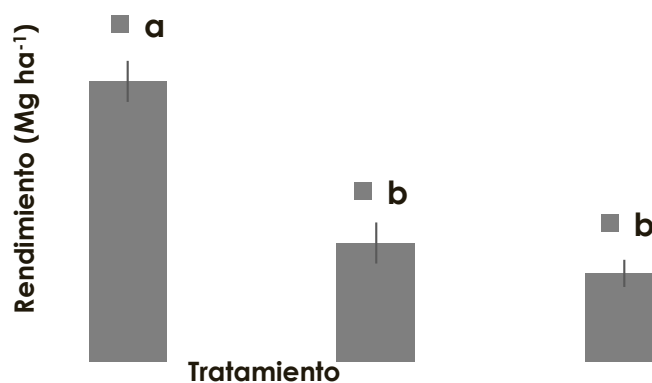
Los valores expuestos anteriormente, 3.5 cm en la variedad cristalina con fertilización de Pollinaza, tienen similitud, aunque de menor diámetro, con los reportados por Patiño (2011), quien da una caracterización de diámetro del tallo de la variedad cristalina con una media de 3.60 cm, para las condiciones de la provincia de Morona Santiago.

En comparación con los resultados obtenidos por Buenaño (2009), en la localidad de Fátima – Pastaza donde realizó una caracterización de cultivares de caña de azúcar obteniendo una media de 3.9 cm de diámetro de tallo para el cultivar «limeña rayada» (Cristalina), siendo estos valores superiores a los de este experimento.

### **Rendimiento agrícola de la variedad de caña Limeña según tipo de fertilizante orgánico**

Cuando se aplica la Pollinaza como abono orgánico, la variedad Cristalina logra producir  $145 \text{ Mg ha}^{-1}$  (figura 5) con diferencia estadística para los que se obtienen aplicando Gallinaza y el testigo absoluto y muy superiores al reportado por Patiño (2011) quien con esta misma variedad obtuvo un rendimiento agrícola con una media de 78.35 y 107 t/ha respectivamente. Estos resultados demuestran que la Pollinaza aporta nutrientes durante todo el desarrollo del cultivo que los va aprovechando en su metabolismo y hace que los componentes del rendimiento y el rendimiento agrícola sea muy bueno para la caña de azúcar en estas condiciones amazónicas. Veer *et al.*, (2011) se refiere a que con la aplicación de fuentes orgánicas de fertilizantes se obtiene mayor producción y ganancias para el productor. Según Rieder (2009), la aplicación de fertilizantes orgánicos como la Cascarilla de coco, Estiércol vacuno y la Gallinaza incrementaron el rendimiento de la caña de azúcar. Los autores Medina *et al.*, (2011), obtienen que la aplicación de fertilizantes orgánico y órgano-minerales aumentaron el rendimiento de la caña de azúcar, con diferencias significativas en relación al testigo sin fertilizante.

**Figura 5.** Rendimiento agrícola en la variedad Cristalina según tipo de fertilizante.



Fuente: Elaboración propia.

### **CONCLUSIONES**

Se demostró que los principales indicadores morfológicos, fisiológicos y productivos de la variedad de caña cristalina resultaron superiores a partir de la fertilización orgánica con Pollinaza en las condiciones de la Amazonía ecuatoriana, con valores de 15 tallos por plantón, 160 cm de altura a los 270 días de la brotación,  $17.6 \text{ m}^2$  de área foliar, con un índice de área foliar de 5.9 y un rendimiento agrícola de  $145 \text{ Mg ha}^{-1}$ .

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asociación de Cañicultores de Pastaza. (2012). *Fortalecimiento del circuito del buen alimento mediante el fomento productivo, agroindustrialización y acopio en la cadena de la caña de azúcar de la provincia de Pastaza*. Instituto Nacional de Economía y Solidaridad. Puyo: s/e.
- Buenaño, D. (2009). *Influencia del método de plantación en el crecimiento inicial de la caña de azúcar (Sacharum spp.) cultivar limeña en suelos del orden inceptisoles de Pastaza* [Tesis de grado, Universidad Estatal Amazónica]. <http://repositorio.uea.edu.ec/xmlui/handle/123456789/46>
- Cheesman, O. (2004). Environmental impacts of sugar production: the cultivation and processing of sugarcane and sugar beet. Wallingford
- González, R.M., Almeida, R., Jorge, H. (2004). Principales variedades de caña de azúcar empleadas en Cuba con fines comerciales en los últimos 40 años. 40 Aniversario de la creación del INICA: CD ISBN-959-246-122-8. 2004.
- Martín, J.R., Gálvez, R., de Armas, R., Espinoza, R. y Viera, A. (1987). *La Caña de Azúcar en Cuba*. Editorial Científico-Técnica.
- Masera, O., Rodríguez-Martínez, N., Lazcano-Martínez, I., Horta-Nogueira, L. A., Macedo, I. C., Trindade, S. C., ... & Müller-Langer, F. (Coord.) (2006). Potenciales y Viabilidad del uso del Bioetanol y Biodiesel Para el Transporte en México. Secretaría de Energía. <https://n9.cl/zqyp>
- Medina, M., Giménez, D., Fatecha, A. y Adolfo G. (2011). Efecto de la fertilización mineral, orgánica y órgano-mineral en la producción de caña de azúcar de segundo año. *Investigaciones Agrarias*, 13(1), 1-8. <https://cutt.ly/YyTzxEY>
- Patiño, A. (2011). Evaluación del rendimiento agroproductivo e industrial de tres variedades certificadas de caña de azúcar (*saccharum officinarum*) de origen cubano (c 1051-73, c 8751, c 132-81), frente al testigo variedad Cristalina, en la etapa de cosecha, en el cantón Huamboya, provincia de Morona Santiago [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/1094>
- Pérez, G. (2008). Clasificación Taxonómica, características anatómicas y morfológicas de la Caña de Azúcar, Fisiología del crecimiento y desarrollo. Universidad Estatal Amazónica. [No publicado]
- Rieder, N.A. (2009). *Fertilización química, orgánica y órgano-mineral en la producción de caña de azúcar (Saccharum officinarum)* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Asunción]. <http://www.agr.una.py/fca/index.php/tesis/catalog/book/36>
- Romero, E., Scandaliaris, J. y Tonatto, J. (2006). Efectos de los principales factores de manejo de la plantación en la emergencia de caña planta en Tucumán, Argentina. *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán*, 83(1-2), 19-28. <https://n9.cl/nnf2>
- Suquilanda, M. (2004). Producción Orgánica de Caña Panelera. Cooperativa de producción de panela. El Paraíso, EC. CRIC- FILERAS. p. 6 - 18
- Tukaew, S., Datta, A., Shivakoti, G.P., & Jourdain, D. (2016). Production practices influenced yield and commercial cane sugar level of contract sugarcane farmers in Thailand. *Sugar Tech*, 18, 299–308. <https://doi.org/10.1007/s12355-015-0403-0>
- Vázquez, E. y Torres, S. (2001). *Fisiología vegetal*. Editorial Félix Varela.

Veer, D.M., Kadam, B.S., Patil, K.B., Suryavanshi, M.M., y Kudtarkar, U.S. (2011). Effect of integrated nutrient management on sugarcane plant cane (preseasonal) and its succeeding ratoon and sustainability of soil health in South Maharashtra. *Cooperative Sugar*, 42(8), 53–60. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20113155937>



MANEJO SUSTENTABLE DE TIERRAS Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

Variaciones morfométricas y conductuales de la abeja melífera (*Apis mellifera*) en diferentes pisos altitudinales en la serranía ecuatoriana.

Morphometric variations and behaviour of the melliferous bee (*Apis mellifera*) in different height levels in the ecuadorean mountain range.

Diego Armando Masaquiza Moposita<sup>1</sup>, Lino Curbelo Rodríguez, Byron Díaz Monroy, Milton Velasco Guanoluiza y Verónica Cristina Andrade Yucailla

<sup>1</sup>Universidad de Camagüey, Cuba  
[diego.masaquiza@reduc.edu.cu](mailto:diego.masaquiza@reduc.edu.cu)

Recibido: 08/07/2018

Aceptado: 18/12/2018

Publicado: 28/06/2019

RESUMEN

En la zona centro de la serranía ecuatoriana se evaluó el efecto de diferentes pisos altitudinales en indicadores morfométricos (tamaño de celdilla, coloración de las abejas) y conductuales (conducta higiénica y defensiva) de *Apis mellifera*; para ello se realizaron tres muestreos en los meses de marzo, junio y septiembre de 2017 en apiarios de las provincias de Tungurahua (6) y Chimborazo (10), en cada uno se seleccionaron las cinco colmenas más productivas. Se utilizó la estadística descriptiva y las comparaciones se realizaron con análisis de varianza. El menor tamaño de celda ( $p \leq 0.05$ ) se encontró en los apiarios situados a 2 720 msnm (5.15 cm); mientras que, para la coloración, las abejas con dos y tres segmentos amarillos predominaron en todas las alturas, mientras las oscuras fueron significativas a una altura de 3 200 msnm. La conducta higiénica mostró diferencias únicamente para el primer muestreo con 85.5% a 2 850 msnm. La conducta defensiva no difirió para las distintas alturas evaluadas con una media de 14.43 agujones en un minuto. Según estos resultados, el efecto de la altura es apreciable en variables como el tamaño de celda, coloración y conducta higiénica, lo que puede estar asociado a posibles efectos de apareamientos libres, adaptación a las condiciones ambientales y a procesos de africanización. Se sugiere la necesidad de complementar estos estudios con análisis de morfometría geométrica y estudios genéticos de ADN mitocondrial para obtener el linaje materno.

**PALABRAS CLAVE:** abejas, colmena, conducta higiénica, indicadores morfométricos.

ABSTRACT

In the central zone of the ecuadorean mountain range was evaluated the effect of the different height levels in morphometric registers (cell size, coloration of bees) and behaviors (sanitation behaviour and defensive) of the *Apis mellifera*. For this evaluation three samplings were done in the months of March, June, and September of 2017 in beekeeping of the provinces of Tungurahua (6) and Chimborazo (10) in each of them were selected the 5 more productive beehives. The descriptive statistics and comparisons were used for making variance analysis. The smallest size of cell ( $p \leq 0.05$ ) was found in the apiaries located 2720 meters above sea level (5.1/5 cm); meanwhile for the coloration, bees with 2 and 3 yellow segments are prevalent in all the heights while dark bees were located at the height of 3200 meters above sea level. Sanitation behavior showed differences only for the first sampling with 85.5% in 2 850 meters above sea level. The defensive behavior didn't differ in the different heights evaluated with an average of 14.34 sting in one minute. According to these results, the effect of height is important in variables like the size of cell, coloration and sanitary behavior, therefore all of these

aspects maybe will be associated to possible effects of free pairings accommodation to the environmental conditions and the process of africanizacion. There is a necessity to complement these studies with geometrical morphometric and genetically studies of DNA mitochondrial for obtaining the maternal descent.

**KEYWORDS:** bees, beehive, morphometric registers, sanitary behavior.

## INTRODUCCIÓN

La abeja melífera (*Apis mellifera*) es un insecto que posee gran importancia ecológica en los agroecosistemas (Pantoja, 2014) por su insustituible actividad polinizadora de cultivos, lo cual se manifiesta aún en la agricultura actual, cada vez más intensiva (Verde *et al.*, 2013) y económica, debido al alto valor que generan sus productos. La disminución de las poblaciones de abejas melíferas ha tomado mayor relevancia debido a que es una problemática global, y la pérdida de este capital natural podría afectar el mantenimiento de la diversidad de plantas, estabilidad del ecosistema, producción agrícola, seguridad alimentaria y el bienestar humano. (Thomann *et al.*, 2013).

La *Apis mellifera* (Sousa *et al.*, 2016) está ampliamente distribuida en las regiones tropicales y en todo el continente americano como polihíbrido producto del cruzamiento entre subespecies europeas y africanas (*Apis mellifera scutellata*). La combinación de factores ecológicos y genéticos han conferido su alta adecuación comparada con las abejas europeas residentes, su capacidad colonizadora constituye una de las invasiones biológicas más rápidas y espectaculares de las que se tenga conocimiento (Guzmán-Novoa *et al.*, 2011) esto ha promovido variabilidad morfofisiológica y conductual entre estos grupos y dio como resultado el desarrollo de eco tipos típicos que se adaptan a los diversos dominios climáticos (Meixner *et al.*, 2010).

Actualmente la apicultura en Ecuador se encuentra en proceso de crecimiento, no obstante atraviesa por dos problemas importantes: la presencia de la africanización que caracteriza a las abejas por su alto comportamiento migratorio y defensividad (Medina-Flores *et al.*, 2015), y la varroasis; dicha plaga es considerada como la más dañina para las abejas en el mundo (Sanabria *et al.*, 2015).

La capacidad de reconocer a los individuos portadores de enfermedades, sea en forma de parásito o un patógeno, representa un paso esencial para reducir los riesgos de enfermedad y transmisión; una vez identificados, pueden evitarse, aislarse, excluirse o incluso mueren en función de la naturaleza del parásito o patógeno (Baracchi *et al.*, 2012; Cappa *et al.*, 2016). Mecanismos especializados de defensa natural han sido identificados para reducir la prevalencia de enfermedades infecciosas y mantener bajos índices de infestación de Varroa (Verde *et al.*, 2013) entre los que está la conducta higiénica (CH), la baja atractividad de la cría (BAC), la supresión de la reproducción del ácaro (SRA), y la sensibilidad higiénica a Varroa (SHV).

El comportamiento higiénico es un rasgo genético heredable (Lin *et al.*, 2016) y es la habilidad innata de algunas colonias para detectar, desopercular y remover crías enfermas, muertas o parasitadas (Rothenbuhler, 1964) del interior de las celdas de un panal desde la cámara de cría hacia el exterior de la colonia (Medina-Flores *et al.*, 2014) y es una forma de inmunidad social (Locke *et al.*, 2012).

Considerando que no está caracterizada la población de *Apis mellifera* en la serranía ecuatoriana, el objetivo del trabajo fue conocer las variaciones morfométricas y conductuales de las abejas en diferentes pisos altitudinales de esta región.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se condujo durante el año 2017, se realizaron tres muestreos en los meses de abril (antes de la gran mielada), junio (durante la mielada) y septiembre (después de la mielada) en apiarios de las provincias de Tungurahua (6) y Chimborazo (10), con un total de 80 colmenas en las dos provincias. Se utilizó un diseño intencional en base a los productores con mayores parques apícolas, con colmenas Langstroth y que a su vez estuvieran dispuestos a contribuir con el estudio. Las colmenas trabajadas fueron identificadas por los propietarios, quienes tuvieron en cuenta su buena fortaleza y alta producción de miel.

Los indicadores morfométricos como el diámetro medio de las celdas se determinaron seleccionando por cada colmena tres panales del centro de la cámara de cría SARH-USDA, (1986) y se midieron 10 celdas en línea para promediar y reducir el error por ambas caras hasta resultar seis mediciones por colmena (Spivak y Downey, 1998; Yoan, 2013).

Para la coloración de los segmentos abdominales se tomaron como referencia las descripciones de (Yoan, 2013) a partir de las cuales se establecieron una escala en la que se tuvo en cuenta el número de segmentos amarillos presentes en el cuerpo de la abeja: negras (N) abejas que no presentan ningún segmento amarillo; (I3) las que tienen tres o más segmentos amarillos, intermedias con un segmento amarillo (I1) y con dos segmentos amarillos (I2).

Los indicadores conductuales como la conducta higiénica (CH) fue evaluada utilizando la metodología de Newton & Ostasiewski (1986) modificada por (Gramacho y Gonçalves, 1999) donde se identificaron dos panales de cada una de las colmenas en estudio y se seleccionaron en cada uno un área de 10 x 10 celdas (con un total de 100 celdas) con cría operculada entre 16 - 17 días de edad (pupa de ojo rosado) y se sacrificaron mediante punción, después fueron devueltos a la colmena para ser evaluados, permaneciendo por 24 h, determinándose el CHT con la fórmula:

$$CHT = \frac{COi - COf - CD/cría}{COi} \times 100$$

Donde:

- COi: Celdas operculadas iniciales
- COf: Celdas operculadas finales
- CD/cría: Celdas desoperculadas con cría finales a las 24 horas

El comportamiento defensivo se evaluó con la técnica de la bandera de gamuza negra (Guzmán-Novoa *et al.*, 2003), se realizó en un horario de las 11:00 am a 3:00 pm, sin utilizar humo. Se expuso una banderilla de color negro de 10 x 10 cm delante de la piquera y se agitó suavemente con movimientos de forma de péndulo por 60 segundos. Esta prueba tradicional de campo se basa en el conteo del número de aguijones dejados por las abejas en la bandera.

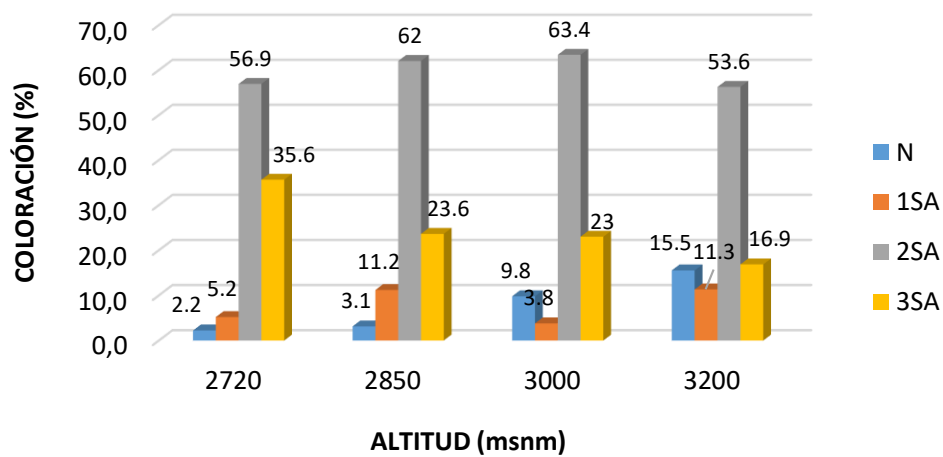
Los datos fueron tabulados y analizados con el Programa estadístico SPSS 21. Se empleó estadística descriptiva para caracterizar los indicadores morfométricos y conductuales y para las comparaciones entre la altitud y los indicadores se emplearon análisis de varianza.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las poblaciones de *Apis* se distribuyen en diversos climas y la presión de selección difiere entre estos sitios (Sousa *et al.*, 2016) ya que existe diferenciación entre estos grupos (Kekecoglu & Soysal, 2010; Parker *et al.*, 2010) debido a la alta plasticidad fenotípica que estos insectos contribuyen para su adaptación a las diferentes regiones geomorfológicas (Le Conte y Navajas, 2008).

Los resultados indican una clara predominancia de abejas con coloración amarilla en dos y tres segmentos abdominales en todos los pisos altitudinales. Para la coloración oscura se observan cantidades apreciables de abejas en apiarios con altitud de 3 000 y 3 200 msnm.

**Figura 1.** Coloración de poblaciones de abejas (*Apis mellifera*) en diferentes pisos altitudinales en la serranía ecuatoriana.

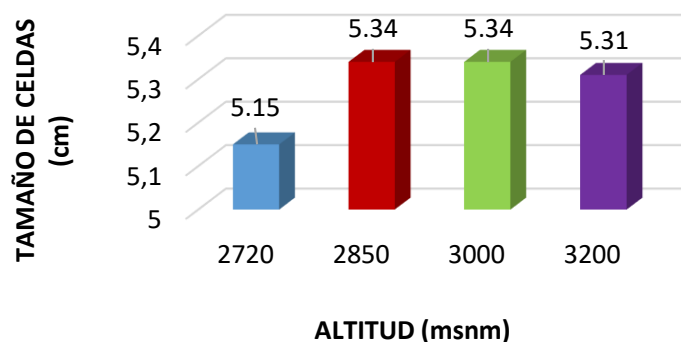


Fuente: Elaboración propia.

Es llamativo el cambio de coloración de las abejas en las diferentes alturas evaluadas, así se tiene que a mayor altura tiende a incrementarse la cantidad de abejas de coloración negra, ocurriendo lo contrario con las abejas más claras (tres segmentos amarillos). Es probable que este comportamiento esté relacionado con la mayor adaptación de las abejas con mayor sangre europea al clima más frío en las alturas de 3 000 msnm, mientras las de coloración más clara, con predominio de genes africanizados prefieren las alturas menores.

Está documentado que las razas de procedencia africana *Apis mellifera scutellata* y *Apis mellifera adansonii* construyen celdas más pequeñas en comparación con las europeas (Ruttner, 1988). Según la norma del programa SARH/USDA de 1986 el diámetro de las celdas es un indicador que permite diferenciar abejas europeas de africanizadas, al considerar un diámetro para 10 celdas de 4.9 cm en africanizadas y superior a 5.20 cm en europeas.

**Figura 2.** Tamaño de celda de poblaciones de abejas (*Apis mellifera*) en diferentes pisos altitudinales en la serranía ecuatoriana.



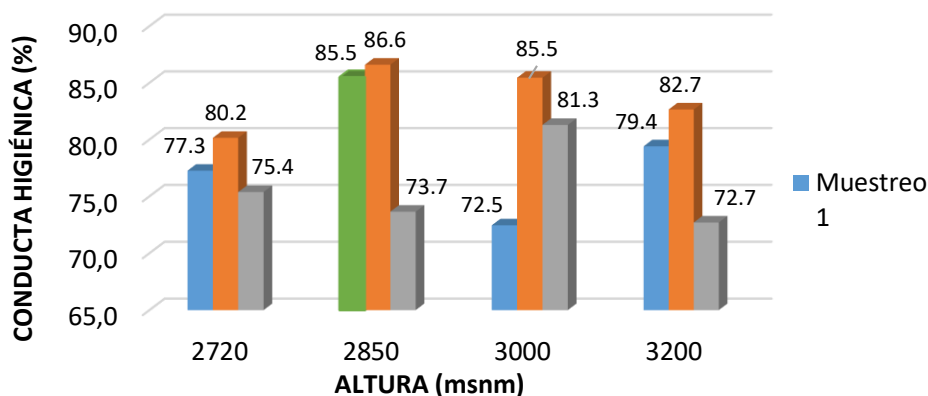
Fuente: Elaboración propia.

Apoyando lo planteado con relación a la coloración, los resultados obtenidos en esta evaluación indican que el menor tamaño de celda 5.15 cm se encontró en los apiarios situados a 2 720 msnm, determinando que estas longitudes medias están por encima del tamaño correspondiente a las abejas africanas (4.9 cm) pero por debajo de las europeas (5.2 cm); mientras que en el resto de pisos altitudinales se encontraron tamaños de celda medios de 5.31 y 5.34 cm, estando por encima del tamaño de celdas de europeas.

Coincidiendo con (Guzmán-Novoa *et al.*, 2011) en donde se manifiesta que la altitud de la cordillera de los Andes es una barrera natural que impide la dispersión de la africanización, como también (Porrini, 2016) indica que esta diseminación no ha podido avanzar a regiones del sur de Argentina donde se ha declarado libre de africanización; este fenómeno puede deberse a que las abejas europeas tienen la capacidad de mantener la temperatura de su nido y en particular la de arracimarse es exclusiva de las abejas de origen europeo porque tienen que tolerar temperaturas bajo cero en los países de climas templado y frío no así en el caso de las abejas africanizadas (Seeley y Visscher, 1985).

La conducta higiénica es la habilidad de la abeja melífera de reconocer a los individuos portadores de enfermedades, sea en forma de parásito o un patógeno, representa un paso esencial para reducir los riesgos de enfermedad y transmisión. Una vez identificados, pueden evitarse, aislarse, excluirse o incluso mueren en función de la naturaleza del parásito o patógeno (Cappa *et al.*, 2016).

**Figura 3.** Conducta higiénica de poblaciones de abejas (*Apis mellifera*) en diferentes pisos altitudinales en la serranía ecuatoriana.



Fuente: Elaboración propia.



Los resultados apuntan a que la CH mostró diferencias únicamente para el primer muestreo con 85.5% a 2 850 msnm; además se puede indicar que para los tres muestreos varió el comportamiento (Figura 3), obteniendo la mayor CH durante la época de producción con una media de 83.7% a diferencia del inicio 78.7% y al final 78.5%. La alta conducta higiénica durante la temporada de mayo y junio se puede deber a la alta incidencia del flujo nectarario, el cual enmascararía comportamientos higiénicos bajos, es decir, que al aumentar el flujo nectarario aumentaría la limpieza en la colmena pero no por eliminar enfermedades sino para prepararla para la recepción de néctar, por lo que las obreras optan por remover nidada, lo cual evita el esfuerzo de construcción de nuevas celdas y, por consiguiente, esta actividad incrementa el comportamiento higiénico (Araneda *et al.*, 2008).

Datos obtenidos en México indicaron que la abeja melífera europea era dos veces más atrayente para *Varroa destructor* que la abeja africanizada (Santos *et al.*, 2015) y esta tiene un comportamiento higiénico cuatro veces mayor que las europeas, además que las africanizadas son más eficientes en el acicalamiento de ácaros de sus cuerpos.

Además, se observa una alta heterogeneidad, ya que en la mayoría de las colonias se obtuvieron diferencias entre las repeticiones, lo que puede deberse a apareamientos libres ya que la reina usualmente copula con diez a diecisiete zánganos, para poder llenar su espermateca, donde guarda estos espermatozoides en forma de paquetes los que va usando en forma alternada, los cuales pueden no poseer la característica higiénica (Palacio *et al.*, 2000).

De la misma manera la conducta defensiva (CD) no difirió para las distintas alturas evaluadas con una media de 14.43 aguijones en un minuto, con valores máximos de 68 aguijones/min., y mínimos de 1 aguijón/min; las abejas africanizadas pueden picar de 5 a 20 veces más que las de origen europeo y que mantienen un radio de patrullaje en la periferia de sus nidos de al menos 10 veces mayor a la distancia que las europeas (Collins & Rinderer, 1991).

## CONCLUSIONES

Los efectos de los diferentes pisos altitudinales juegan un rol muy importante en la separación de las poblaciones ya que el estudio distinguió que los diferentes tipos morfoclimáticos influenciaron sobre la abeja melífera debido a los cambios que se apreciaron en variables como el tamaño de celda, coloración y conducta higiénica. Se sugiere la necesidad de complementar estos estudios con análisis de morfometría geométrica y estudios genéticos de ADN mitocondrial para obtener el linaje materno.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araneda, X., Pérez, R., Castillo, C. y Medina, L. (2008). Evaluación del comportamiento higiénico de *Apis mellifera* L. en relación al nivel de infestación de *Varroa destructor* Anderson y Trueman. *Idesia (Arica)* 26(2), 59-67. <https://n9.cl/k4yu>
- Baracchi, D., Fadda, A. & Turillazzi, S. (2012). Evidence for antiseptic behaviour towards sick adult bees in honey bee colonies. *Journal of insect physiology*, 58(12), 1589-1596. <https://cutt.ly/dyUQzlw>
- Cappa, F., Bruschini, C., Protti, I., Turillazzi, S. & Cervo, R. (2016). Bee guards detect foreign foragers with cuticular chemical profiles altered by phoretic varroa mites. *Journal of Apicultural Research*, 55(3), 268-277. <https://doi.org/10.1080/00218839.2016.1229886>
- Santos, J.F., Coelho, F.C., Bliman, P.J. (2015). *Behavioral modulation of the coexistence between Apis mellifera and Varroa destructor: A defense against colony collapse?* PeerJ PrePrints. <https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.1396v1>

- Collins, A.M. & Rinderer, T.E. (1991). Genetics of defensive behavior I. In M. Spivak, D.J. Fletcher & M.D. Breed (Eds.), *The "African" Honey bee*, (pp. 309-328). Westview Press.
- Guzmán-Novoa, E., Correa Benítez, A., Espinosa Montaña, L.G. y Guzmán Novoa, G. (2011). Colonización, impacto y control de las abejas melíferas africanizadas en México. *Veterinaria México*, 42(2), 149-178. <https://n9.cl/omof>
- Guzmán-Novoa, E., Prieto-Merlos, D., Uribe-Rubio, J.L., Hunt, G.J. (2003). Relative reliability of four field assays to test defensive behaviour of honey bees (*Apis mellifera*). *Journal of apicultural research*, 42(3), 42-46. <https://n9.cl/ighj>
- Kekecoglu, M. & Soysal, M.I. (2010). Genetic diversity of bee ecotypes in Turkey and evidence for geographical differences. *Romanian Biotechnological Letters*, 15(5), 5646-5653. <https://n9.cl/5tzi6>
- Le Conte, Y. & Navajas, M. (2008). Climate change: impact on honey bee populations and diseases. *Revue Scientifique et Technique*, 27(2), 499-510. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18819674/>
- Locke, B., Forsgren, E., Fries, I. & de Miranda, J.R. (2012). Acaricide treatment affects viral dynamics in *Varroa destructor*-infested honey bee colonies via both host physiology and mite control. *Applied and environmental Microbiology*, 78(1), 227-235. <http://dx.doi.org/10.1128/AEM.06094-11>.
- Medina-Flores, C.A., Guzmán-Novoa, E., Aréchiga Flores, C.F., Gutiérrez Bañuelos, H. y Aguilera Soto, J.I. (2014). Producción de miel e infestación con *Varroa destructor* de abejas africanizadas (*Apis mellifera*) con alto y bajo comportamiento higiénico. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 5(2), 157-170. <https://cutt.ly/nyUWqdx>
- Medina-Flores, C.A., Guzmán-Novoa, E., Hamiduzzaman, M., Aguilera Soto, J., López-Carlos, M.A. (2015). Africanización de colonias de abejas melíferas (*Apis mellifera*) en tres regiones climáticas del norte de México. *Veterinaria México OA*, 2(4), 1-9. <http://www.scielo.org.mx/pdf/vetmexoa/v2n4/2007-5472-vetmexoa-2-04-00001.pdf>
- Meixner, M.D., Costa, C., Kryger, P., Hatjina, F., Bouga, M., Ivanova, E. y Büchler, R. (2010). Conserving diversity and vitality for honey bee breeding. *Journal of Apicultural Research*, 49(1), 85-92. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.49.1.12>
- Newton, D. & Ostasiewski, N. (1986). A Simplified Bioassay for Behavioral Resistance to American Foulbrood in Honey-Bees (*Apis-Mellifera L*). *American Bee Journal*, 126(4), 278-281.
- Palacio, M.A., Figini, E.E., Ruffinengo, S.R., Rodriguez, E.M., del Hoyo, M.L. & Bedascarrasbure, E.L. (2000). Changes in a population of *Apis mellifera L*. selected for hygienic behaviour and its relation to brood disease tolerance. *Apidologie*, 31(4), 471-478. <https://doi.org/10.1051/apido:2000139>
- Pantoja, A. (2014). Principios y avances sobre polinización como servicio ambiental para la agricultura sostenible en países de Latinoamérica y el Caribe. Oficina regional de la FAO.
- Parker, R., Melathopoulos, A.P., White, R., Pernal, S.F., Guarna, M.M. & Foster, L.J. (2010). Ecological adaptation of diverse honey bee (*Apis mellifera*) populations. *PLoS One*, 5(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0011096>

- Rothenbuhler, W.C. (1964). Behavior genetics of nest cleaning in honey bees. IV. Responses of F<sub>1</sub> and backcross generations to disease-killed brood. *American Zoologist*, 4(2), 111-123. <https://www.jstor.org/stable/3881284?seq=1>
- Sanabria, J.L., Demedio, J., Pérez, T., Peñate, I., Rodríguez, D. y Lóriga, W. (2015). Índices de infestación por Varroa destructor en colmenas sin medidas de control. *Revista de Salud Animal*, 37(2), 118-124. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0253-570X2015000200007](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-570X2015000200007)
- Gramacho, K. P., & Gonçalves, L. S. (1999). *Fatores que interferem no comportamento higiênico das abelhas Apis mellifera*. Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.
- Seeley, T.D. & Visscher, P.K. (1985). Survival of honeybees in cold climates: the critical timing of colony growth and reproduction. *Ecological Entomology*, 10(1), 81-88. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.1985.tb00537.x>
- Sousa, A., Araújo, E., Gramacho, K. & Nunes, L. (2016). Bee's morphometrics and behavior in response to seasonal effects from ecoregions. *Genetics and molecular research*, 15(2), 1-14. <http://www.funpecrp.com.br/gmr/year2016/vol15-2/pdf/gmr7597.pdf>
- Spivak, M. & Downey, D.L. (1998). Field assays for hygienic behavior in honey bees (Hymenoptera: Apidae). *Journal of economic entomology*, 91(1), 64-70. <https://doi.org/10.1093/jee/91.1.64>
- Thomann, M., Imbert, E., Devaux, C. & Cheptou, P.O. (2013). Flowering plants under global pollinator decline. *Trends in plant science*, 18(7), 353-359. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2013.04.002>
- Verde, M., Demedio, J. y Gómez, T. (2013). Apicultura. Salud y Producción. *Guía Técnica para el Apicultor*. Consejo Científico Veterinario de Cuba.
- Yoan, R.A. (2013). Relación de las características morfo-biométricas con los índices de infestación en abejas *Apis mellifera* L. en un apiario de la provincia Mayabeque. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 14(11). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63632378007>
- Lin, Z., Page, P., Li, L., Qin, Y., Zhang, Y. & Hu, F. (2016). Go east for better honey bee health: *Apis cerana* is faster at hygienic behavior than *A. mellifera*. *PloS one*, 11(9), 1-10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0162647>

MANEJO SUSTENTABLE DE TIERRAS Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

**Dasonomía de las palmas reales cubanas en sistemas sostenibles de producción porcina.**

**Dasonomia of the Cuba royal palm in sustainable systems of porcine production.**

Lázara Ayala González<sup>1</sup>, Julio Ly Carmenatti,  
Ramón Arias San Martín, Yuvan Contino Esquijerosa,  
Néstor Vicente Acosta Lozano y  
Verónica Cristina Andrade Yucailla

<sup>1</sup>Instituto de Ciencia Animal, Cuba

[layala@ica.co.cu](mailto:layala@ica.co.cu)

Recibido: 08/07/2018

Aceptado: 18/12/2018

Publicado: 28/06/2019

**RESUMEN**

Se organizó una secuencia experimental para investigar la propagación de palmas reales (*Roystonea regia* H.B.K. Cook) como integrante del sistema de producción amigable, sostenible, biológica y económica de palmas y cerdos donde el palmiche como vínculo ha perdurado en los campos cubanos durante más de medio milenio. Se organizó una matriz DAFO para conocer y transformar el *status* de la propagación de las palmas. Se hizo una encuesta entre 40 campesinos porcicultores seleccionados al azar y miembros de cooperativas de las provincias Artemisa y Mayabeque, del Oeste cubano. Se inquirió sobre prácticas de cultivos de palmas y se constituyó un banco digital de datos a la vez que se organizó un segundo banco digital con documentación localizada en internet, sobre dasonomía de palmáceas. Finalmente, las encuestas indicaron que la colecta de plántulas de palmas reales fue la práctica mayoritaria de propagación (50–66.7% de preferencia). El banco de datos sobre propagación de palmáceas reunió 200 documentos. El estudio de la información permitió preparar un artículo reseña sobre botánica y propagación de la palma real cubana, sin antecedentes desde la era de Roig, que contempló 13 secciones y contaba con 90 referencias bibliográficas. Este meta-análisis sugirió que la propagación de las *Roystoneas* puede pasar de la práctica tradicional de moteo o selección de plántulas nacidas al pie de palmas madres, a técnicas contemporáneas, como cultivar tejido, permitiendo utilizar herramientas genéticas de selección e hibridación, para obtener rápidamente árboles de menor altura y frutos con más lípidos y menos pared celular.

**PALABRAS CLAVE:** cerdos, cultivo, palma real, propagación.

**ABSTRACT**

An experimental sequence was set up to investigate the propagation of the royal palms (*Roystonea regia* H:B:K Cook) as part of the amicable production sustainable, biological and economical of the palm grove and pigs. A matrix was organized DAFO to know and to transform the status of the propagation of palms. A survey was applied to 40 farmers at random, who raise pigs, and members of the cooperatives located in Artemisa and Mayabeque provinces in the Cuban. There was an investigation about the practices in the growing of palm and a digital bank of data was established, and a second digital bank was set up with information located in internet related to dasonomia the palmaceas. Finally, the surveys registered that the collection of seedlings of royal palms was the majority in the propagation (50-66.7% of preference). The bank of data about the palmaceas propagation gathered 200 documents. The study of the information allowed to prepare an article about Botany and the propagation of the Cuban royal palm, without antecedents since Roig's studies.

It has 13 sections and 90 bibliographical references. This metaanalysis suggested that the propagation of the Roystoneas can pass from the traditional practice to the speck or selection of seedlings that were barn next to the mother palm to contemporary techniques as to cultivate tissue, allowing to use genetic tools of selection and hybridization, to obtain rapidly trees with less height and fruits with more lipid and less cellular wall.

**KEYWORDS:** farming, pigs, propagation, royal palm.

## **INTRODUCCIÓN**

Las palmas son árboles muy peculiares, característicos del trópico, y se distribuyen entre los 44° de latitud Norte y Sur. Esta familia comprende 183 géneros y unas 2 400 especies. Han desempeñado un papel histórico en la civilización humana (Johnson, 2010), pues entre sus componentes de interés económico se encuentran sus productos de naturaleza alimentaria, dirigidos particularmente a la alimentación y nutrición humana o a la de animales de granja, entre los que se ubican aquellos materiales que son utilizados en la crianza del ganado porcino (Ly *et al.*, 2005).

La palma real cubana, *Roystonea regia* H.B.K. Cook, no es una de las cinco arecáceas domesticadas, aun cuando posee una notable connotación económica (Johnson, 2010). Es posiblemente una de las más abundantes y proveedora de distintos productos con trascendencia económica en las Antillas. Aunque existe suficiente información sobre la botánica de dicha familia, se conoce muy poco sobre su dasonomía (Contino *et al.*, 2015); prácticamente esto es desconocido en Cuba debido a que las palmas reales no suelen cultivarse, sino que crecen silvestres en su hábitat natural, y el palmiche es acopiado en época de fructificación para ser destinado a la alimentación de cerdos (Ly *et al.*, 2005); o bien cae desde lo alto para la alimentación de animales en condiciones de vida silvestre.

La palma real es un tipo de arecácea muy utilizado con fines ornamentales, que se reproduce por semillas; no suele cultivarse en viveros, sino que más bien se acopian plántulas en lugares donde han germinado semillas en condiciones de su hábitat natural (Ly *et al.*, 2015), lo que es conocido en la vida campesina como moteo. Tal vez esto sea debido a su poca capacidad germinativa, como se ha observado en otras roystoneas, y que así ha sido señalado en otros lugares de la cuenca del Caribe.

El objetivo del presente trabajo fue el informar el *status quo* sobre el cultivo y propagación de palmas reales cubanas, de interés no solamente científico sino en la práctica, aún no bien entendida en su dimensión social y económica en la República de Cuba.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### ***Status quo del problema***

Se organizó una matriz DAFO para conocer y transformar el *status quo* de la propagación de las palmas. Así se identificaron las debilidades, fortalezas y oportunidades para avanzar en la investigación de la propagación de las palmas reales en Cuba, desde la capacitación de profesionales hasta la elaboración de proyectos de innovación tecnológica sobre este tema. La matriz constituida fue en sí una herramienta de conocimiento, que para ser utilizada con éxito requirió de estudio y entrenamiento previo. Algunos detalles de esta matriz se muestran en la *tabla 1*.



**Tabla 1.** Matriz DAFO organizada sobre la propagación de palmas reales en Cuba con destino a la cría de ganado porcino.

Debilidades	Amenazas
Ninguna experiencia en conocimientos sobre botánica y arboricultura.	Disminución del inventario nacional de palmas reales por desastres naturales.
Pobre financiamiento para actividades de campo	Disminución del hábitat por el cambio climático.
Inexistencia de antecedentes sobre dasonomía de <i>roystoneas</i> en Cuba.	
Fortalezas	Oportunidades
Alto nivel académico de los investigadores involucrados en el trabajo.	Posibilidad de recibir asesoría y hacer entrenamientos <i>in situ</i> para adquirir conocimientos o para divulgarlos.
Entrenamiento internacional, <i>ex situ</i> , sobre sistemas sostenibles de producción animal.	Posibilidad de diseñar proyectos nacionales e internacionales de innovación tecnológica para el eje productivo palmas reales-ganado porcino.
Buenas relaciones con porcicultores y campesinos.	Elaboración de material didáctico de divulgación o académico, para la transferencia de tecnología.
Alianzas efectivas entre distintas instituciones cubanas de ciencia y técnica para complementar los trabajos a hacer.	
Vehículos eficientes de diseminación del conocimiento (eventos y revistas científicos).	

**Fuente:** *Elaboración propia.*

### **Encuestas entre porcicultores**

Se llevó a cabo una encuesta entre 40 campesinos porcicultores entrevistados al azar y que eran miembros de cooperativas de las provincias Mayabeque (Caro *et al.*, 2012) y Artemisa (Arias *et al.*, 2017), del Oeste de Cuba. Todos eran de origen hispánico y del sexo masculino. La encuesta trató varios temas; tenía en cuenta preguntas sobre prácticas de cultivos de palmas; y constituyó un banco digital de datos sobre este particular.

La misma se preparó mediante la participación de todos los profesionales involucrados en el proyecto, que a su vez pertenecían a seis instituciones cubanas de ciencia y técnica, localizadas en territorios tan distantes como Artemisa y Guantánamo. Una relación de las preguntas insertadas en esta encuesta se presenta en la *tabla 2*.

El resultado de la encuesta sobre la propagación de palmas reales se presenta en la *tabla 3*. Las encuestas indicaron que la colecta de plántulas fue la práctica mayoritaria de propagación (50-66.7% de preferencia). Por otra parte, el conocimiento sobre la propagación de palmas reales fue muy desigual en ambas provincias habaneras, con un por ciento alto en Artemisa, el 76.2%, y bajo en Mayabeque, el 15.4%, lo que tal vez obligue a profundizar en las causas que originaron esta disimilitud.

**Tabla 2.** Encuesta sobre uso de palmas en producción animal.

Ítem	Pregunta
01	¿Usa palmiche para alimentar animales? ¿Cuáles?
02	¿Aprendió a alimentar cerdos con palmiche o alguien se lo recomendó?
03	¿Tiene palmas reales en el sitio donde cría animales?
04	¿Cómo corta el palmiche, personalmente o alguien con oficio?
05	¿Cómo da de comer palmiche a los animales?
06	¿Una vez cortado el palmiche, cuánto demora en usarlo?
07	¿Por qué cree que a veces los cerdos no comen palmiche?
08	¿Conserva el palmiche de alguna forma especial como agregando sal?
09	¿Compra palmiche para los animales o alguien lo trae a la finca?
10	¿Tiene alguna norma diaria para dar de comer a qué categorías de animales?
11	¿Sabe por qué se da palmiche a los animales?
12	¿Piensa que hace falta contar con más palmiche para alimentar animales?
13	¿Qué recomendaciones puede hacer a los otros criadores?
14	¿Sabe cómo tener palmas reales?
15	¿No recibe ayuda técnica sobre cómo usar palmiche para alimentar animales?
16	Además de palmiche, ¿usa otros productos de las palmas?

Fuente: Caro et al. (2012).

**Tabla 3.** Encuesta sobre conocimientos campesinos relativos a la propagación de palmas reales.

	Artemisa	Mayabeque
Municipios	6	3
Porcicultores	21	12
Se conoce cómo propagar palmas, %		
Sí	76.2	15.4
No	23.8	84.6
Forma de propagación practicada, %		
Por semilla	14.3	50
Por moteo	66.7	50
Por cultivo de tejido	0	0
Con ayuda técnica mediante viveros	19	0
<sup>1</sup> Entrevistas personales hechas en 2015 y 2016		
<sup>2</sup> Colecta de plántulas al pie de palmas adultas. Para detalles, ver texto		

Fuente: Arias et al. (2017).

### **Banco digital de datos sobre botánica y propagación de palmáceas**

En un segundo momento se organizó un banco digital constituido con documentación localizada en internet (Oliva et al., 2015), y tenía que ver sobre la dasonomía de palmáceas de la cuenca del Caribe. El trabajo se inició en 2015 y tendría un período de ejecución *ad infinitum*, con momentos de contabilización y recuento de naturaleza anual. El protocolo involucró varias fases en su desarrollo: Aaopio, registro y ordenamiento de las referencias, almacenamiento en forma digital, así como disseminación de la información para cualquier tipo de escenario y personal. El banco digital de referencias sobre el cultivo y propagación de palmas fue insertado dentro de un proyecto integrante

de un problema nacional, cubano, de alimento animal, con referencia al uso de productos de palma para ganado porcino y cunícula (Ly y Ayala, 2016). Algunos detalles de las palabras claves temáticas pertenecientes a este banco se muestran en la *tabla 4*.

**Tabla 4.** Palabras claves temáticas para el banco de referencias sobre dasonomía de palmas.

Ítem	Palabras claves
01	Palmas
02	Palmas, <i>hábitat</i>
03	Palmas, país
04	Palmas, ecosistema
05	Palmas, clima
06	Palmas, producción
07	Palmas, semillas
08	Palmas, semillas, almacenamiento
09	Palmas, semillas, germinación
10	Palmas, semillas, viveros
11	Palmas, cultivo
12	Palmas, cultivo, plagas
13	Palmas, cultivo, fertilización
14	Palmas, cultivo, irrigación
15	Palmas, cultivo, géneros
16	Palmas, cultivo, géneros, especies
17	Palmas, cultivo de tejido
18	Palmas, cultivo, varios
19	Palmas, cultivo, temperatura
20	Palmas, cultivo, vivero
21	Palmas, cultivo, varios

Fuente: *Oliva et al. (2015)*

El banco de datos sobre propagación de palmáceas reunió en 2016 un total de 150 referencias sobre la temática de dasonomía de palmas, en líneas generales, escritas en español o en inglés. Sin embargo, no se halló una cantidad sustancial de documento sobre palmas reales cubanas, ni de origen cubano ni de otro escenario americano o de otro continente. Otras *roystoneas*, particularmente de Puerto Rico y Venezuela, fueron sujeto de estudios publicados en los últimos 20 años (en total, cuatro documentos registrados). Este resultado pudiera indicar que es un campo de poca actividad científica *pro tempore*, aún en el espacio Caribe. Se considera que el banco de información digital en una herramienta muy útil para desarrollar investigaciones sobre dasonomía de arecáceas, particularmente palmas reales cubanas. Igualmente, la actualización de este tipo de información pudiera ser oportuna para visibilizar un escenario de cultivo intensivo de palmas reales, más en escenarios de interés económico que otros estéticos de paisajismo antrópico, como es corriente que ocurra en Florida.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### *Evaluación de la información acopiada*

El estudio de toda la documentación permitió preparar un artículo reseña sobre botánica y propagación de la palma real cubana (Ly y Grageola, 2016), que contempló secciones sobre hábitat, morfología, taxonomía, semillas, almacenamiento, procesos germinativos, pregerminación, germinación, cultivo en vivero, cultivo de tejidos, bioseguridad en el cultivo de palmas, crecimiento y trasplante. Este material disponible en forma impresa y digital, en español y en inglés, revisó, comentó

y calificó toda la documentación hallada, contenida en referencias bibliográficas de 90 documentos publicados hasta la fecha.

Este documento pudiera ser tenido en cuenta como el primer esfuerzo investigativo muy útil para puntualizar el *status quo* del conocimiento existente, en Cuba y en cualquier otra parte, en la temática relativa a la botánica y la dasonomía de la palma real cubana. En el conocimiento de los autores no existe información anterior sobre este tema, convenientemente clasificada y organizada, aunque sí que lo hay sobre el uso de productos de palmas destinados a los individuos del género *Sus* en el trópico (Ly *et al.* 2005).

## CONCLUSIONES

El meta-análisis descrito sugirió que la propagación de las *roystoneas* puede pasar de la práctica tradicional de moteo (selección de plántulas nacidas al pie del estípite de palmas madres) a otras técnicas más contemporáneas, como las de cultivo de tejido, lo que permitiría utilizar herramientas genéticas de selección e hibridación, para obtener árboles de menor altura y frutos más ricos en lípidos y con un menor contenido de pared celular. Adicionalmente, a partir de la experiencia adquirida en este trabajo de recopilación temática sobre dasonomía de palmas, se desarrolló una metodología de búsqueda bibliográfica al respecto, lo cual en las condiciones cubanas de investigación debe considerarse inédito, pero de mucha utilidad para la comunidad científica interesada.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, R., Reyes, J.L., Contino, Y., Caro, Y. y Ly, J. (22 al 26 de mayo de 2017). Algunos aspectos del acopio y uso de palmiche en la producción porcina de tres provincias occidentales cubanas. *Seminario Internacional de Porcicultura Tropical 2017*. La Habana, Cuba.
- Caro, Y., Ayala, L., Castro, M., Contino, Y., Bello, R. y Ly, J. (2012). Uso de palmiche en la producción porcina de la provincia cubana de Mayabeque. Datos preliminares. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 19(4), 268-272. [http://www.iip.co.cu/rcpp/194/194\\_12artYCaro.pdf](http://www.iip.co.cu/rcpp/194/194_12artYCaro.pdf)
- Contino, Y., Morales, D., Reino, J., Rodríguez, M., Soares, D., Ly, J. y Caro, Y. (22 al 24 de abril de 2015). Estudio botánico de res accesiones de palmas en vivero y siembra en campo. *Seminario Internacional de Porcicultura Tropical 2015*. La Habana, Cuba.
- Johnson, D.V. (2010). Non-wood forest products. *Tropical Palms*. FAO. Roma, Italia.
- Ly, J. (2015). Avances y perspectivas para usar productos de palma en la cría de cerdos. *Seminario Internacional de Porcicultura Tropical 2015*. La Habana, Cuba.
- Ly, J. y Ayala, L. (2016). *Contribución al uso de la harina de palmiche en la alimentación de cerdos*. Premio por el aporte al conocimiento científico. San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.
- Ly, J. y Grageola, F. (2016). Botánica y propagación de palmas reales cubanas. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 50(4), 525-542.
- Ly, J., Sarmiento, L. y Santos, R. (2005). *Las Palmas como Fuente de Alimento para Cerdos en el Trópico*. Universidad Autónoma de Yucatán.
- Oliva, D., Caro, Y., Contino, Y., Rodríguez, D., Martínez, M. y Ly, J. (16 al 20 de noviembre de 2015). Banco digital de datos sobre el cultivo y propagación de palmas de interés económico. *5to Congreso de Producción Animal Tropical*. La Habana, Cuba.

**MANEJO SUSTENTABLE DE TIERRAS Y SEGURIDAD ALIMENTARIA**

**Evaluación de los impactos y la sustentabilidad de un Modelo de Manejo Sostenible de Tierra en áreas con ecosistemas degradados y condiciones climatológicas extremas.**

**Evaluation of the impact and the sustainability of a standard sustainable management of the land in areas with reduce ecosystems and excessive climatological conditions.**

**Albaro Blanco Imbert<sup>1</sup>, Illovis Fernández Betancourt, Teudys Limeres Jiménez, Marianela Cintra, José Antonio Márquez y Oscar Borges Escandon**

<sup>1</sup>Instituto de Suelos - UCTB Guantánamo, Cuba  
[investigación2@suelos.gtm.minag.cu](mailto:investigación2@suelos.gtm.minag.cu)

Recibido: 08/07/2018

Aceptado: 18/12/2018

Publicado: 28/06/2019

**RESUMEN**

Con el objetivo de evaluar los impactos y la sostenibilidad de un Modelo de Manejo Sostenible de Tierra (MST) en áreas con ecosistemas degradados y condiciones climatológicas extremas se desarrolló el presente trabajo en el sitio demostrativo establecido en la Cooperativa de Créditos y Servicios «Enrique Campos Caballero» que se localiza en la zona sur del municipio Guantánamo, donde predominan condiciones climáticas desfavorables de bajas precipitaciones, alta evaporación potencial y altas temperaturas, unido a la presencia de llanuras secas acumulativas, aluvio-marinas y suelos con tendencia a la salinización. Para la evaluación de los impactos se emplearon 14 indicadores, que abarcaron las dimensiones económica, tecnológica, social y ambiental, los cuales fueron definidos a partir de la consulta con expertos y sobre la base de la metodología descrita en la Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Para evaluar la sostenibilidad se definieron los indicadores que describen el comportamiento del capital físico, financiero, natural, humano y social de acuerdo a la metodología y el marco conceptual propuesto. La implementación del modelo de MST permitió alcanzar impactos positivos en los indicadores evaluados, los cuales se reflejaron en el incremento de los rendimientos, disminución del costo por peso, incremento de los ingresos mensuales, mejora de la productividad del agua y calidad del suelo, así como la estabilidad de la fuerza laboral. Igualmente se encontró una evolución positiva de los diferentes capitales, evidenciando una tendencia hacia la sostenibilidad.

**PALABRAS CLAVE:** sostenibilidad, suelos.

**ABSTRACT**

With the objective to evaluate the impact and the sustainability of a standard sustainable management of the land in areas with reduce ecosystems and excessive climatological conditions. This work was done in the demonstrative location in the serving credit cooperative “Enrique Campos Caballero” situated in the south of Guantanamo municipality. Where adverse climatological conditions prevail such as low rainy periods, high potential evaporation and high temperatures besides there are accumulated acidity plains, sea food and soil with tendency to salinity. To evaluate the impacts were used 14 registers that include economical, technological, social and environmental dimension. That were defined taking into consideration experts advise and base on the methodology described in the methodological guidebook for the evaluation of the Environmental Impact. To evaluate the sustainability were defined the registers that described the behaviors of the physical, financial, natural,

social and human according to the methodology and the ideas of the framework proposed. The implementation of the model MST allowed to reach positive impacts in the evaluated registers, that they were reflected in the growth of the production, reducing of price per weight, growing of the monthly earnings, improvement of water productivity and soil quality, as well as the stability of the labour force. Evenly a positive evolution was founded in different assets, showing a tendency to the sustainability.

**KEYWORDS:** soil, sustainability.

## INTRODUCCIÓN

La Estrategia Nacional Ambiental de Cuba identifica la degradación de los suelos como el principal problema ambiental que afecta su área agrícola (Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, 2007), por lo que indica la aplicación de estrategias integradas que se centren simultáneamente en la detención de los procesos degradativos, la recuperación de los ambientes y el aumento de la productividad de las tierras, todo ello con el propósito de mejorar las condiciones de vida de la población.

La provincia de Guantánamo, ubicada en la región más oriental de Cuba, no está exenta de estas dificultades al presentar zonas que, por sus características climáticas, son identificadas como las que más sufren de los procesos de desertificación y sequía (Programa de Asociación de País, 2014). Tal es el caso del valle de Guantánamo, el cual con una extensión de 122 000 ha (23% del área de la provincia) y considerada la zona agrícola principal de esta, se caracteriza por su clima seco, donde las precipitaciones anuales se encuentran extremadamente mal distribuidas, todo lo cual conlleva a considerarlo un territorio de alta fragilidad ante los fenómenos climatológicos que atentan contra la conservación y estabilidad de los suelos (Urquiza *et al.*, 2011). Además, debido a los problemas de aridez y salinidad de su área agrícola ha quedado rezagada respecto al desarrollo económico-social del país.

Limeres *et al.*, (2000) considera que la extensión de métodos integrados de manejo de suelo y agua será decisiva para la conservación de ambos recursos, por lo que la implementación de modelos de Manejo Sostenible de Tierras (MST) permitirá manifestar una mayor excelencia en el tratamiento de las tierras para obtener bienes y servicios suficientes y de calidad, sin comprometer el estado de sus recursos naturales renovables y su capacidad de resiliencia (Urquiza *et al.*, 2011).

Es por ello que el presente trabajo, pretende *evaluar los* impactos y la sostenibilidad de un modelo de Manejo Sostenible de Tierra en áreas con ecosistemas degradados y condiciones climatológicas extremas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló entre los años 2009 y 2014, en el Sitio Demostrativo (SD) establecido en la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) «Enrique Campos Caballero», localizado en la localidad Mata Bajo, zona sur del municipio Guantánamo. En el área predominan condiciones climáticas desfavorables de bajas precipitaciones, alta evaporación potencial y altas temperaturas, unido a la presencia de llanuras secas acumulativas, aluvio-marinas y un suelo Fluvisol diferenciado, con tendencia a la salinización. A partir de estos factores limitantes se estableció un modelo de Manejo Sostenible de Tierra para lograr un uso eficiente de los recursos disponibles en función del desarrollo socio-económico de dicha unidad.

Para la evaluación de los impactos se emplearon 14 indicadores, relacionados con la dimensión económica (costo por peso [CUP] y rendimiento [t.ha-1]), tecnológica (áreas beneficiadas con medidas



de conservación y mejoramiento de suelos [ha] y productividad del riego por cultivo [ $m^3 \cdot t^{-1}$  de producto]), social (ingresos personales [CUP], fuerza de trabajo e incidencia de las instituciones) y ambiental (área beneficiada con la aplicación de bioproductos, superficie reforestada [ha], indicadores de calidad del suelo y medidas sencillas de conservación de suelos ejecutadas), los cuales fueron definidos a partir de la consulta con expertos y sobre la base de la metodología descrita en la Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental (Conesa *et al.*, 1995) y el Manual de Procedimientos para el Manejo Sostenible de Tierras (Urquiza *et al.*, 2011). Se consideraron como línea base (LB) los resultados del diagnóstico inicial, año 2009.

Para evaluar la sostenibilidad del proceso se definieron indicadores que describen el comportamiento del capital físico, financiero, natural, humano y social de acuerdo a la metodología y el marco conceptual propuesto por Urquiza *et al.*, (2011). Se eligieron aquellos indicadores fáciles de obtener e interpretar, además que brindaran información a partir de la cual se pudieran detectar tendencias en el manejo de la finca. Los datos se obtuvieron mediante encuestas, entrevistas y observaciones de campo. Los datos fueron analizados con el procesador Microsoft Excel, 2003.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El modelo de Manejo Sostenible de Tierra implementado en el SD de la CCS «*Enrique Campos Caballero*», mostró una influencia positiva sobre los indicadores de impacto evaluados, al observarse un incremento del rendimiento de los principales cultivos explotados en las fincas trabajadas (*tabla 1*), con los mejores resultados para los cultivos de cebolla (50.4%), sorgo (39%) y tomate (37%). Estos resultados están vinculados a las mejoras proporcionadas al suelo con el plan de manejo establecido en estas áreas, el cual permitió contrarrestar los factores que estaban incidiendo en la productividad.

**Tabla 1.** Rendimientos de los principales cultivos en el SD de la CCS «*Enrique Campos Caballero*».

Cultivo	Rendimientos en T.ha <sup>-1</sup> . año			
	2009	2011	2012	2013
Tomate	24	31.7	34.6	38
Frijol	0.6	0.6	0.7	0.7
Cebolla	18	30.1	34	36.3
Melón	16.2	20.3	20.6	22.3
Sorgo	2.5			4.1
Maíz	3.2			3.6
Boniato	6.5			9.2

Fuente: *Elaboración propia.*

Similar efecto se apreció para el costo por pesos, el cual disminuyó (0.96 en el 2009 a 0.73 en el 2013) a medida que se incrementaron las producciones y disminuyeron los gastos, tales como el uso de prácticas de manejo más eficientes y menos costosas (abonos orgánicos, biofertilizantes, bioplaguicidas y bioestimulantes), además del empleo de variedades más tolerantes a la salinidad y la disminución de consumo de agua.

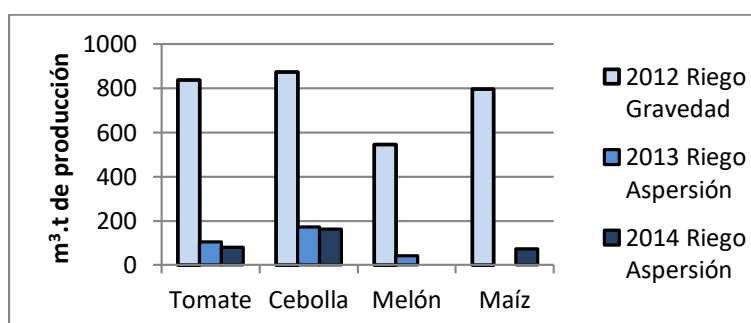
El impacto social del modelo de MST se vio reflejado en la estabilidad de la fuerza de trabajo (13 mujeres y 27 hombres), a pesar de la disminución de la demanda de personal que implicó la sustitución del sistema de riego por surco por el de riego por aspersión. Así mismo, se logró un incremento de los ingresos personales de los trabajadores (de 550 pesos mensuales a 1 000) producto de las mejoras de los indicadores económicos, lo que constituyó un incentivo que garantiza la permanencia del personal.

También se consiguió una mayor integración de las instituciones, como el Instituto de Suelos, el Instituto de Investigación de Agricultura Tropical, el Instituto de Ingeniería Agrícola, la Agencia de Medio ambiente, el Cuerpo de Guardabosques, y la Delegación Provincial y Municipal de la Agricultura y de Recursos Hidráulicos; además de las ONGs como Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales (ACTAF) y Asociación Cubana de producción Animal (ACPA), las cuales facilitaron la capacitación de los productores, y la participación en eventos provinciales y nacionales como vía efectiva para la divulgación de los resultados alcanzados y estimular a los productores.

Dentro de los impactos económicos se destacó el avance de 64.43 ha con medidas de mejoramiento y conservación de suelos, el aumento de la productividad del agua y el acceso a 47 000 pesos del Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de Suelos (PNMCS), el cual fue creado por el estado cubano para estimular la recuperación de tan importante recurso (Ministerio de la Agricultura, 2008).

En la *figura 1* se muestran los resultados de la evaluación de la productividad media del agua, la cual refleja una disminución del 87% de la utilizada para riego por tonelada de producto, a partir de la sustitución del sistema de riego utilizado en este SD, permitiendo un uso más racional y un ahorro sustancial en cada campaña.

**Figura 1.** Productividad media del agua ( $m^3.t$  de producción)



**Fuente:** *Elaboración propia.*

Los impactos ambientales se vieron reflejados en el incremento de las áreas beneficiadas con la aplicación de bioproductos y la reforestación (*tabla 2*), lo cual demostró un marcado interés por los productores para emplear alternativas que contribuyan con el cuidado y protección del medio ambiente.

**Tabla 2.** Área beneficiada con productos orgánicos y superficie reforestada en el SD de la CCS «Enrique Campos Caballero».

Indicadores	Área beneficiada (ha)			
	Línea Base 2009	2012	2013	2014
Aplicación de materia orgánica	20	25	45	56
Biofertilizantes	10	20	40	48
Bioestimulantes	25	40	40	48
Reforestación (ha)	0.04	0.05	0.03	0.03
Long. de cercas vivas (km)	1	2	3	5

**Fuente:** *Elaboración propia.*

Del mismo modo el modelo de MST establecido en el SD, permitió mejorar algunos de los indicadores de calidad de los suelos, al observarse una disminución de los niveles de salinidad (CE 3.80 ds.m<sup>-1</sup> en el 2009 y descendió a 2.21 ds.m<sup>-1</sup> en el 2014), densidad aparente (de 1.47 a 1.38 g.cm<sup>-3</sup>) y resistencia a la penetración (de 28.70 a 23.70 kg.cm<sup>2</sup>), además de propiciar aumentos de la materia orgánica (de 2.90 a 3.20%), el fósforo ( de 2.27 a 4.25 mg.100g<sup>-1</sup>) y del potasio ( de 34.29 a 42.86 mg.100g<sup>-1</sup>). Estos resultados se deben en gran medida a las labores de limpieza y mantenimiento de los canales de drenaje, el correcto laboreo del suelo y el empleo de nuevas y más eficientes formas de riego que, de conjunto con las aplicaciones de materia orgánica, han impedido el ascenso de las sales a las capas superficiales del terreno, garantizando un mejor estado del suelo (Font, 2008).

La evaluación de la sostenibilidad del modelo de MST implementado en el SD de la CCS «*Enrique Campos Caballero*», arrojó un comportamiento positivo de los diferentes capitales evaluados, tal es el caso del capital físico que a pesar de mantener la misma categoría (Bien), mostró cambios en cuanto al comportamiento de los indicadores (de valores medios de 3.6 pasa a 4.88), indicando un mayor acceso de los productores a los materiales, herramientas y equipamiento de trabajo, además de tener mayor oportunidad de adquirir bienes individuales y mejorar sus condiciones de vida y de trabajo (mejora de la vivienda, instalaciones de trabajos y recreativas, bienes personales, etc.).

Igual comportamiento se observó para el capital financiero (*tabla 3*), donde el aumento de los ingresos, la utilización de créditos para enfrentar las inversiones, el mayor acceso al financiamiento proporcionado por PNMCS y la inserción en los programas de proyectos nacionales e internacionales, proporcionaron cambios positivos en este indicador.

**Tabla 3.** Análisis de capital financiero en el sitio demostrativo CCS «*Enrique Campos Caballero*».

Capital financiero	Año: 2009		Año: 2014	
	Calidad	Puntuación	Calidad	Puntuación
1. Cuentas de ahorros	R	3	B	5
2. Créditos	R	3	B	4
3. Seguros	R	3	B	4.7
4. Incentivos económicos (A+B+C+D)/4	M	2.5	R	3
A) Fondo de Medio ambiente	M	2	M	1
B) FONADEF	M	1	M	1
C) PNMCS	R	3	B	5
D) Otros proyectos, programas, etc.	B	4	B	5
Promedio de puntuación (1+2+3+4)/4		2.87		4.1

Fuente: *Elaboración propia.*

El capital natural (*tabla 4*) se vio influenciado por las condiciones del suelo y el clima imperante en esta zona, lo cual limita un desarrollo acelerado. A pesar de ello, el correcto establecimiento del modelo de MST permitió mejorar algunos de los indicadores físicos, químicos y biológicos que inciden en la calidad del suelo, y que también determinan los impactos ambientales antes mencionados.

**Tabla 4.** *Análisis de capital natural en el sitio demostrativo CCS «Enrique Campos Caballero».*

Capital natural	Año 2009		Año 2014	
	Calidad	Puntos	Calidad	Puntos
Aguas en ríos, arroyos, embalses	B	4.5	B	5
Diversidad Biológica (A+ B +C) / 3		2		2.9
A) Bosques y vegetación natural	M	2	R	3
B) Cantidad de frutales	M	1	M	2
C) Cantidad de vida animal silvestre	M	2	R	3.8
Pastos	M	1	R	3
Calidad del suelo	M	2	B	4
Clima intensidad y frecuencias (A+ B +C) / 3		1		1
A) Lluvias	M	1	M	1
B) Sequías	M	1	M	1
C) Ciclones	M	1	M	1
Promedio capital natural	M	2.1	R	3

Fuente: *Elaboración propia.*

El capital humano (*tabla 5*), reportó mejoras significativas en los diferentes indicadores, los cuales estuvieron influenciados por las acciones de capacitación desarrolladas por las instituciones involucradas.

**Tabla 5.** *Análisis de capital humano en el sitio demostrativo CCS «Enrique Campos Caballero».*

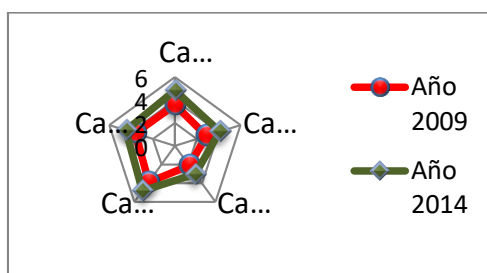
Capital humano	Año 2009		Año 2014	
	Calidad	Puntos	Calidad	Puntos
Salud	B	5	B	5
Trabajo	R	3.5	B	5
Educación	B	4	B	4.7
Conocimientos	R	3.5	B	4.7
Habilidades	R	3.5	B	5
Promedio	R	3.9	B	4.8

Fuente: *Elaboración propia.*

El capital social pasó de una escala de Regular a Bien, resultado que representa una respuesta a los impactos sociales logrados con la integración de las diferentes instituciones y ONGs al SD, las cuales a través de las acciones realizadas (capacitación, asesoría, desarrollo de proyectos) han incidido en el aumento de productores que pasan a ser miembros de estas. Tal es el caso de la Asociación Nacional de Agricultores Pequeños (ANAP) y la Federación de Mujeres Cubanas (FMC), que vieron incrementadas sus filas además se crease en esta última la primera brigada FMC-ANAP para vincular a las mujeres en las labores de la cooperativa. Iguales resultados se lograron la ACTAF y ACPA, entidades que incrementa el número de asociados y proyectos en esta cooperativa.

La evolución de los capitales del sitio demostrativo de la CCS «Enrique Campos Caballero» (*figura 2*) arrojó una tendencia hacia la sostenibilidad del Manejo Sostenible de Tierra. A pesar de ello resulta importante destacar que el ritmo de crecimiento lento mostrado por el capital natural responde al tiempo que requieren estos agroecosistemas para recuperar su capacidad productiva y a las condiciones del clima y los suelos de esta zona.

**Figura 3.** Evolución de la sostenibilidad de los capitales.



**Fuente:** *Elaboración propia.*

## CONCLUSIONES

La implementación del modelo de MST permitió alcanzar impactos positivos en los indicadores evaluados, los cuales se reflejaron en el incremento de los rendimientos, disminución del costo por peso, incremento de los ingresos mensuales, mejora de la productividad del agua y calidad del suelo, así como la estabilidad de la fuerza laboral. El sitio demostrativo ubicado en la CCS *Enrique Campos Caballero* mostró una evolución positiva de los capitales físico, financiero, natural, humano y social evidenciando una tendencia hacia la sostenibilidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Conesa, V. (Ed.). (2011). *Guía metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental* (4<sup>ta</sup> ed.). Ediciones Mundi-Prensa.
- Font, L. (2008). *Estimación de la calidad del suelo: Criterios físicos, químicos y biológicos* [Tesis de Doctorado no publicada]. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Cuba.
- Limeres, T., Borges, O., Piedra, C., San Loys, D. y Favier, V. (2000). *Introducción y evaluación de especies vegetales de usos múltiples que propicien el uso sostenible de los suelos de la región semiárida de Guantánamo. (Proyecto Nacional 013-05-001)*. Instituto de Suelos.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. (2007). *Estrategia Nacional Ambiental de Cuba 2007-2010*.
- Ministerio de la Agricultura. (2008). *Programa de conservación y mejoramiento de suelos de la provincia Guantánamo*. Cuba.
- Programa de Asociación de País. (2014). *Apoyo a la implementación del Programa de acción nacional de lucha contra la desertificación y la sequía en Cuba*.
- Urquiza, N., Alemán, C., Flores, L., Ricardo, M. P., y Aguilar, Y. (2011). *Manual de procedimientos para el Manejo sostenible de Tierra*. Programa de Asociación de País para el apoyo al Programa nacional de lucha contra la desertificación y la sequía.

MANEJO SUSTENTABLE DE TIERRAS Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

**Evaluación de la salud y la calidad de la leche de cabras *Saanen* para la seguridad alimentaria en agroecosistemas vulnerables de Penipe, Ecuador.**

**Evaluation of health and quality of milk of the Saanen goat for feeding security in vulnerable agricultural ecosystems in Penipe, Ecuador.**

Marcelo Moscoso Gómez<sup>1</sup>, María Soledad Núñez

Moreno, Luis Peña Serrano y Sonia Peñafiel Acosta

<sup>1</sup>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador

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

Recibido: 08/07/2018

Aceptado: 18/12/2018

Publicado: 28/06/2019

**RESUMEN**

En el cantón «Penipe» se evaluó la salud y calidad de leche de cabras *Saanen* introducidas en los agroecosistemas vulnerables. Partiendo con un muestreo de 78 caprinos, para el diagnóstico parasitario hematológico sobre la determinación de *Brucellasp*, se encontró una mayor población de hembras, de categoría tripones, talla alta, semipesados y de condición corporal entre 2 y 3; mientras que en el análisis hematológico se reportan valores para hemoglobina (0.829 g/L), hematocrito (0.24 L/L), glucosa (56.12 ± 9.31 mg/dL), calcio (8.26 mg/dL), fósforo (8.58 mg/dL) y hierro (118.77 µg/dL). El análisis serológico para detección de *Brucella* fue negativo; el tratamiento para su control fue la aplicación de Albendazol 25% y vitaminas de complejo B, lográndose la mayor eficiencia de desparasitación en triponas sobre nematodos y *Strongyloidea* con un 97.08%, seguido de las cabritas con tasas del 96.37% en nematodos y *Strongyloidea*. La presente investigación se planteó como objetivo caracterizar el estado de salud, así como la calidad de la leche de cabras *Saanen* introducidas en los agroecosistemas de «El Guzo», y establecer estrategias que permitan la seguridad alimentaria y zootécnica para el mantenimiento de esta especie animal.

**PALABRAS CLAVE:** coproparasitario, leche de cabra.

**ABSTRACT**

In the canton «Penipe» was evaluated the health and quality of milk of the Saanen goat introduced in the vulnerable agricultural ecosystems. Starting with a sampling of 78 caprines for their parasitological hematology diagnosis to determine Brucellasp, a major population of female goats was found of pudgy category with high size, semi heavy, and fitness conditions between 2 or 3, meanwhile in the hematology analysis were reported values of hemoglobin (0.829g/l) and hematocritic (0.24 l/l), glucose (56.12 ± 9.31 mg/dl), calcium (8.26 mg/dl), phosphorous (8.58mg/dl) and iron (118.77 ug/dl). The analysis of the serology to detect Brucella was negative; the treatment for its control was the application of Albendazol 25% and vitamins complex B, achieving more efficiency of worming in budgy on nematode and strongyloidea, with 97.08%, followed by goats with rates of 96.37% in nematodes and Strongyloidea. The present investigation has the objective to characterize the health and quality of milk of the Saanen goats introduced in the agricultural systems in “El Guzo” and to establish strategies that allow feeding security and zootechnics for preserving this animal species.

**KEYWORDS:** coproparasitic, milk of goat.



## INTRODUCCIÓN

La comunidad de «El Guzo», en el cantón «Penipe», es una zona de alta vulnerabilidad por las constantes erupciones del volcán Tungurahua (15 años), produciendo la migración de la población económicamente activa desde los agroecosistemas hacia Riobamba, y el exterior; quedando en manos de adultos mayores (entre 61 y 80 años aproximadamente) el cuidado y administración de los 66.7% de los minifundios. Sin embargo, algunas instituciones como el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) de «Penipe» y la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), han realizado una intervención en el sector, para mediante un plan de desarrollo sustentable mejorar la productividad y la economía de estas familias campesinas.

La caracterización de 50 unidades de producción presenta rubros agropecuarios que permiten la subsistencia de los productores, centrándose en una especie caprina que ha contribuido a dinamizar su sistema, con los productos: leche y carne para su auto consumo. Las cabras *Saanen* fueron introducidas por el GAD de «Penipe» a solicitud de los productores (40 hembras y 5 machos de La Pampilla, provincia de Pichincha); posteriormente recibieron el asesoramiento de la ESPOCH, específicamente de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

Mediante prácticas adecuadas los estudiantes de Zootecnia han permitido una multiplicación importante del rebaño (alrededor de 100 animales en tres años), adaptación que ha sido relativamente aceptable. Por tal razón para poder establecer un programa de desarrollo sustentable, se debe partir de la caracterización de condiciones de salud en esta especie zootécnica, así como la calidad de la leche de consumo familiar para garantizar su seguridad alimentaria.

Conscientes de esta necesidad para continuar con el establecimiento de un desarrollo sostenido, es imponderable la investigación citada que tiene por objetivo caracterizar el estado de salud, así como la calidad de la leche de cabras *Saanen* introducidas en los agroecosistemas de «El Guzo», y establecer estrategias que permitan la seguridad alimentaria y zootécnica para el mantenimiento de esta especie animal.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la comunidad «El Guzo», del cantón «Penipe», provincia «Chimborazo», localizada entre 2 325 y 2 450 msnm. Fue de tipo exploratoria, donde se utilizaron para el estudio parasitario 78 caprinos como unidades observacionales de 39 agroecosistemas, evaluándose la carga parasitaria gastrointestinal por el método de *Mac Master*, presencia de fasciola hepática mediante sedimentación y lavado; parasitosis pulmonar usando el procedimiento de Baerman, y brucelosis por la técnica de Elisa.

En la determinación de la calidad de la leche, se encontró una población de 75 ejemplares de los cuales 24% (18) fueron hembras adultas y en estado de lactancia eligiéndose a 15 aleatoriamente como unidades observacionales, se tomaron muestras de leche, para el análisis físico (acidez, reductasa, alcohol, grasa, proteína sólidos no grasos, sólidos totales, densidad y pH), microbiológico (aerobios mesófilos, células somáticas), y organolépticas (percepción de color, olor y sabor) respectivamente. Los análisis se ejecutaron en los laboratorios de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Toda la información se sistematizó y se procesó con el uso de la estadística descriptiva, análisis de frecuencias en SPSS.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### *Estudio de la salud de caprinos Saanen*

En el rebaño de la comunidad se encontró una proporción del 76% de hembras y 24% de machos, evidentemente existe una sobrepoblación de machos, que los mantienen con la finalidad de engorde; además 21% fueron cabritos, 48% tripones y 31% adultos; la mayoría de los animales fueron de talla alta (76%), semipesados (55%); además la condición corporal que mide el grado de gordura de un ovino, escala que se identifica entre 1 (flaco) y 5 (obeso), estuvo en un máximo de 3 (regular), aunque el 24% de los ovinos reportó condición deficiente (escala de 2). Es preciso indicar que, para promover una gestión adecuada del rebaño, se debe manejarla reproducción con un máximo de 5% de machos (Gómez, 2009), un tamaño entre 75 y 85 cm de alzada en promedio (Mueller, 1993); y la condición corporal óptima de 3.5 (Barrón, 2006); parámetros que no se están cumpliendo en este caso.

En la *tabla 1* se especifica el estado parasitario de los caprinos *Saanen* de «El Guzo», se puede indicar que existió una parasitosis con mayor prevalencia de nematodos ( $2059.3 \pm 1355.6$  HPG), seguido de protozoarios ( $484.7 \pm 222.3$  OPG), mientras que una menor colonización de *Strongyloidea* (41.2 HPG) y *Eimeria* (8.1 OPG); es decir que la parasitosis por nematodos alcanzó un 80% del total de ovinos. La presencia de nematodos sobretodo *Haemonchus* y *Ostertagia*, producen grandes pérdidas económicas en los sistemas de producción ovinos y caprinos (Junquera, 2007); por su parte Castillo (2003), evaluó la carga parasitaria de caprinos en otoño e invierno encontrando cargas de 1234.7 HPG, resultados relativamente inferiores a los nuestros. En el caso de *Brucella sp.* no se encontró presencia de dicho parásito, el mismo que en el caso de los caprinos interfiere en la reproducción y según Nicoletti (2013) es común encontrar coágulos en la leche y nódulos en la glándula mamaria.

**Tabla 1.** Caracterización coproparasitaria de caprinos Saanen en El Guzo.

Parásitos	Estadística Descriptiva				
	Media	Desv. St.	Máximo	Mínimo	Error Est.
Nematodos, HPG	2 059.3	1 355.6	5 400	350	176.5
Strongyloidea, HPG	41.2	27.11	108.0	7	3.5
Protozoarios, OPG	484.7	222.3	1 050	250	37.04
Eimeria, OPG	8.1	3.4	17	4	0.54

**Fuente:** Escuela Politécnica de Chimborazo-Gobierno Autónomo Descentralizado del Municipio Penipe (2017).

La hemoglobina de la sangre de caprinos tuvo una concentración de  $0.829 \pm 0.290$  g/L; aunque esta especie cambia su valor en función a la etapa fisiológica, siendo óptimo de 0.8 a 0.11 g/L (Grilli *et al.*, 2007), nuestros valores están en el rango establecido. El hematocrito es un indicador de anemia reportó un valor de  $0.24 \pm 0.06$  L/L, pudiendo ubicarse en cabras criollas gestantes entre 0.24 y 0.27 L/L (Guzmán y Callacná, 2013), aunque el rango permitido está entre 0.22 a 1.28 L/L. La glucosa en sangre presentó rangos normales ( $56.12 \pm 9.31$  mg/dL), muy importante para la glucogénesis y la síntesis láctea. La concentración de calcio tuvo rangos permisibles que según Huda *et al.* (2000), quienes recomiendan entre 8 y 11.5 mg/dl; en nuestro caso se obtuvo un promedio de  $8.26 \pm 0.71$  mg/dL. El fósforo mineral indispensable para el desarrollo corporal (esqueleto) presentó un valor de  $8.58 \pm 1.86$ ; ubicado dentro de los límites permitidos que son de 3 a 8 g/dL (Huda *et al.*, 2000). Finalmente, el hierro serológico de las cabras *Saanen* reportó una concentración de  $118.77 \pm 16.66$  µg/dL; indicador de buena salud y alimentación ya que su rango está entre 115.45 y 118.77 µg/dL (Ajuwape y Roberts, 2005). Las cabritas, triponas y adultas tuvieron mayor incidencia parasitaria por nematodos, y luego protozoarios.

**Tabla 2.** Caracterización Hematológica de caprinos Saanen en El Guzo.

Parámetros Hematológicos	Estadística Descriptiva				
	Media	Desv. St.	Máximo	Mínimo	Coef. Var.
Hemoglobina, g/L	0.829	0.290	1.880	0.270	34.9%
Hematocrito, L/L	0.24	0.06	0.31	0.09	25%
Glucosa, mg/dl	56.12	9.31	78.57	42.86	16.6%
Calcio, mg/dl	8.26	0.71	9.31	6.58	8.6%
Fósforo, mg/dl	8.58	1.86	11.93	4.76	21.7%
Hierro, µg/dl	118.77	16.66	146.95	67.06	14%

Fuente: ANIMALAB (2017).

Para contar con un rebaño saludable que garantice la sostenibilidad del mismo, se recomienda la aplicación del calendario sanitario que se describe en la *tabla 3*.

**Tabla 3.** Calendario sanitario para manejo de cabras Saanen introducidas en los agroecosistemas de «El Guzo».

Actividades	Meses												Observaciones
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
<b>Manejo</b>													
<i>Despalme y limpieza corporal</i>													Práctica despalme y limpieza corporal
<i>Determinación de la edad</i>													Registros de los animales
<i>Valorización de la condición corporal</i>													Por palpación del estado de carnes
<i>Determinación de la talla</i>													Se determina con una cinta la altura a la cruz
<i>Selección de reproductores</i>													Se lo realizará para remplazo de los actuales semovientes
<b>Sanidad</b>													
<i>Análisis coproparasitario</i>													Toma de muestras fecales
<i>Desparasitación y vitaminización</i>													Con el uso de Albendazol al 25% (1 ml/50 kg) y complejo B
<i>Control de endoparásitos</i>													Utilización de coccidiostatos y asepsia de comederos y bebederos
<i>Parásitos protozoarios</i>													Corrales e intervalo de potreros
<b>Alimentación</b>													
<i>Sales minerales</i>													De acuerdo a la etapa fisiológica

Fuente: Escuela Politécnica de Chimborazo-Gobierno Autónomo Descentralizado del Municipio Penipe (2017).

La eficiencia en la aplicación del calendario sanitario fue buena en todos los parásitos encontrados superó el 80.3%, llegando hasta el 94.4% en el caso de *Strongyloidea*; mientras en que las triponas se logró mayor eficiencia sobre nematodos y *Strongyloidea* (97.08%), aunque las cabritas lograron tasas de 96.37% en los parásitos mencionados; esto nos permite afirmar que el Albendazol 25% y la aplicación de vitaminas con complejo B, resultados efectivas en el tratamiento de la parasitosis caprina. Lo anterior se puede apreciar en la *tabla 4*.

**Tabla 4.** Evaluación de la eficiencia del calendario sanitario en cabras Saanen del «El Guzo».

Parásitos	Análisis Inicial		Análisis Final		Eficiencia (%)
	Promed.	Desv. Est.	Promed.	Desv. Est.	
Nemátodos, HPG	2 059.3	1 355.6	116.6	191.3	94.3%
Strongyloidea, HPG	41.2	27.11	2.3	3.8	94.4%
Protozoarios, OPG	484.7	222.3	95.5	49.5	80.3%
Eimeria, OPG	8.1	3.4	0.6	1.1	92.6%

**Fuente:** Escuela Politécnica de Chimborazo-Gobierno Autónomo Descentralizado del Municipio Penipe (2017).

### Estudio de la calidad de la leche de cabras Saanen

La *tabla 5* describe los parámetros bromatológicos de la leche de cabras lactantes Saanen. La acidez verdadera (en base a la presencia de ácido láctico), se distribuyó entre 1.56 y 1.70% con un promedio de  $1.61 \pm 0.158\%$ , valores un tanto altos puesto que, según *Herrera et al.* (2008), este indicador debe encontrarse entre 1,15 y 1.16% en leche fresca tolerándose hasta un 1.18%; además *Chacón* (2000) menciona que hasta 19 grados Dornic es tolerable para el procesamiento posterior de la leche fresca. El pH reportó valores entre 6.55 y 6.67 con un promedio de  $6.62 \pm 0.143$ ; característica que se encuentra dentro de los límites permitidos mencionados por *Celis* (2013), quien menciona que la leche debe acercarse a un pH neutro, además la norma del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) 389 permite el pH hasta 6.80. La densidad fue de  $1.03 \pm 0.002 \text{ g/cm}^3$ , considerada como normal en la leche de cabra según *Burge et al.* (2007) que expresa debe encontrarse entre 1.028 y  $1.034 \text{ g/cm}^3$ , así como la norma INEN 11 hasta 1.040.

**Tabla 5.** Caracterización físico-química de la leche de cabras Saanen introducidas en «El Guzo».

Parámetros	Unidad	Playa	Central	Alto	Promedio	Desv. Est.
Acidez (como ácido láctico)	%	1.56	1.70	1.56	1.61	0.158
pH	-	6.63	6.55	6.67	6.62	0.143
Densidad	$\text{g/cm}^3$	1.03	1.03	1.03	1.03	0.002
Proteína	%	3.44	3.32	3.21	3.32	0.238
Grasa	%	2.82	3	2.98	2.93	0.337
Sólidos no grasos	%	8.52	9.8	9.64	9.18	1.324
Sólidos totales	%	12.60	13.42	13.05	13.02	0.954

**Fuente:** Elaborado por el autor (2016).

La proteína en la leche de cabra es un parámetro de interés para el consumo humano, debido a que se considera más digestible, no tiene intolerancia como en el caso de la leche vacuna, y es rica en vitaminas A, D, B1, B2 y B12 así como en contenido de calcio (*Farías et al.*, 1999); el valor promedio fue de  $3.32 \pm 0.238\%$ , semejantes a los reportados por *Bedoya et al.* (2013) y *Park et al.* (2006), quienes en la leche de cabra encontraron porcentajes proteicos de 3.4 y 3.42% respectivamente. Los reportes para el contenido de grasa láctea fueron de  $2.93 \pm 0.337\%$  en promedio, es preciso indicar que la leche de cabra tiene hasta el 4% de grasa en referencia a la leche de vaca (*Haenlein*, 2006), sin embargo, es también reflejo del medio ambiente y su tipo de alimentación (*Castillo et al.*, 2008).

Los sólidos no grasos en los sectores estudiados obtuvieron valores entre 8.52 y 9.64% con un promedio general de  $9.18 \pm 1.32\%$ , guardando relación con los trabajos de Zheng *et al.* (2005), que alcanzó con la utilización de dietas y la inclusión de aceite de algodón un porcentaje de 9.2%, además la Food and Agriculture Organization (FAO) desde el 2001 menciona que son los sólidos totales a excepción de la grasa las proteínas, azúcares, vitaminas, enzimas y materia mineral, conjuntamente estos elementos representan entre el 8.5 a 9.8% en la leche. Los sólidos totales alcanzaron contenidos de 12.60 a 13.42% y un promedio general de  $13.02 \pm 0.95\%$ , reportes un tanto superiores a los mencionados por Ciro (2003) atribuyendo a la leche de cabra una constitución de 85 a 90% de agua y el restante 10 a 15% conocido como sólidos totales conformados por lactosa, grasa, proteína, minerales.

El análisis microbiológico de la leche indicó aerobios mesófilos entre 120 y 9 000 UFC/ml; un promedio de  $2\,965 \pm 3\,172.5$  UFC/ml de muestra; indicador dentro de las normas del Instituto Ecuatoriano de Normalización (2012), que establece un máximo de 1 500 000 UFC/ml. La reductasa actividad enzimática generada por los microorganismos presente en la leche y que es valorada en un rango de 2 a 4 horas para clasificarla como de mala o excelente calidad (Wehr & Frank, 2004), presentó un rango entre 1:00 y 8:00 horas con un promedio de 2 horas con 53 minutos, depende de la estación de año, así como de las condiciones climáticas que promueven o no el desarrollo de los microorganismos en la leche (Frau *et al.*, 2012).

El conteo de células somáticas estuvo en un rango entre 6.7 y 7  $\text{CCS}/\text{cm}^3 \times 10^5$ , y un promedio general de  $6.9 \pm 0.1$   $\text{CCS}/\text{cm}^3 \times 10^5$  sin embargo el INEN normaliza este indicador en 700 000  $\text{CCS}/\text{cm}^3$  lo que indicaría que las hembras pueden estar en un problema de mastitis que se debe controlar, puesto que esta patología tiene incidencia directa en la producción láctea y la salud humana; las células somáticas están constituidas por una asociación de leucocitos y células epiteliales, los leucocitos se introducen en la leche en respuesta a la inflamación que puede aparecer debido a una enfermedad o, a veces, a una lesión, en cambio las células epiteliales se desprenden del revestimiento del tejido de la ubre (Brown, 2004).

**Tabla 6.** Caracterización microbiológica de la leche de cabras Saanen introducidas en la comunidad de «El Guzo».

Parámetros	Unidad	Estadística descriptiva			
		Media	Desv. St.	Máximo	Mínimo
Aerobios mesófilos,	UFC/ml	2 965	3 172.5	9 000	120
Reductasa (NTE INEN 018),	horas	2:53	1:57	8:00	1:00
Células somáticas	$\text{CCS}/\text{cm}^3 \times 10^5$	6.9	0.1	7	6.7

**Fuente:** Escuela Politécnica de Chimborazo-Gobierno Autónomo Descentralizado del Municipio Penipe (2017).

#### **Estrategias para promover la seguridad alimentaria en el consumo de la leche de cabras Saanen**

- Implementación continua de un calendario sanitario profiláctico, para prevenir la parasitosis caprina (vacunación y vitaminización).
- Siembra de alfalfa (*Medicago sativa*) o trébol blanco (*Trifolium repens*) comobancos de proteína, para mediante corte entregar a los animales.
- A más del pasto podría entregarse al animal: ramas de morera, amapola, guías y hojas de camote y plantas arbustivas.

- Otorgar sales minerales (90 gramos por cabra cada 2 días)
- En el ordeño manual deben considerarse buenas prácticas como el lavado de manos con jabón biodegradable al igual que la ubre de las cabras (diluirlas ocho gotas de cloro en un galón de agua), utilización de envases limpios, y sellado de pezones con yodo control luego de cada ordeño. Los ordeños serán dos veces al día con intervalos de 12 horas en un lugar limpio y tranquilo.
- La leche no debe contar con presencia de grumos, ya que es sospecha de mastitis (inflamación de la ubre); si se presentara esta dolencia hay que separar a los animales y tratarlos.
- La leche ordeñada debe conservarse en un ambiente fresco y en envases herméticos para evitar su deterioro.
- Los caprinos se deben mantener en la noche dentro de un corral (1 m<sup>2</sup> por hembra adulta y 1.5 m<sup>2</sup> en hembras preñadas).
- Separar a los animales enfermos mientras dura su tratamiento; y eliminar los animales improproductivos.

## CONCLUSIONES

Las cabras lecheras *Saanen* de la comunidad «El Guzo», tienen un potencial de producción importante y sus productos zootécnicos sirven para el autoconsumo familiar; sin embargo, no se desarrolla un plan de profilaxis para minimizar la parasitación por nematodos y protozoarios. Hematológicamente los indicadores son aceptables, que sostienen la posibilidad de una buena alimentación animal. Los parámetros de calidad de la leche están dentro de los estándares nacionales e internacionales, aunque en el conteo de células somáticas se puede sospechar la presencia de mastitis debido al mal manejo del ordeño. Existe la necesidad de implementar las estrategias de seguridad alimentaria tanto en la crianza de los animales como durante y luego del ordeño de las hembras con buenas prácticas de manejo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ajuwape, A. Roberts, A. (2005). Bacteriological and haematological studies of clinical mastitis in goats in Ibadan, Nigeria. *Small Ruminant Research*, 60(3), 307-310. <https://cutt.ly/cyUEoWe>
- ANIMALAB. (2017). *Centro de diagnóstico clínico y veterinario*. Machachi, Ecuador.
- Barrón, A. (2006). Condición corporal de los caprinos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias del Centro de Investigación Regional del Noreste, Ecuador.
- Bedoya, O., Noguera, R. y Posada, S. (2013). *Composición de la leche de cabra y factores nutricionales que afectan el contenido de sus componentes* [Archivo PDF]. <https://cutt.ly/lyUEzpY>
- Brown, R. (2004). *Microbiological Procedures for the Diagnosis of Bovine Mastitis*. National Mastitis Council.
- Burge, J., Kirchner, M., Bramanti, B., Haak, W., y Thomas, Mg. (2007). Absence of the lactase-persistence-associated allele in early Neolithic Europeans. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(10), 3736-3741. <https://doi.org/10.1073/pnas.0607187104>



- Castillo, M. (2003). *Estudio epidemiológico del parasitismo gastrointestinal en caprinos lecheros en comuna de Purranque, décima región de Los Lagos, Chile: periodo otoño-invierno* [Tesis de Diploma, Universidad Austral de Chile]. <https://cutt.ly/JyUFLNw>
- Castillo, V., Such, X., Caja, G., Salama, A. A. K., Albanell, E. & Casals, R. (2008). Changes in alveolar and cisternal compartments induced by milking interval in the udder of dairy ewes. *Journal of Dairy Science*, 91(9), 3403-3411. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1097>
- Celis, M. (2013). Laboratorio de microbiología. Universidad Técnica de Nicaragua.
- Chacón, A. (2000). *Estudio de la maduración, la inyección de cloruro de calcio, la cocción y el congelamiento como fundamentos de un proceso para el mejoramiento de la suavidad del solomo* [Tesis de Diploma, Universidad de Costa Rica]. <https://cutt.ly/uyUE4Ed>
- Ciro, A. (2003). *Manual de manejo y análisis alimentario postcosecha de granos a nivel rural*. Oficina Regional de la FAO América Latina y el Caribe.
- Escuela Politécnica de Chimborazo - Gobierno Autónomo Descentralizado del Municipio Penipe. (2017). Proyecto implementación de un programa de desarrollo sustentable para los agroecosistemas de la población vulnerable de «El Guzo», cantón Penipe, Ecuador. <https://cutt.ly/MyUIWWM>
- Farías, J., García, A., Allara, M., García, A. y Olivares, Y. y Ríos, G. (1999). Algunas características físico-químicas y microbiológicas de la leche de cabra producida en Quisiro. *Revista de la Facultad de Agronomía Luz*, 16(1), 99-106. <https://cutt.ly/LyURUSR>
- Food and Agriculture Organization. (2001). Equipo Regional de Fomento y Capacitación en lechería para América Latina. Manual de Métodos de Análisis Químicos.
- Frau, F., Font, G., Paz, R. y Pece, N. (2012). Composición físico-química y calidad microbiológica de leche de cabra en rebaño bajo sistema extensivo en Santiago del Estero (Argentina). *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*, 111(1), 1-7. <https://cutt.ly/hyURFYE>
- Gómez, A. (2009). *La caprinocultura como elemento articulador del desarrollo rural en el altiplano potosino* [Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma de San Luis Potosí] <https://cutt.ly/ByURKAc>
- Grilli, D., Paez, S., Candela, M., Egea, V., Sbriglio, L. y Allegretti, L. (2007). *Valores Hematológicos en diferentes estados fisiológicos de cabras biotipo criollo Del Ne De Mendoza, Argentina* (Ponencia). En V Congreso de la Asociación Latinoamericana de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos. Chile.
- Guzmán, L. y Callacná, M.A. (2013). Valores hematológicos de cabras criollas en dos estados fisiológicos reproductivos. *Scientia Agropecuaria*, 4(4), 285-292. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2013.04.02>
- Haenlein, G. (2004). Nutritional value of dairy products of ewes and goats milk. *Small Ruminant Research*, 51(2), 155-163. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2003.08.010>
- Herrera, C., Bolaños, N. y Luiz, G. (2008). *Química de Alimentos. Manual de Laboratorio* (2<sup>da</sup> ed.). Editorial de la Universidad de Costa Rica.

- Huda, I., Johnson, E., Al-busaidi, R. M. (2000). Plasma copper status in Omani kids. 1. Effect of dams` on kids` plasma copper level at birth. *International Conference on goat. Volumen 1*. <https://cutt.ly/ayUUqaQ>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2012). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 9:2015. Leche cruda y productos lácteos (Sexta revisión). <https://cutt.ly/cylj30N>
- Junquera, P. (2007). *Gusanos redondos = nemátodos, parásitos internos del ganado bovino, ovino, caprinos, porcino y aviar, de caballos, perros y gatos*. <https://cutt.ly/Xylj8m1>
- Mueller, J. (16 al 21 de agosto de 1993). *Los recursos genéticos caprinos locales y exóticos y su potencial* [Ponencia]. Taller sobre Metodología de la Investigación, Tarija, Bolivia. <https://cutt.ly/MyUUT4M>
- Nicoletti, P. (2013). Overview of Brucellosis in Large Animals. En *Merck Veterinary Manual*. <http://www.merckvetmanual.com/mvm/index.jsp?file=htm/bc/110500.htm>
- Park, Y., Juarez, M., Ramos, M. y Haenlein, G.F.W. (2007). Physico-Chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*, 68(1-2), 88-113. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.09.013>
- Wehr, H. & Frank, J.F. (2004). *Standard Methods for the Examination of Dairy Products*. American Public Health Association. <https://doi.org/10.2105/9780875530024>
- Zheng, H., Liu, J.X., Yao, J.H., Yuan, Q., Ye, H.W., Ye, J.A. & Wu, Y.M. (2005). Effects of dietary sources of vegetable oils on performance of high-yielding lactating cows and conjugated linoleic acids in milk. *Journal of Dairy Science*, 88(6), 2037-2042. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72880-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72880-0)

MANEJO SUSTENTABLE DE TIERRAS Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

**La chacra como paradigma territorial:  
dinámicas de producción agroecológica.**

**The farm as a territorial paradigm:  
dynamics of agroecological production.**

**Mayra Espinosa Chico<sup>1</sup>, Dalton Pardo Enríquez  
y Leo Rodríguez Badillo**

<sup>1</sup>Universidad Estatal Amazónica, Ecuador  
[mespinosa@uea.edu.ec](mailto:mepinosa@uea.edu.ec)

Recibido: 12/12/2017

Aceptado: 20/04/2018

Publicado: 28/06/2019

**RESUMEN**

La chacra se presenta como un espacio geográfico en el cual se materializa la postura ideológica y estratégica relacionada a la producción. El objetivo fue analizar las dinámicas de esta como consecuencia de la apropiación o confrontación de los procesos de intervención, teniendo como principal estructurador la organización familiar. Se realizó un análisis comparativo de dos casos puntuales: la chacra de *Pindo Yaku* y la chacra de *Mushukkausay* que representan las posturas de cambio y resistencia al cambio. Se realizaron encuestas semiestructuradas, recorridos guiados y el mapeo participativo de los cambios. En este sentido, los productores se apropian o entran en conflicto con los procesos de intervención, y configuran su espacio productivo en relación a sus lógicas, muchas de ellas relacionadas al ciclo familiar y los recursos tierra-financiamiento. La chacra amazónica es un escenario en el cual se perciben procesos de cambio y a la vez de resistencia al mismo. Por un lado, las parcelas se modifican dividiéndose en sub-parcelas, cada una de las cuales se especializa dando lugar a cierta diversidad a nivel de unidad productiva. Por otro lado, se conserva como un recurso heredado en su forma y contenido. La familia se transforma en una organización jurídica que se adapta al modelo normativo para acceder a los beneficios del Estado, pero se mantienen los principios y la forma familiar de tomar decisiones, propia de la cultura *Kichwa*.

**PALABRAS CLAVE:** dinámicas territoriales, intervención, organización familiar, territorio.

**ABSTRACT**

The farm is presented as a geographical space in which the ideological and strategic position related to production materializes. The objective was to analyze its dynamics as a consequence of the appropriation or confrontation of the intervention processes, having family organization as the main structuring agent. A comparative analysis of two specific cases was carried out: the Pindo Yaku chakra and the Mushukkausay chakra that represent the positions of change and resistance to change. Semi-structured surveys, guided tours, and participatory mapping of changes were conducted. In this sense, the producers appropriate or conflict with the intervention processes, and configure their productive space in relation to their logics, many of them related to the family cycle and land-financing resources. The Amazon farm is a stage in which processes of change and resistance to it are perceived. On the one hand, the plots are modified by dividing into sub-plots, each of which specializes, giving rise to a certain diversity at the productive unit level. On the other hand, it is preserved as an inherited resource in its form and content. The family is transformed into a legal organization that adapts to the normative model to access the benefits of the State, but the principles and the family way of making decisions, typical of the Kichwa culture, are maintained.

**KEYWORDS:** family organization, intervention, territorial dynamics, territory.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los espacios rurales son el escenario de la lucha constante por la territorialización material de las grandes posturas ideológicas sobre la forma de producción, la *agroindustrial* denominada *agricultura convencional*, que busca homogenizar el campo con un fin productivista, fuertemente ligado a las políticas públicas; y la *agroecológica*, que promueve la diversificación local conjugada con las dimensiones sociales, geográficas, económicas y culturales (Rosset y Martínez, 2016).

De estas posiciones ideológicas contradictorias presentes en el mismo espacio-tiempo se apropian los actores locales, quienes configuran sus sistemas productivos desde sus propias percepciones y estrategias (Santos da Rocha, 2013). La incidencia de las dos posturas contrarias dan lugar a una *interface*, producto de la apropiación o confrontación por parte de los actores locales de estas ideologías (Long, 2001), que en la práctica configuran el espacio material comprendido por los recursos *agua, suelo, biodiversidad*.

Esta interfaz, entonces, se representa en el paisaje como un mosaico de unidades productivas diversas, íntimamente relacionadas con el modo de vida de las familias locales y la organización social de los espacios comunitarios (Rosset y Martínez, 2016); o también como un espacio dominado por la estructura homogénea del monocultivo, donde las relaciones contractuales desplazan a las organizaciones familiares y comunitarias, con el único fin de obtener un mayor crecimiento económico (Mendes Oliveira, 2014).

El territorio es un espacio de poder, una construcción social, donde los agentes comparten objetivos y desarrollan proyectos (Schejtman y Berdegué, 2004). Sin embargo, no es completamente autónomo, se relaciona con el «mundo externo» y es afectado por las fuerzas globalizantes, como el consumo, y responden a fuerzas de poder internas, dando lugar a resultados asimétricos (Schneider y Peyré, 2006).

Bebbington (2001) establece que la organización social de base es importante para entender procesos y padrones geográficos de intensificación, desintensificación y degradación. La chacra, desde el principio del territorio, se la podría considerar como la base de la planificación y la resolución de los problemas concernientes a la misma, y cuya principal agencia estructuradora es la familia. A pesar de ello, no está aislada y es incidida por agentes o procesos externos y, por tanto, aunque la chacra responda a las estrategias familiares, estas pueden reconfigurarse a fin de lograr la optimización en términos perceptivos de la unidad familiar y de cada uno de sus miembros.

La relación con los procesos de intervención no solo incide en la configuración de la chacra, sino también en la organización de los productores. El presente artículo resume los resultados de un estudio realizado en 2015 cuyo objetivo fue analizar las dinámicas de las chacras en la interfaz entre la apropiación o confrontación de procesos de intervención que resultan de las lógicas locales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Localización*

La investigación se realizó en la provincia Pastaza, cantón «Pastaza», en la comuna *kichwa* «San Jacinto del Pindo», cuyo territorio se divide en dos parroquias: «Madre Tierra» y «Tarqui». Se trabajó con dos organizaciones familiares: *MushukKawsay* y *Pindo Yaku*, cuyas unidades productivas representan dos posiciones, con respecto al cambio: *A favor y resistencia*.

Se realizaron entrevistas semiestructuradas y mapas de la distribución de la chacra, donde se analizaron las estrategias familiares de vida que inciden en la configuración de la chacra, a través de aspectos que las familias establecieron como definitorias, tales como el acceso a la tierra, acceso a

empleo, actividades productivas, organización y acceso al financiamiento, marcado por la intervención externa como un hito que incidió sobre la agencia de los actores locales a través de proyectos y acuerdos.

Las entrevistas se llevaron a cabo en las dos unidades productivas con la presencia de la mayor parte de los miembros de la familia, a fin de que aquellos pudiesen contribuir con sus experiencias y conocimientos durante el proceso de diálogo. Cada intervención fue respetada y escuchada por el jefe de familia. Se indagó sobre las dinámicas de las unidades productivas frente a los procesos de intervención planificada (Elizalde, 2003). Las dinámicas de organización familiar y social, los niveles de confianza y reciprocidad estuvieron relacionados conceptualmente con la consecución de bienes materiales e inmateriales de beneficio mutuo (Durston, 2002).

La entrevista fue complementada con recorridos de observación por las unidades productivas junto a dos o tres miembros de la familia productora para levantar aspectos relacionados con la organización física de la chacra, las prácticas implementadas y aquellas no implementadas, aunque solicitadas por los organismos de intervención externa, sus logros productivos y sus fracasos conforme a lo señalado por Bebbington (2001). Se buscó observar también la percepción sobre los espacios por parte de los productores y su relación con el aprovechamiento de acuerdo a lo planteado por Benedetto (2006).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### *Estrategias familiares y configuración de la chacra*

*Mushuk Kawsay* es una asociación familiar distante 15 km del centro poblado de la parroquia «Madre Tierra», abarca 25 ha de terreno, de las cuales 10 ha son consideradas productivas y el resto corresponde a un terreno pantanoso. Su estrategia es el direccionamiento de la fuerza de trabajo familiar en la producción de la chacra diversificada, conservando el modo de producción tradicional, familia mono activa, que no requiere de la compra de insumos. En el año 2012 reciben la propuesta del Estado de participar en un proyecto de producción piscícola, el cual se implementó en la unidad productiva con subvención total. De esta intervención se conservaron algunos estanques en los que se practica la piscicultura con insumos provistos por la chacra y en menor medida con balanceado, adquiridos cuando existe la posibilidad de hacerlo.

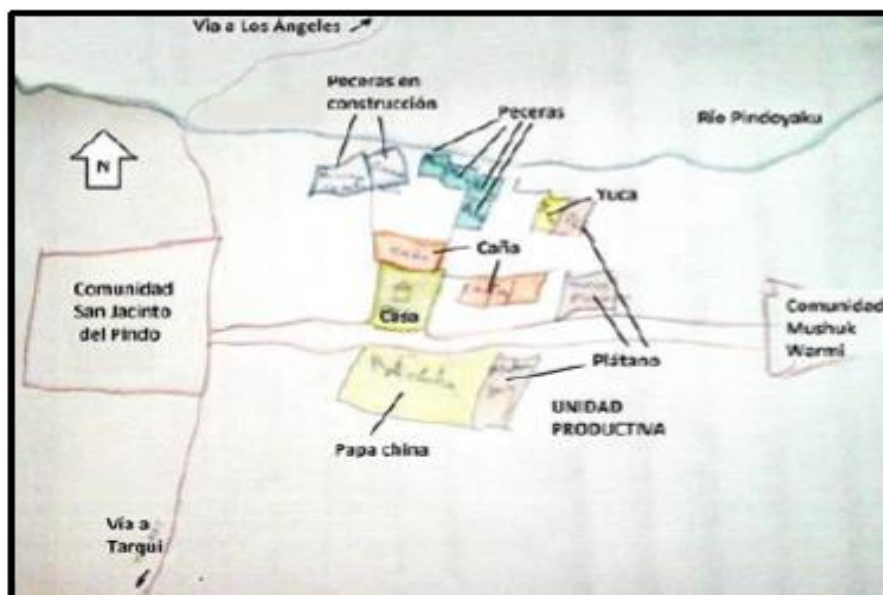
No se han conservado los objetivos ni procedimientos técnicos, pues para la familia el riesgo de la piscicultura se torna elevado, debido a pérdidas frecuentes por la falta de experiencia en la producción o a condiciones climáticas como las fuertes precipitaciones en la zona. La familia organiza y cultiva la chacra en base a sus requerimientos, las aptitudes del suelo y a la facilidad para el manejo y seguimiento de los cultivos; así por ejemplo, consideran que las zonas arenosas presentan mejores condiciones para la yuca y las áreas donde el agua no filtra y están cerca de la casa son buenas para la piscicultura. La palma de chonta, por su parte, es considerada un cultivo heredado que debe mantenerse, los demás cultivos se organizan en función de ciertas necesidades; algunos árboles frutales son situados en los caminos internos y proveen a la familia de alimento y agua.

De esta manera, la chacra suministra los alimentos más importantes para la subsistencia de la familia: Yuca, plátano, papa china, orito, barraganete, llurimagua, chontaduro, naranjilla jíbara y algunos árboles frutales como guaba, guayaba y papaya. Además de los cultivos de la chacra orientados a la alimentación, en la unidad productiva se cultivan especies como la caña de azúcar que se comercializa a intermediarios; y se sitúa en un área que facilita su movilización luego de la cosecha. La madera es un producto destinado a la venta y al mejoramiento de la vivienda, proviene del corte de árboles que crecen en el realce (sucesión vegetal) que surge en las chacras en descanso. Una vez que se ha terminado el ciclo productivo de una chacra, esta se deja «descansar» durante al menos 5 años, luego

de lo cual se procede con la práctica de la socola en la que se corta la madera. Los recursos se destinan a la educación y a la compra de alimentos que no producen.

La asociación familiar *Pindo Yaku*, ubicada a aproximadamente 10 km del centro poblado de la parroquia «Tarqui» es pluriactiva y posee 10 hectáreas de terreno. En esta unidad productiva los hijos que no consiguen empleo fuera del hogar trabajan dentro de la unidad productiva bajo las indicaciones del padre de familia, mientras que los que laboran fuera de casa aportan económicamente para ciertas necesidades, pero fundamentalmente a su propia educación.

**Figura 1.** Chacra reestructurada de la asociación familiar «Pindo».



**Fuente:** Asociación «Pindo Yacu». Adaptación propia.

La familia reorganizó su chacra siguiendo algunas sugerencias de los organismos del Estado. Su estrategia consiste en el cultivo de varios productos de la zona con el propósito expreso de acceder al mercado con una parte de la producción. La unidad productiva se dividió en sub-parcelas de aproximadamente una ha; cada una comprende un cultivo específico: plátano, papa china, yuca, caña de azúcar y el área de la piscicultura. La piscicultura se insertó como parte de un proyecto de intervención del Estado y ha logrado mantenerse e incrementarse en la chacra actual.

Hay que anotar que esta estrategia de cultivos requiere de insumos externos, por lo que la familia invierte en la compra de abonos (gallinaza) para incorporar al suelo y balanceados para la piscicultura. La unidad productiva sigue siendo diversificada y se cultiva para cubrir los requerimientos alimentarios de la familia y para comercializar los excedentes directamente o a través de las actividades turísticas. Esta organización familiar se proyecta ampliar las actividades hacia el servicio turístico para lo cual requiere de recursos financieros que se pretende lograr por la vía de la intensificación agrícola.

Es evidente que el territorio indígena es el escenario en el cual las intencionalidades duales: la transformación productiva convencional y la conservación de la agricultura tradicional se enfrentan en una batalla por la territorialización en términos de espacio físico (tierra) e inmaterial (ideales) (Rosset y Martínez, 2016) y (Nicholls y Altieri, 2011). Así, por un lado, están las familias que se interesan por los cambios productivos, principalmente aquellas en las que se observa un mayor equilibrio etario entre adultos y jóvenes en relación con los niños y adolescentes, debido a su capacidad de generar nuevos ingresos a través del mercado laboral.



La configuración de la chacra y la inserción de otras actividades productivas genera en el entorno familiar expectativa y preocupación por los resultados de esas novedades. Los cambios en la organización del espacio, requeridos para solventar el ciclo de reproducción familiar, no están exentos de un diálogo profundo en el que intervienen otros actores «subjetivos» que toman parte de este proceso de decisión (Vargas, 2011). De ahí que sus estrategias de vida son holísticas en su concepción y da lugar a una configuración territorial propia (Schneider y Niederle, 2010)

Por otro lado, las familias que se resisten al cambio consideran que la organización tradicional de la chacra les asegura la reproducción familiar sin mayores riesgos sobre un sistema sensible que incluye aspectos objetivos y subjetivos. En base a estos casos, se puede determinar que en los espacios rurales amazónicos dominados por las cosmovisiones nativas, la imbricación con lo ‘moderno’ no ha logrado la transformación de las conductas y comportamientos que configuran el espacio productivo actual. Por el contrario la intervención, en cierta medida bien intencionada, no ha conseguido en muchos casos los resultados esperados y termina siendo un encuentro áspero y poco efectivo en el mejoramiento de la calidad de vida, desde la visión occidental.

En gran medida, la agricultura convencional es casi «prohibitiva» en las comunidades amazónicas, como lo relatan varios autores, debido a que conecta fuertemente con los mercados de insumos, tales como los de semillas, fertilizantes, pesticidas, maquinaria y materiales especializados (Rosset y Drago, 2016); además, desconecta a las familias de los recursos del bosque que cubren hasta el 50% de las necesidades básicas de las familias (Arias *et al.*, 2015). Por tanto, no representa una alternativa productiva dentro de las estrategias campesinas locales poco conectadas al capital financiero (García y Villafuerte, 2015).

En cuanto a la innovación organizativa, las asociaciones familiares jurídicas surgen como respuesta a la intervención del Estado frente a la promesa de financiamiento que busca la modernización del espacio rural. Esta visión es aprovechada estratégicamente por las familias de las comunidades indígenas, lo que les lleva a transformar a la familia, el nivel de mayor confianza y reciprocidad, en una asociación jurídica, aunque en la práctica su organización tradicional y forma de tomar decisiones se conserva. Las entidades como el Banco de Fomento ofrecieron a las comunidades brindarles financiamiento a asociaciones que cuenten con personería jurídica como es el caso de *Pindo Yacu*, que le apuesta a esta alternativa para lograr un préstamo que les permita diversificar sus actividades productivas para integrar a la mayor parte de los miembros del hogar.

Al mismo tiempo, los rasgos de reciprocidad y confianza fuertemente interiorizados en las relaciones de parentesco de una familia *Kichwa* fueron aprovechados por los actores gubernamentales de desarrollo local y trasladado a la lógica de la organización Estatal. En este sentido, se trata de configurar las acciones sociales en el ámbito local desde lo normativo, para promover un proyecto de intervención que supere las diferencias de posición con respecto a los modelos de desarrollo desde la comunidad y desde el Estado (Waterloo, 2006). En los dos casos las familias moldean ciertas políticas en la práctica (Long, 2001) (Toledo, 2002), que al final resultan ser mejores en términos de sustentabilidad productiva y organizativa, pues se ajusta mejor a sus ciclos de reproducción familiar, sus espacios geográficos y su organización social.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arias, R., González, R., Herrera, A., y Pérez, M. (2015). Aprovechamiento de la agrobiodiversidad amazónica ecuatoriana y formación de capital humano. *Revista Geográfica Venezolana*, 56(2), 205–220. <https://www.redalyc.org/pdf/3477/347743079004.pdf>

- Bebbington, A. (2001). El Capital social y la intensificación de las estrategias de vida: Organizaciones locales e islas de sostenibilidad en los Andes Rurales. In A. Bebbington y V.H. Torres (Eds.), *Capital Social en los Andes*. Ediciones Abya-Yala.
- Benedetto, A. (2006). *Identidad y territorio: aportes para la re-valorización de procesos de diferenciación productiva en áreas de co-existencia geográfica [Archivo PDF]*. <https://cutt.ly/lylIAj8>
- Durston, J. (2002). *El capital social campesino en la gestión del desarrollo rural: diadas, equipos, puentes y escaleras*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. <https://cutt.ly/cyIkCmm>
- Elizalde, A. (2003). Planificación Estratégica Territorial y Políticas Públicas para el Desarrollo Local. *Serie Gestión Pública*. Organización de las Naciones Unidas. <https://cutt.ly/ayIkLVR>
- García, G. y Villafuerte, M. (2015). Las restricciones al financiamiento de las PYMES del Ecuador y su incidencia en la política de inversiones. *Actualidad Contable Faces*, 18(30), 49–73. <https://www.redalyc.org/pdf/257/25739666004.pdf>
- Long, N. (2001). *Development Sociology: Actor Perspectives*. Editorial Taylor y Francis Group.
- Mendes Oliveira, G. (2014). Uso do território para inovação (the use of the territory for innovation). *Mercator*, 13(2), 53–60. <http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/1024>
- Nicholls, C.I. y Altieri, M.Á. (2011). Modelos ecológicos y resilientes de producción agrícola para el siglo XXI. *Agroecología*, 6, 28–37. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/160641>
- Rosset, P., y Drago, M. (2016). La agroecología como resistencia y transformación: la soberanía alimentaria y la Madre Tierra. *Boletín Neyelini*, No. 28. <https://cutt.ly/PyIlV0e>
- Rosset, P., y Martínez, M. (2016). Agroecología, territorio, recampesinización y movimientos sociales [Archivo PDF]. <https://cutt.ly/KyIj54E>
- Santos da Rocha, A. (2013). Território como representação. *Mercator*, 12(29), 139-153. [www.redalyc.org/articulo.oa?id=273629350011](http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=273629350011)
- Schejtman, A., y Berdegué, J. (2004). *Desarrollo Territorial Rural*. Debates y temas rurales, No. 1. Centro latinoamericano para el desarrollo. <https://cutt.ly/HyIkz93>
- Schneider, S., y Niederle, P.A. (2010). Resistance strategies and diversification of rural livelihoods: the construction of autonomy among Brazilian family farmers. *The Journal of Peasant Studies*, 37(2), 379–405. <https://doi.org/10.1080/03066151003595168>
- Schneider, S., y Peyré, I. (2006). Territorio y enfoque territorial: de las referencias cognitivas a los aportes aplicados al análisis de los procesos en M. Manzanal, G. Neiman & M. Lattuda (Eds), *Desarrollo Rural. Organizaciones, Instituciones y Territorio* (71–102). Editorial Ciccus.
- Toledo, V. (2002). Agroecología, sustentabilidad y reforma agraria: la superioridad de la pequeña producción familiar Artículo. *Agroecología E Desenvolvimento Rural Sustentable*, 3(2), 27–36. <https://cutt.ly/6yIlQjY>

Vargas, I.D. (2011). *Sistemas de conocimiento ecológico tradicional y sus mecanismos de transformación: el caso de una chagra amazónica* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/7655>

Waterloo, G. (2006). Reciprocidade, redes sociais e desenvolvimento rural. In O. por S. Schneider (Ed.), *A Diversidade da Agricultura Familiar* (104-133). Editora da UFRGS.

## TURISMO SUSTENTABLE

**Diagnóstico turístico local para promover el turismo auténtico y sostenible en Yagüajay.**

**Local tourist diagnosis to promote the sustainable and authentic tourism in Yagüajay.**

Mario Antonio Zulueta Acea<sup>1</sup>, Sinaí Boffill Vega  
y Osvaldo Romero Romero

<sup>1</sup>Universidad de Sancti Spíritus, Cuba  
[vega.sinai@gmail.com](mailto:vega.sinai@gmail.com)

Recibido: 08/07/2018

Aceptado: 18/12/2018

Publicado: 28/06/2019

### RESUMEN

El fomento del turismo local constituye una de las líneas estratégicas de desarrollo del municipio Yagüajay. En el territorio existen comunidades con valores paisajísticos y patrimoniales de gran significado; sin embargo, tiene abierto sólo algunos atractivos turísticos, a pesar de que existen potencialidades locales que no han sido suficientemente explotadas. De allí la idea de impulsar un turismo con alta participación comunitaria que aproveche las ventajas del municipio al estar entre los cayos «Coco» y «Santa María» y crear atractivos turísticos adicionales. Se pretende fomentarlo y desarrollarlo de forma tal que muestre la vida auténtica de la localidad a través de su patrimonio material e inmaterial. El presente trabajo persigue socializar los resultados del diagnóstico realizado con este fin a partir de la utilización de herramientas, técnicas y métodos de investigación para la recopilación de información, integrándose al procedimiento diseñado para tales efectos. Como resultado se identificaron acciones integrales a desarrollar por el gobierno en el territorio y sus actores, en aras de potenciar el turismo local al que se aspira, con un uso sustentable de recursos naturales como el agua, la energía, materias primas, la preservación de los paisajes naturales y el patrimonio cultural; además de la producción de alimentos en sistemas agrobiodiversos y en procesos agroindustriales del territorio, y la comida típica local; todo ello en un nuevo espacio de atracción turística, auténtica y sostenible.

**PALABRAS CLAVE:** comunidades, diagnóstico turístico local, patrimonio local, sostenible.

### ABSTRACT

Fomenting the local tourism constitutes one of the strategic lines of the development in Yagüajay. In this place there are communities with landscapes and patrimonial values of great importance, but there are only some touristic attractions, although there are potential places that have not been sufficiently operated. That is the reason for which appeared the idea to promote a tourism with great community participation to make good use of the advantages of the municipality, due to its location between Coco and Santa Maria's cays and to create touristic additional attractions. The intention is to promote and develop it to show the authentic life of the locality by means of its material and immaterial patrimony. This work has the purpose socialize the results of the diagnosis fulfilled with this objective, taking into account the tools, techniques and methods of investigations to collect the information incorporating to the designed procedures for such effects. As results were identified integral actions to develop by the government in the territory and their performers, in order to potentiate the local tourism that is the ambition, with a sustainable use of the natural resources as water, energy, raw materials, the protection of natural landscapes, and the cultural patrimony; besides the production of foods in agrobiodiverse systems and in agroindustrial processes of

territory the typical local food; all of this in a new place of touristic attraction, authentic and sustainable.

**KEYWORDS:** communities, local patrimony, local touristic diagnosis, sustainable.

## INTRODUCCIÓN

Cuba reconoce la necesidad de potenciar el desarrollo local como vía para contribuir al mejoramiento de las condiciones de vida de las comunidades rurales, definiéndose las políticas, estrategias e instrumentos que devienen en una concepción diferente de este, dentro del proceso de actualización del modelo económico cubano. Sin embargo, los resultados de las iniciativas de este tipo en el país demuestran que aún existen potencialidades que no han sido suficientemente explotadas (Bofill, Corrales y Sánchez, 2017).

El turismo rural se ha convertido en una actividad económica relevante para muchos contextos locales en diferentes regiones y países. Esto se debe, principalmente, a que constituye una fuente importante en la captación de divisas y un medio para propiciar inversiones y generar empleo. Los efectos positivos de esa actividad han sido posibles por el esfuerzo, no siempre coordinado, de los sectores público, privado y social. No obstante, existe un criterio generalizado de que la riqueza turística de muchos lugares no es aprovechada con efectividad en función del desarrollo local, lo cual hace imprescindible continuar promoviendo su desarrollo.

En América Latina, por ejemplo, durante la década de 1980 se comienza a desarrollar la visión del turismo como un mecanismo generador de fondos, a partir de los aportes de los visitantes interesados en experimentar la naturaleza y los ecosistemas únicos. Comienza a generalizarse el término ecoturismo y, a raíz de su popularidad, se ha visto envuelto de manera indiscriminada con una diversidad de productos y servicios turísticos, a menudo inapropiados (Zulueta, 2015).

Cualquiera que sea la modalidad turística que se implemente, la planificación de su desarrollo en lo local es una labor fundamental porque de ella depende la adecuada organización y ejecución de las acciones dirigidas al fomento y regulación de esa actividad en un territorio. El desarrollo del turismo sin planificación suele generar una degradación del entorno que culmina más en pérdidas que beneficios (Giné, 1997).

Es por ello que la planificación y fomento del turismo a nivel municipal deberá realizarse por todos los sectores de la comunidad, en especial los vinculados directamente con la prestación de servicios turísticos. Al gobierno municipal le corresponde la tarea de coordinar y promover dichas acciones, las cuales deben ir dirigidas hacia la realización de actividades turísticas apoyadas en su patrimonio material e inmaterial, celebración de fiestas populares y religiosas, práctica de deportes en espacios abiertos, ferias comunitarias, recorridos que combinen los atractivos naturales, históricos y culturales con la participación popular (Zulueta y Boffill, 2014).

La incorporación de la población local en las actividades reduce el empleo de mano de obra «importada», contribuyendo a soportar la actividad con la generación de riqueza, empleo, un mayor conocimiento y respeto por el medio ambiente y propicia un esfuerzo conservacionista. Esto produce una motivación y atractivo adicional para el visitante, que lo aprecia como vehículo de comunicación e interrelación con el ambiente donde se mueve y facilita su mayor comprensión.

Es objetivo de este trabajo develar las potencialidades del municipio «Yagüajay» para el fomento y desarrollo del turismo local, sobre la base de los resultados del diagnóstico y evaluación del potencial turístico realizado.

## DESARROLLO

El turismo es una actividad de servicio que tiene una relación muy cercana con otras ramas económicas como lo son, por ejemplo, la agricultura, la industria, el transporte, la cultura, el deporte y las comunicaciones. Esa favorable relación se explica, entre otros aspectos, porque el flujo de visitantes a un área turística implica un aumento en las necesidades de suministros para la alimentación, al igual que de materiales y servicios para el transporte, el alojamiento, la participación comunitaria, el desarrollo de manifestaciones artísticas y deportivas. Por ello, al promover el turismo se está generando un efecto en cascada sobre toda la economía de la localidad (Zulueta, Aldereguia y Boffill, 2017).

Resulta importante destacar que no se puede esperar desarrollo autogenerado en las localidades sin antes hacer a la población local más consciente de su patrimonio rural, y del papel que pueden desempeñar en el propio desarrollo y en los cambios de la zona. Tampoco aspirar a que este sea únicamente financiado, dirigido y planeado por los agentes locales. En ese sentido, la actividad turística que se promueva debe contener un uso prudente de los recursos naturales (agua, energía, materias primas) y el patrimonio cultural.

Se debe potenciar el agroturismo, a partir de la cantidad y variedad de fincas campesinas que se manejan sobre bases agroecológicas, donde se aproveche además la vida auténtica rural, las labores agrícolas cotidianas para la producción de alimentos en sistemas agrobiodiversos y las comidas típicas tradicionales de la campiña cubana; todo ello en un nuevo espacio de atracción auténtico y sostenible.

Yagüajay es un municipio que apuesta por su desarrollo desde hace varios años. En función de ello se han ejecutado varios proyectos de desarrollo local; sin embargo, no se ha materializado ningún proyecto integral para lanzar al municipio como destino, aun cuando el mismo contempla dentro de sus líneas estratégicas de desarrollo el fomento del turismo rural; el que a su vez requiere la integración de todos los actores y la participación comunitaria para aprovechar los valores históricos, culturales y naturales que posee.

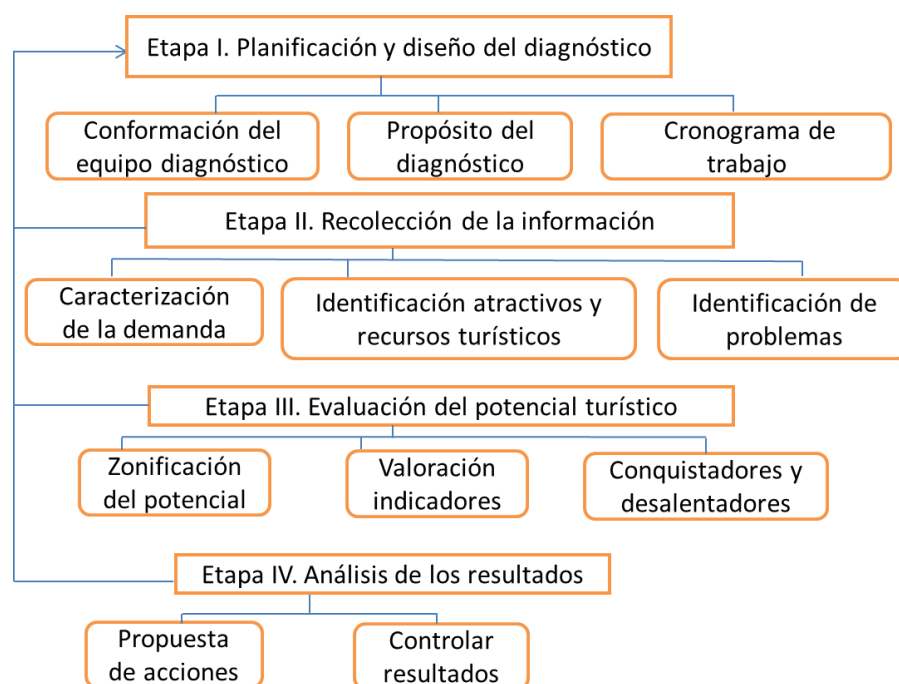
La idea que se vislumbra busca impulsar un turismo con alta participación comunitaria que aproveche las ventajas del municipio al estar entre los cayos «Coco» y «Santa María» y crear sus atractivos adicionales. Se pretende fomentar y desarrollar un turismo que muestre la vida auténtica de la localidad a través de su patrimonio material e inmaterial.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En el trabajo se asume para la investigación el Procedimiento de diagnóstico turístico local con un enfoque participativo en comunidades rurales, propuesto por Zulueta (2015). El mismo se diseña para vincular a comunidades rurales cercanas al área protegida: Parque Nacional Caguanes (PNC), dentro del Programa de Ecoturismo del área.

Esta metodología (*figura 1*) se compone de tres etapas: la primera consiste en la planificación y diseño del diagnóstico, la segunda se refiere a la recolección de información de campo y la tercera consiste en el análisis y sistematización de los resultados.

**Figura 1.** Representación gráfica del procedimiento para la determinación del potencial turístico en comunidades rurales de Yagüajay.



**Fuente:** Zulueta (2015).

El procedimiento se centra en los recursos y atractivos turísticos, la infraestructura, la oferta de servicios, la demanda, el papel de los gobiernos locales y de la comunidad receptora, así como los agentes del entorno que pueden influir en el desarrollo de la actividad a nivel local.

Para la determinación y análisis de la información se aplican entrevistas y cuestionarios a directivos y actores a ese nivel para contar con información actualizada del proceso de planificación en el área protegida y los lineamientos regulatorios. Se realiza un taller de discusión de grupos focales y mediante reducción de listados se obtuvieron las mayores potencialidades, recursos y atractivos de las comunidades de «Vitoria», «Mayajigua», «Nela» y «Yagüajay». Para la determinación de la muestra se utilizó el paquete estadístico *Sample*, donde se precisa la muestra de 38 trabajadores, lo que representa un 90.4% con un nivel de confianza del 95.0% y un 5% de precisión.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El potencial turístico de las comunidades se evalúa de forma integral. Inicia con la evaluación de indicadores, luego la identificación de los principales conquistadores y desalentadores; y finalmente se establece la zonificación de dichas comunidades, basándose en la potencialidad que posean para el desarrollo de la actividad turística, de acuerdo a la graduación de aquel: muy alto, alto, medio y bajo (*tabla 1*).



**Tabla 1.** Evaluación del potencial turístico de comunidades rurales.

<b>Indicadores</b>	<b>Yagüajay</b>	<b>Vitoria</b>	<b>Mayajigüa</b>	<b>Nela</b>
Ambientales	9.03	9.19	5.64	7.57
Turísticos	8.65	5.71	9.18	3.73
De percepción	8	6.9	6.27	6.29
Antrópicos	8.64	6.69	7.76	6.19
<b>Total</b>	<b>34.32</b>	<b>28.49</b>	<b>28.85</b>	<b>23.78</b>
<b>Promedio</b>	<b>8.58</b>	<b>7.12</b>	<b>7.21</b>	<b>5.95</b>

Fuente: Zulueta (2015).

A partir de la recopilación de información de campo y de la evaluación del potencial de las comunidades, se proponen acciones para fomentar y desarrollar tanto el turismo rural como el de naturaleza en el territorio. Destacan los poblados de «Yagüajay» y «Mayajigua» para iniciar el proceso de gestión turística, dado los resultados de los indicadores de evaluación.

Derivado del procesamiento de los datos obtenidos a partir de las técnicas utilizadas, se proponen acciones de control y evaluación de todo el proceso de gestión turística local, las cuales se conciben de manera integral, en aras de contribuir al desarrollo local sostenible de Yagüajay.

Sobresalen por su importancia con los propósitos de la investigación las siguientes:

- Creación de grupos de trabajo conformados por actores locales y encabezados por el gobierno, la universidad, entidades locales y representantes del sector turístico en el territorio.
- Diseño de circuitos turísticos que integren las ofertas de entidades del sector turístico con el sector agropecuario, la cultura, el comercio minorista, el transporte y las comunidades rurales.
- Promoción de cadenas productivas autóctonas de suministro a los hostales y paladares que se fomenten como parte de los servicios al turista.
- Diseño y desarrollo de itinerarios asociados a rutas históricas que combinen las manifestaciones del arte, fiestas populares, eventos náutico-deportivos (kayaks, voleibol de playa y la pesca deportiva), entre otros.
- Trabajar en el desarrollo de sinergias con municipios aledaños para potenciar el intercambio cultural, que enriquezca la oferta de producciones manuales más variadas.
- Establecimiento de redes espaciales de movilidad, como por ejemplo, la creciente popularidad de ciclo-turismo o movilidad local a caballo o en coche de caballos para impulsar sistemas sostenibles de movilidad con el menor daño ambiental posible y un mayor contacto con la naturaleza.
- Generación en el municipio de cooperativas de hostales, de producción de materiales de construcción y prestadores de servicios a la actividad turística, garantizando en las comunidades un ambiente de colaboración.
- Diseño de instrumentación de campañas promocionales, mediante la utilización de los sistemas electrónicos, folletos informativos, boletines y sueltos.

- Evaluación sistemática de la calidad de los servicios turísticos y el impacto económico, social y ambiental de la actividad turística local.

## CONCLUSIONES

En el municipio «Yagüajay» existen comunidades con valores paisajísticos y patrimoniales de gran significación; sin embargo, tiene abierto sólo algunos atractivos turísticos, a pesar de que existen potencialidades locales que no han sido suficientemente explotadas.

El turismo que se desarrolle en el territorio debe considerar la participación comunitaria, de forma tal, que muestre la vida auténtica de la localidad a través de su patrimonio material e inmaterial.

Las acciones integrales a desarrollar por el gobierno en el territorio y sus actores, en aras de potenciar el turismo local al que se aspira, deben considerar el uso sustentable de los recursos naturales, la preservación de los paisajes naturales y el patrimonio cultural; además de la producción de alimentos en sistemas agrobiodiversos, los procesos agroindustriales del territorio y la comida típica local; todo ello en un nuevo espacio de atracción turística auténtica y sostenible.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Boffill, S., Corrales, O., y Sánchez, S. (28 al 30 de marzo de 2017). Universidad y desarrollo local. Resultados y aprendizajes desde Yagüajay [Ponencia]. VI *Taller Internacional de Desarrollo Local*, Bayamo, Granma, Cuba.
- Giné, H. (1997). *El uso del potencial natural de los paisajes como recurso turístico. Implicaciones medioambientales*. Revista de desarrollo rural y cooperativismo agrario, (1), 115-126. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=199750>
- Zulueta, M.A. (2015). *Procedimiento para la determinación del potencial turístico en comunidades cercanas al Parque Nacional Caguanes del municipio Yagüajay* [Tesis de Maestría no publicada]. Universidad Central Martha Abreu de Las Villas.
- Zulueta, M.A., Aldereguia, M. y Boffill, S. (2017). Acciones para potenciar el turismo local en Yagüajay vinculado al deporte y la recreación física. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, 22(233). <https://cutt.ly/ByUOvGE>
- Zulueta, M.A. y Boffill, S. (2014). Planificación y manejo para potenciar el turismo de naturaleza en el Parque Nacional Caguanes de Yagüajay. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*, (10). <https://cutt.ly/gyUO3QA>

**GESTIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES Y CAMBIO CLIMÁTICO**

**Visión del cambio climático desde la perspectiva del riego y drenaje en Ecuador.**

**Approach to the climatic change from the irrigation perspective and drain in Ecuador.**

**Carlos Eloy Balmaseda Espinosa  
y María Caridad Mederos Machado**

Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador  
[cbalma59@gmail.com](mailto:cbalma59@gmail.com)

Recibido: 08/07/2018

Aceptado: 18/12/2018

Publicado: 28/06/2019

**RESUMEN**

Los principales impactos del cambio climático son las modificaciones que suceden en los ciclos del agua y del carbono, así como en las temperaturas, que provocan deshielos y escurrimientos de grandes magnitudes. Los cambios bruscos de estas variables son las que determinan las labores a desarrollar en los agroecosistemas ecuatorianos, donde se presentan localmente precipitaciones intensas y extensos períodos de sequía, modificaciones en la radiación solar, heladas, incremento de la temperatura media, y por consiguiente, se impacta en la seguridad alimentaria, así como en el modo y la calidad de vida en las zonas rurales. En dependencia de la región edafoclimática, los cultivos más afectados son el arroz, maíz, soya, quinua, papa y la ganadería. Las medidas fundamentales de adaptación y mitigación de este fenómeno en el país están descritas en la Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador. El objetivo de este trabajo fue describir la visión que tienen los especialistas en riego y drenaje sobre el cambio climático y su influencia en la labor que realizan. A partir de un análisis documental se definen los principales desafíos a enfrentar ante las variaciones en los regímenes de precipitaciones y temperaturas que inciden en mayor evapotranspiración de los cultivos y, por tanto, un incremento de las necesidades hídricas, los cuales van encaminados a una gestión eficiente del agua, con métodos y técnicas que respondan a las nuevas condiciones de menos disponibilidad de este recurso.

**PALABRAS CLAVE:** adaptación, cambio climático, mitigación, necesidades hídricas de cultivos.

**ABSTRACT**

The principal impacts of the climatic change are the modifications that occur in the cycle of water and carbon, such as in temperatures that provoke melt waters and drainages of great magnitudes. The abrupt changes of these variables are determining the work to develop in the Ecuadorean agricultural ecosystems where there are local intensive precipitations and extensive periods of drought, modifications in solar radiation, frost, increase of the mid temperature and therefore, it is evident in the feeding security, and the way and quality of life in rural zones. In dependence of the edaphoclimatic region, the most affected crops are rice, maize, soya, quinoa, potato and cattle raising. The principal measures for adjustment and mitigation of this phenomenon in the country are described in The National Strategies of Climatic Changes of Ecuador. The objective of this work was to describe the approach that specialist in irrigation and drainage have about climatic change and its influence on the work they carry out. Starting with a documentary analysis the principal challenges are defined to face the variations in the rainfall pattern and temperature that influence in major evapotranspiration of crops, and for increasing water necessity, all of these are directed to efficient

administration of water, with methods and techniques that respond to the new conditions of less availability of this resource.

**KEYWORDS:** adjustment, climatic change, mitigation, water necessity of crops.

## **INTRODUCCIÓN**

Ecuador constituyó la Subsecretaría de Cambio Climático (CC) dentro del Ministerio del Ambiente con el objetivo de hacer frente en el país a las consecuencias ambientales que vive hoy el planeta. La misma trabaja, junto a otras instituciones, en función de:

(...) apuntalar procesos de desarrollo sostenible, mediante proyectos e iniciativas integrales en temas como el manejo de cuencas hidrográficas, el monitoreo de glaciares, restauración de páramos, recuperación de prácticas ancestrales para la gestión de recursos hídricos, fomento de prácticas agrícolas resilientes al clima, programas para la reducción de las emisiones por deforestación, o mecanismos de desarrollo limpio, entre otros. (Ministerio del Ambiente, s/f, párr. 2).

¿Cuáles son los efectos que está causando el cambio climático en la agricultura ecuatoriana? ¿Qué influencia tiene este fenómeno en las necesidades hídricas de los cultivos? ¿Hay diferencia entre las diversas regiones del país en cuanto a los efectos que se observan? ¿Qué acciones tomar para enfrentar esta situación? En el presente trabajo, se planteó como objetivo describir la visión que tienen los especialistas en riego y drenaje sobre el cambio climático y su influencia en la labor que ellos realizan, se intenta dar respuesta a esas interrogantes.

## **DESARROLLO**

### ***Cambio climático y recursos hídricos***

Como se conoce, el ciclo hidrológico y el clima guardan una relación muy estrecha. De modo que el incremento de la temperatura y los cambios en el régimen de lluvias provocados por el CC tienen un impacto notable en la disponibilidad de los recursos hídricos.

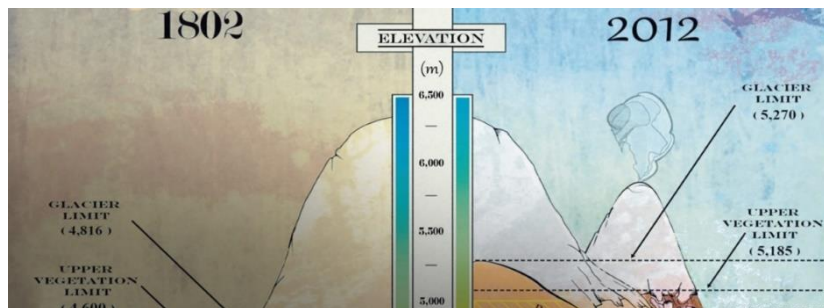
Según Martínez-Austria y Patiño-Gómez (2012), se prevé que los efectos del CC a escala mundial serán de diferente intensidad en dependencia de las características de la zona que se trate, donde intervienen las variables latitud, altitud y condiciones orográficas. Considerando esta especificidad, los paliativos deben ser dirigidos circunstancialmente en relación con la región estudiada, aun cuando estén situadas dentro del mismo país.

Hay que tomar en cuenta que en climas cálidos se esperan precipitaciones más intensas, a pesar de que las lluvias promedio sean menores. Esto significa que será más difícil la circulación, por los cauces actuales, de los escurrimientos resultantes. Por esta razón se hace imprescindible que cualquier sistema de infraestructura hidráulica, incluidos los de riego, considere la variable del CC, donde se analice con carácter crítico y se replanteen los sistemas tradicionales.

De igual modo hay que considerar que las prácticas actuales de distribución y gestión del agua dejarán de ser adecuadas poco a poco, y habrá que asumir nuevas formas de administración para enfrentar los desafíos del cambio climático.

Hoy en día se conoce que hay un derretimiento de los glaciares y una considerable reducción de las capas de hielo continentales, por lo que un efecto visible es ya la variación en los escurrimientos, pudiendo este disminuir en los períodos de mayor requerimiento del recurso hídrico en las cuencas que dependen del deshielo. En la *figura1* se puede apreciar cómo se deshiela el volcán «Chimborazo». Según un estudio de Humboldt de 1802, actualizado por equipo internacional en años recientes, en ese año los glaciares se encontraban a 4 814 metros; ahora aparecen a partir de los 5 270. Son más de 450 metros de retroceso en un período de 210 años, es decir, más de dos metros anuales.

**Figura 1.** Cambios en la extensión de superficie glacial en el volcán «Chimborazo».



**Fuente:** *Diario El Telégrafo* (2015).

Dadas las bruscas variaciones de los recursos hídricos por CC, se afectarán también la seguridad alimentaria de los países, pues Martínez-Austria y Patiño-Gómez (2012) refieren que «al elevarse la temperatura, la evapotranspiración también aumenta, y con ello los cultivos son sometidos a un mayor estrés térmico, impactando de manera drástica su rendimiento» (p. 23).

Dicho fenómeno está determinando en gran medida la disponibilidad del agua, su calidad y aptitud para el uso agrícola. En dependencia de ello, del tipo y aptitud de los suelos, así como de los cultivos que se trate, se escogerán los procedimientos más adecuados de riego y de drenaje. Al mismo tiempo, las técnicas que se apliquen garantizarán en gran medida los procesos de adaptación y mitigación de los efectos de aquel.

### ***Impactos del cambio climático en la agricultura del Ecuador***

La presencia del CC en el Ecuador se aprecia por las variaciones en la distribución espacial y temporal de las precipitaciones, el aumento de la temperatura, la frecuente aparición de eventos climáticos extremos, el deshielo de los glaciares andinos y la elevación del nivel medio del mar.

Sus consecuencias son: Inundaciones frecuentes, deslizamientos, sequías, disminución del agua disponible e intrusión marina, incendios forestales, disminución de las zonas húmedas y extensión las zonas secas (principalmente en la Costa), las áreas de cultivo serán menos. Las pérdidas económicas pueden ser superiores a los dos billones de dólares (Aguirre, Ojeda y Eguiguren, 2014).

La agricultura es un rubro importante en el Producto Interno Bruto (PIB), en 2005 representó el 5.1%, mientras que en 2006 bajó a 2.1%. Las causas de este decrecimiento fueron el impacto de las sequías y las heladas, estos eventos climáticos disminuyeron la oferta agrícola en ese último año, según el Banco Central del Ecuador como se cita en Ministerio del Ambiente (2012). Es de esperar que a menor producción de alimentos básicos haya un incremento de sus precios y, por consiguiente, limitaciones de acceso para los sectores más vulnerables de la población.

Las regiones «Costa» y «Sierra» no han estado exentas a estos impactos.

#### *Región «Costa»*

En esta región el fenómeno de «El Niño» tiene gran incidencia en el clima, lo vuelve más cálido y con fuertes alteraciones del régimen de precipitaciones. Las mismas provocan inundaciones como las sufridas en 2009 y 2010 en «Guayas» y «Los Ríos» que afectaron unas 80 000 hectáreas de arroz. Según Cordero *et al.* (2011) en el Ministerio del Ambiente (2012) esto provocó pérdidas de casi el 19% de la superficie nacional dedicada a este cultivo.

En las zonas agrícolas donde se siembran y se cosechan productos para el mercado externo y el interno, en 2017, por las lluvias torrenciales, mostraron graves deterioros. Los informes de los organismos gubernamentales plantearon que más de 10 000 ha fueron afectadas en las provincias «Manabí», «Guayas», «Los Ríos», «El Oro» y «Santa Elena». En ellas hubo destrucciones y pérdidas en cultivos de cacao, maíz, plátano, banano, melón, sandía, café, etc. Producto de las fuertes lluvias se han perdido plantaciones de cultivos importantes para la seguridad alimentaria en la zona y el país.

#### *Región «Sierra»*

En esta parte del Ecuador, sequías como la del período septiembre de 2009 a enero de 2010 en Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar y Chimborazo, afectaron al 98% de las áreas cultivadas de esas provincias y damnificó a 18 000 familias campesinas (Ministerio del Ambiente, 2012).

Las heladas y prolongadas lluvias que de manera inusual se registran en los últimos tiempos, en localidades puntuales de la sierra ecuatoriana, especialmente en las provincias Carchi, Chimborazo y Latacunga, mantienen en alerta a los agricultores y ganaderos de estas zonas, pues productos característicos, como la papa, arveja, maíz, quinua, entre otros, sienten la fuerza del fenómeno. Las temperaturas bajas queman los cultivos, dejando profunda desazón en los pequeños y medianos productores, que han perdido frutos que estaban a punto de ser cosechados, y al mismo tiempo, comienzan a escasear en los puntos de comercialización.

#### ***Cambio climático desde la perspectiva del riego y drenaje***

Como consecuencias del CC se generarán variaciones, sobre todo en los patrones de uso de agua y energía; en la oferta alimentaria, donde unos alimentos serán sustituidos por otros más resistentes; en el desarrollo de resiliencia, ante las carencias y escasez de recursos hídricos, o ante las inundaciones. Así como aprendizaje y experimentación de técnicas de drenaje, pues la irrigación podría no ser una opción necesaria para la adaptación en algunas regiones.

Según Rodríguez (2009), en Latinoamérica y el Caribe se han realizado algunos estudios específicos de efectos del CC en los cultivos, aunque pocos sobre adaptación. Los mismos han concluido que, en países andinos:

- La elección de actividades agropecuarias y de irrigación es sensible a las variables climáticas. La temperatura y la precipitación constituyen las variables climáticas relevantes para la selección de cultivos como opciones de adaptación.
- Las sustituciones de cultivos, como por ejemplo de papas y trigo hacia frutas y vegetales, serán necesarias a raíz del impacto de aquel.
- El incremento de la temperatura provoca que la rentabilidad relativa de la irrigación decaiga.
- Es poco probable que los agricultores con mayor precipitación adopten la irrigación.

- Los agricultores pequeños son más vulnerables a sus efectos que los de mayor producción agrícola.

La Estrategia Nacional de Cambio Climático está estrechamente relacionada con el Plan Nacional de Riego y Drenaje (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, 2013). Los lineamientos estratégicos que proponen son:

- Incluir medidas de mitigación en la gestión y el manejo del riego y drenaje que consideren la posibilidad de eventos climáticos extremos en el contexto del cambio climático.
- Establecer mecanismos y acciones que procuren la disminución de las vulnerabilidades de la infraestructura de riego y el mejoramiento de los sistemas de drenaje, contemplando las posibles afectaciones del cambio climático.
- Incorporar en el diseño de proyectos del Plan Nacional de Riego y Drenaje, criterios y resultados de estudios de vulnerabilidad al CC para construir sistemas de riego más eficientes, evitar pérdidas de agua de riego y atender a zonas prioritarias según criterios de soberanía alimentaria.
- La tecnificación del riego con criterios de adaptación al CC.

Entre los desafíos a que se enfrentarán los especialistas en riego y drenaje para adaptarse y mitigar los efectos del CC están los siguientes:

- Las series históricas de datos climáticos en muchos casos no serán representativas para determinar las necesidades hídricas de los cultivos y por tanto para el diseño de los sistemas de riego.
- Los nuevos patrones climáticos incidirán en la gestión del riego y el manejo de los cultivos. La selección de los métodos y técnicas de riego deben responder a esas exigencias.
- Gestión eficiente del agua ante los cambios en la demanda hídrica de los cultivos, que en muchos casos tendrán un ciclo fenológico reducido como consecuencia del cambio climático.
- Reducida disponibilidad de agua en períodos pico de cultivo.
- Capacidad de conducción insuficiente para los caudales necesarios en los momentos de mayor demanda.

## **CONCLUSIONES**

Los principales impactos del CC son las modificaciones que suceden en el ciclo del agua y el ciclo del carbono, así como en las temperaturas, que provocan deshielos y escurrimientos desconocidos hasta el momento. Los cambios bruscos de estas variables se presentan localmente como precipitaciones intensas y extensos períodos de sequía, modificaciones en la radiación solar, heladas, incremento de la temperatura media, y por consiguiente, impactarán en la seguridad alimentaria, así como en el modo y la calidad de vida en las zonas rurales.

Los especialistas en riego y drenaje tienen ante sí variaciones en los regímenes de precipitaciones y temperaturas que inciden en mayor evapotranspiración de los cultivos y por tanto un incremento de las necesidades hídricas. Por ello el desafío es enfrentar el CC a partir de una gestión eficiente del agua, con métodos y técnicas que respondan a las nuevas condiciones de menor disponibilidad de este recurso.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, N., Ojeda, T. y Eguiguren, P. (2014). El cambio climático y la conservación de la biodiversidad en el Ecuador. *Revista CEDAMAZ*, 1(1), 17-25. <https://cutt.ly/oYlqAGw>
- Diario el Telégrafo. (2015). Dibujo de Humboldt del Chimborazo hace 213 años comprueba el cambio climático. <https://cutt.ly/LylryJR>
- Martínez-Austria, P. y Patiño-Gómez, C. (2012). Efectos del cambio climático en la disponibilidad de agua en México. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 3(1), 5–20. <https://cutt.ly/pylkdX7>
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. (2013). *Plan Nacional de Riego y Drenaje 2012-2027*.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2012). *Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador 2012 - 2025*. <https://cutt.ly/EylevdC>
- Ministerio del Ambiente. (s/f). *MAE trabaja en acciones de mitigación y adaptación al Cambio Climático*. Recuperado el 5 de mayo de 2018. <https://cutt.ly/xylkdDM>
- Rodríguez, A. G. (2009). *Políticas para el uso sustentable del agua y la prestación eficiente de los servicios vinculados a ella*. Comisión Económica para América Latina.

**USO SOSTENIBLE DE LA BIODIVERSIDAD Y MANEJO DE ÁREAS PROTEGIDAS**

**Soil invertebrates in the Tropics: a bibliographical revision.**

**Invertebrados terrestres en los trópicos: una revisión bibliográfica.**

**Pedro Ríos Guayasamín<sup>1</sup>, Julio Muñoz Rengifo y Sandy M. Smith**

<sup>1</sup>Universidad Estatal Amazónica, Ecuador  
[prios@uea.edu.ec](mailto:prios@uea.edu.ec)

Recibido: 08/07/2018

Aceptado: 18/12/2018

Publicado: 28/06/2019

**ABSTRACT**

The invertebrates are the most diverse group in the world; they colonize almost all the ecosystems and certainly give many goods and services to the human beings. The invertebrates that live in the soil contribute consistently with changes in the ecosystemic functions, affecting directly: nutrients, cycle, change in biomass contain ecological nets and inter specific relations for more voluminous organisms. For this exercise were taken the information of the six more representative magazines (2010-2016). The invertebrates in the tropics are maybe the most diverse group, although in the checking stage carried out only 64% represented tropical zones or subtropical exclusively, the rest is a comparison with temperate zones or global studios. Because of its diversity, many invertebrates are waiting for their taxonomical descriptions; many specialists are not from tropical countries. Brazil is the country with more investigations about this theme with its own investigators. No all the invertebrates have received the same attention, and the most studied groups are the orders Hymenoptera (20%), Coleopteran (12%) and Araneae (6%), many families without identification (25%), distinguishing studios in Formicidae (24%) and Scarabaeinae (8%) mainly. The tendency is to work with those that are better described. The articles selected constitute a key for identifying the most useable methodologies, where the fall trap (30%), quadrant (11%) and transecto (9%), are remarkable over 24 methodologies, the most widespread time of studios was for only one season (< 1 year) the central point of the search in the soil (40%) and the fallen leaves (38%).

**KEYWORDS:** invertebrates, sampling, soil, tropics.

**RESUMEN**

Los invertebrados son el grupo más diverso en el mundo, ellos colonizan casi todos los ecosistemas y proveen de muchos bienes y servicios. Los invertebrados que viven en el suelo contribuyen consistentemente a cambios en las funciones ecosistémicas, afectando directamente: ciclaje de nutrientes, cambios en contenido de biomasa, redes ecológicas y relaciones interespecíficas para organismos más voluminosos. Para este ejercicio se tomaron los datos de las seis revistas más representativas (2010-2016). Los invertebrados en los trópicos son talvez el grupo más diverso; aunque en la revisión realizada solo el 64% representó zonas tropicales o subtropicales exclusivamente, siendo el restante una comparación con zonas templadas o estudios globales. Debido a su diversidad, muchos aún se encuentran a la espera de descripciones taxonómicas, siendo varios de los especialistas oriundos de países no tropicales y teniendo a Brasil como el país que más investigación realiza del tema con investigadores propios. No todos los invertebrados han recibido la misma atención, y los órdenes más estudiados son: *Hymenoptera* (20%), *Coleoptera* (12%) y *Araneae* (6%); varias familias sin identificación (25%), particularizando estudios en *Formicidae* (24%) y *Scarabaeinae* (8%) principalmente. La tendencia es trabajar con aquellos que se encuentran mejor

descritos. Los artículos escogidos constituyen una clave para identificar las metodologías más utilizadas, donde las trampas de caída (30%), cuadrantes (11%) y transectos (9%) se destacan sobre otras 24 metodologías. El tiempo de estudio más generalizado se hace por una sola estación (<1 año), centrándose la búsqueda de invertebrados en el suelo (40%) y la hojarasca (38%).

**PALABRAS CLAVE:** invertebrados, muestreo, suelo, trópicos.

## INTRODUCTION

Invertebrates are the most diversified living group in the world, they can colonize almost all ecosystems, and they can certainly provide goods for humans. Because of its abundance, they contribute consistently with changes in the ecosystem functions, directly affecting: nutrient cycling, biomass turnover, ecosystem networks and being the predominant food for many larger organisms. Invertebrates living in the soil contribute to the above stated processes, these organisms, although resilient to small changes that are naturally occurring in their surroundings; can dramatically shift the number of individuals (abundance) and the amount of species (diversity/richness) if the change that they face has large consequences within their distributional home range. The invertebrate responses to these land use changes, that affect soil invertebrate fauna, have been studied to find answers about the degree of diversity/abundance lost. Invertebrate behavior can also represent stages that are common in the process of ecosystem alteration. Therefore, soil invertebrates have been considered as ecological bioindicators in the process of ecosystem restoration.

Soil invertebrates in the tropics are perhaps the most diverse in the globe. However, because of its diversity, a great amount of them are still waiting for formal taxonomic classification, and most researchers work with morpho-species or higher taxa levels (when explaining biodiversity). Not all taxa have received the same attention, and the tendency is to work with the groups that are best described. Furthermore, taxonomic specialists are not always present in tropical countries, increasing the difficulty to work with lower descriptions.

In that regard, to recognize the main ideas researched about tropical soil invertebrates in the last six years (2011-2016), a selection was made of the most representative journals in: ecology, soil, the tropics, forest conservation and invertebrates.

## METHODOLOGY

We organized a search in the online data base of the libraries from the University of Toronto. In the search, we used the key words: community ecology, conservation, tropical, invertebrates, and soil to narrow down the items related with tropical soil invertebrates. Those key words were analyzed in journals that reflected representative studies in: ecology (Ecology journal), soil (Applied soil ecology and Soil biology and Biochemistry), tropical studies (Biotropica), forest and conservation (Forest ecology and management, Biological conservation), and invertebrates (Journal of insect conservation). If the climatic region was not clearly stated in the methodology, the location of the study was used to classify the place based on a regional categorization of Köppen climate (Kottek, *et al.*, 2006).

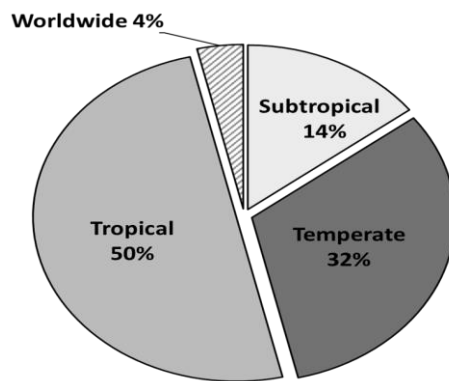
The search focused on the major ecosystems studied (1), the main studied groups (2), the methodologies used for invertebrate sampling (3), the amount of time spent in every research (3), the origin of the institutions doing research in the tropics (5), their names (6) and the names of their researchers (7). Finally, the main topics of invertebrate study (8) in the tropics were summarized and discussed out of a sample of 83 articles. All results were summarized in percentages. We considered: sampling methodology, invertebrate group (up to 13, after that number they were considered as various), research institutions, countries and researchers; as one count for the final percentage.

## RESULTS

### *Climatic regions*

The most influencing journal in the search was the Journal of Insect Conservation. The journal provided 41% of the articles for this analysis. Most of the search was predominant for tropical or subtropical environments (63%). However, even when “tropical” was included as a key word in the search engine, 32% of the articles were (26) done or compared with temperate regions. Four percent of the articles provided worldwide reviews on bioindicators, and spider activity (figure 1).

**Figure 1.** Climatic regions covered by the most important publications of seven journals published between 2011 and 2016.



**Source:** Prepared by the author.

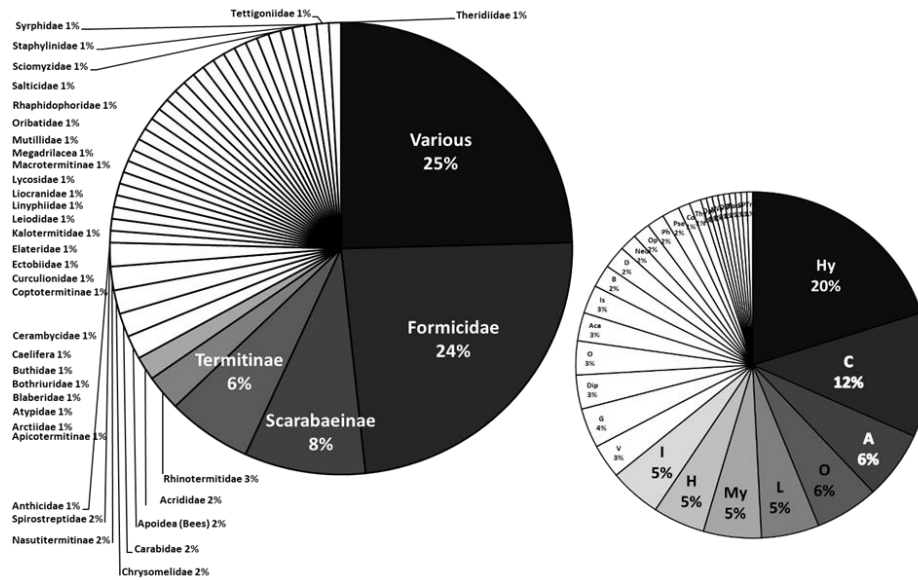
Seventy-seven percent of the articles provided information of invertebrates from natural ecosystems. More than half of the studies were performed in forested ecosystems, 6% in steppe ecosystems, 8% in savannas and 6% in other ecosystems. An important 23% of the investigations were conducted under managed ecosystems, where grasslands occupied 13% of all the studies, 1% the cities and 10% to other type of managed ecosystems.

### ***The main groups of invertebrates under study***

The main orders (68%) described by the studies are: Hymenoptera (20%), Coleoptera (12%), Araneae (6%), Orthoptera (6%), Lepidoptera (5%), Hemiptera (5%), Isoptera (5%); the class Myriapoda (5%) and the studies that combined various (more than 13) orders with 4% of representation. It was assumed that articles which worked just at the order level included several families (various).

At the family level, non-categorized families (or those greater than 13) had the highest percentage (25%) in the evaluated articles. Formicidae followed the amount of representation with 24%, the subfamily Scarabaeinae had 8% of the studies and the last major representative was Termitinae with 6% (figure 2).

**Figure 2.** Orders (right) and Families (left) of soil invertebrates analyzed in the most important publications of seven journals, published between 2011 and 2016.



**Note:** Hy=Hymenoptera; C=Coleoptera; A=Araneae; O=Orthoptera; L=Lepidoptera; My=Myriapoda; H=Hemiptera; I=Isopoda; V=Various. **Source:** Prepared by the author.

It is interesting to note that, while at the order most of the papers recognized most of the groups that they were working with (Various 4%). At the family level the percentages flipped, and the groups that were not recognized (or very abundant) comprised 26% of the description. It is also worth to mention that the whole Hymenopterans represented 20% of the studied orders, but in the family level those were represented mainly by Formicidae studies (23%).

### Time and Methodologies used for invertebrate sampling

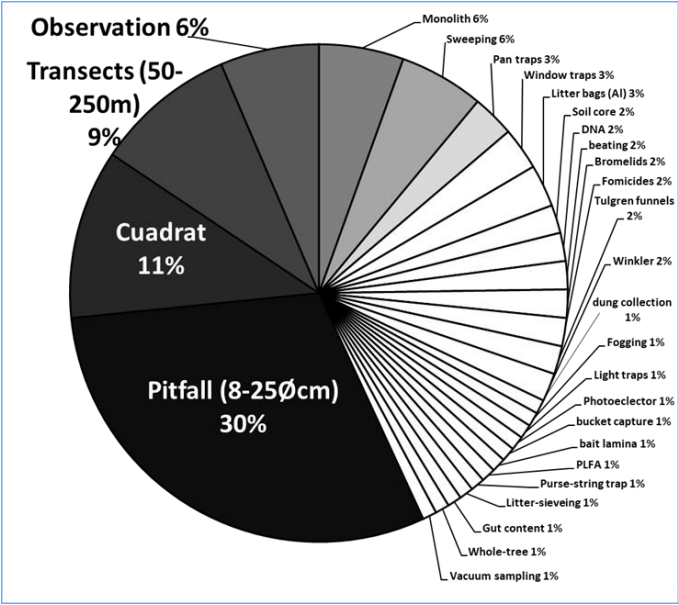
Most of the studies collected the data in one season of insect trapping and identification (<1 year for 62%). One year of trapping, or the comparison of at list two years for the same season was achieved by 20% of the articles (1 year). Two years of measurements were performed by 9% of the studies. The remaining 9% of the studies collected data from 3 to 11 years.

There was a great wealth in the methodologies used to sample the invertebrates (figure 3). They mainly depended on the intention of the research. If the research were to described land use management, very specific sampling methodologies were applied. However, there were a few methodologies preferred over others. Thirty percent of the articles set pitfall traps, mostly relating them with studies of biodiversity and bioremediation. The quadrat methodology (3 m<sup>2</sup> to 10 m<sup>2</sup>), a epigenous survey of all the invertebrates in the soil (sometimes also considering shrubs), was used in 11% of the investigations. Transects (50 m to 250 m with 1 or 2 m in width) were used in 9% of the studies, mainly in combination with other sampling methodologies. Pure observation of the researcher surroundings was used in 6% of the cases. Observation usually was done when the study involved multitaxon analysis.

Curiously, the monolith sampling methodology, which is the standard methodology recommended for tropical environments was used only in 5% of the cases. The monolith methodology requires to dig a square of 25 cm by 25 cm at a 30 cm depth and account all the invertebrates that can be counted in that soil volume.

Pan traps, window traps and sweeping nets were used in combination with other methodologies for soil invertebrate capture, accounting for 11% of the sampling methodologies used in the experiments. The 30% left used different methodologies depending on particular land uses types or specific insect determination (figure 3).

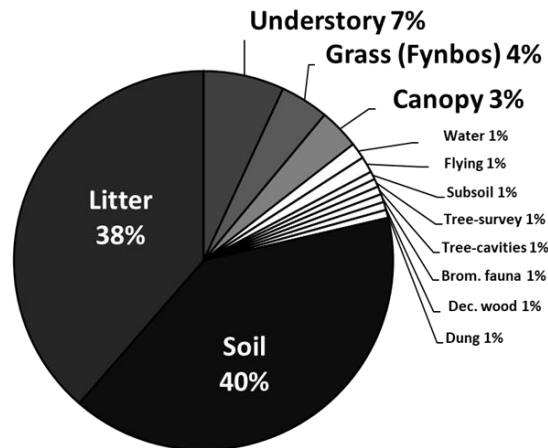
**Figure 3.** Methodologies of soil invertebrate analysis of the most important publications of seven journals, published between 2011 and 2016.



Source: Prepared by the author.

The methodologies explained above surveyed insects mainly from the soil and soil litter (in 78% of the cases), and the interaction between dung and soil (1%). Other methodologies that considered a wider vertical spectrum of the samplings comprised 13% of the studies (understory, grass, tree survey, and decaying wood). Canopy invertebrates were analyzed in 3% of the cases, always in a relationship with soil/litter organisms. Flying insects were analyzed in 1% of the studies. Very peculiar ecosystems were analyzed for the rest of the studies, they focused on the interphase between riparian environments and the insects that interact with the soil (1%), tree cavity diversity in comparison with soil diversity, and bromelids. The last experimental unit considered the whole living organism as a unit to measure the abundance and diversity of invertebrates, relating their existence with general biodiversity patterns and management quality (figure 4).

**Figure 4.** *Specific location of the insect sampling in the most important publications of seven journals published between 2011 and 2016.*



**Source:** *Prepared by the author.*

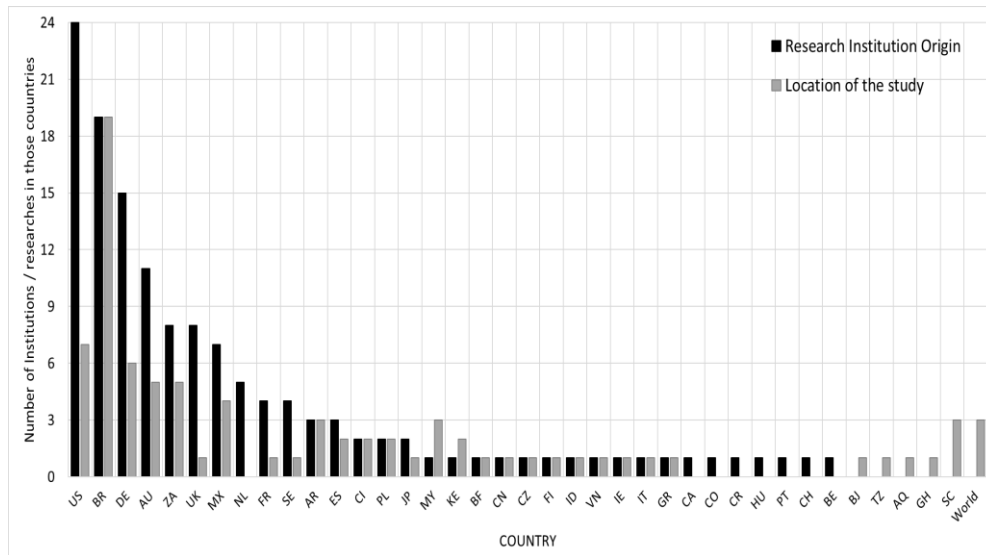
#### ***Origin of the institutions that do research in the tropics***

In most of the cases the countries where the research was performed was also the place for the research institutions. However, in four countries (Benin, Tanzania, Ghana, and Seychelles Islands) the research had no national representatives in the published articles. Sixty-six percent of the research took place in tropical and subtropical countries, and 10% was done in countries that contain such regions (Puerto Rico, Hawaii, South China).

The countries with expertise in invertebrates (based on the survey) are: United States, Brazil, Germany, Australia, South Africa, United Kingdom, Mexico and The Netherlands. The Netherlands had five institutions collaborating with the study of invertebrates in tropical regions, and all the others had more institutions. From 179 institutions, Public Universities and research centers are the most prevalent institutions studying on invertebrates, yet non-governmental agencies from various countries (Fundación para el Estudio de Especies Invasivas -Argentina-, the Earthwatch Institute-UK-, as well as Advanced Conservation Strategies, Island Conservation, The Conservation Land Trust Argentina from US) and a private (Canopy Access Ltd. -Australia, UK-) institution was also recorded as part of the analyzed research. Stellenbosch University from South Africa collaborated in eight studies, mainly located in the Seychelles Islands. The University of Würzburg, from Germany, was present in six studies, partnering with Kenyan and Brazilian institutions. The research center INPA -Brazil-, SCIRO -Australia- and the University of Göttingen -Germany- participated in five publications each. With four publications, I found institutions from Mexico (Instituto de Ecología), the UK (Lancaster University) and Brazil (Federal Universities of Lavras and Viçosa). The rest of the institutions had three or less publications.



**Figure 5.** Countries that perform invertebrate research, and those where this research is performed (circle inside) in the most important publications of seven journals, published between 2011 and 2016.



**Note:** US=United States; BR=Brazil; DE=Germany; AU=Australia; ZA=South Africa; UK=United Kingdom; MX=Mexico; NL=The Netherlands; FR=France; SE=Sweden; AR=Argentina; ES=Spain; CI=Ivory Coast; PL=Poland; JP=Japan; MY=Malaysia; KE=Kenya; BF=Burkina Faso; CN=China; CZ= Czech Republic; FI=Finland; ID=Indonesia; VN=Vietnam; IE= Ireland; IT=Italy; GR=Greece; CA=Canada; CO=Colombia; CR=Costa Rica; HU=Hungary; PT=Portugal; CH= Switzerland; BE=Belgium; BJ=Benin; TZ=Tanzania; AQ=Antartic; GH=Ghana; SC=Seychelles Islands. The circle inside includes only locations of study: in black the tropical and subtropical countries, in grey the countries with tropical subtropical and temperate studies.

**Source:** Prepared by the author.

Michael J. Samways, from Stellenbosch University, was the most mentioned researcher (6 items), followed by Jos Barlow from Lancaster University (4 items). Jörg Müller (University of Würzburg), Julio Louzada (Universidade Federal de Lavras) and Ricardo R. C. Solar (Universidade Federal de Minas Gerais) had three publications each one. All other 368 researchers had participated with in two or less publications.

### **Main topics of invertebrate study**

The papers addressed four major areas. At first biodiversity and its relationship with the need to increase our knowledge about the most abundant animal guild (Arthropods). The articles analyzing this issue described beta diversity in most of the cases. They also focused on spatial diversity and the importance of microhabitats existence for the persistence of diversity as such. Biodiversity was also seen as multiversities that included various types of communities stating that a multitaxa analysis enriches the assessment of biodiversity conservation. Once recognized the importance of diversity. The species links among invertebrates and other taxa were also remarked (second). A main idea of the importance of invertebrates in the ecosystem functioning was stated. The importance of the invertebrates in the process of nutrient cycling was described specially for those that feed on earth or facilitate litter turnover. Those processes are in place when networks of different functional groups are harmoniously coexisting. These processes can resist certain external (invasions, land use change, pollution) pressure after which they collapse, generating a disturbance that breaks the natural fluctuation of the particular soil environment.

The third main parameter evaluated was the use of insects as bioindicators, focusing on the importance of ecosystems health and the constant monitoring of this state through groups of invertebrates (and other taxa), which are sensitive to environmental changes. The identification of these groups reinforces the decision making in processes of ecosystem remediation and restoration. Finally, they proposed various alternatives to measure the impacts caused by environmental disturbances. The alternatives were based on the study of particular invertebrate responses to specific changes (pollution, deforestation, city transformation of environmental patterns), as well as alternatives of multitaxon inclusion to sustain and improve the health of the ecosystems (agroecology, sylvopastoral systems, directed regeneration).

## DISCUSSION

### *Species identification*

The studies detailed their research subjects down to genus or species when it was related to biodiversity conservation as in the case of: Orthopteran sensitiveness for fynbos ecosystems in South Africa (Matenaar *et al.* 2015), the conservation of millipedes (Lawrence *et al.*, 2013a, 2013b) and invasive ant suppression (Gaigher & Samways, 2013) in the Seychelles Islands. The biodiversity loss at genus or species level was also studied in Formicidae and other taxa due to land use change, from forest to pastureland in the Amazon (Solar *et al.*, 2016), the loss of bees and wasp in Germany (Krewenka, Holzschuh, Tschardt & Dormann, 2011), and the conservation status of spiders in Central Europe related with grazing (Řezáč & Heneberg, 2014). City expansion was causing bee decline in Poland (Banaszak-Cibicka & Zmihorski, 2012), and invasive ants in Kenya diminished local fauna (Peters *et al.*, 2013). The biodiversity assessment was also used to enhance the species characterization, as for: predatory ants (Tillberg *et al.*, 2014) and scorpions (Nime *et al.*, 2014) in Argentina. It also serve to refine the sampling of canopy ants in Malaysia (Yusah *et al.*, 2012), and ground beetles in Poland (Zmihorski *et al.* 2013). Biodiversity studies were also used to explored the invertebrate diversity of troglobionts in Spain (Jiménez-Valverde *et al.*, 2015) and the difference in the acari assemblage of tree hollows and soil in Sweden (Taylor & Ranius, 2014).

Velvet ants show a particular diversity response to deforestation; they decrease in abundance as canopy closes inside Amazonian forests (Vieira *et al.*, 2015). Termites showed significant increases in diversity in forested ecosystems while decreased in managed agricultural lands of Benin (Hausberger & Korb, 2016). In dunes, although not significant, ant also decreased in number as bushes recover coastal dunes in United States (US), but their diversity increased showing unique ant assemblages in the (less degraded) bushes area (Chen *et al.*, 2014).

Mutualistic mechanisms were also studied at the species level in the ant-plant relationship for plant gain in defense against other herbivores (Pringle *et al.*, 2011), plant gain on seed dispersal (Lima *et al.*, 2013) and the increase of savanna destruction when the plant-ant symbiotic relationship decreased (Riginos *et al.*, 2015) all the above studies were performed in tropical ecosystems. Even when, the ant-plant can have positive effects for the habitat where ants and plants interact, invasive ants show negative effects in the environment as it was shown in the Seychelles Islands (Gaigher & Samways, 2013), they can also reduce diversity by habitat monopolization (of yellow crazy ants) as shown in Malaysia (Drescher *et al.*, 2011). In a global analysis the most prominent invasive ants seemed to be: *Anoplolepis gracilipes* and *Pheidole megacephala* winners for invasive potential (Hoffmann *et al.*, 2016).

Nutrient cycling is another issue analyzed at the species level. In Hawaii using snails in tropical ecosystems it was possible to estimate the rate at which mollusk make possible biomass turnover (Meyer *et al.*, 2013). Nutrient cycling was also examined in Coleopterans that importantly increased dung decomposition in Finland (Kaartinen *et al.*, 2013). Nutrient-and-energy-flow ecosystem

dynamics were assessed by the parasitic behavior of nematomorphs inside grasshoppers in Japan, finding big changes in energy flow (Sato *et al.*, 2011). As in grasshoppers, a different multitaxa analysis showed ant reduction (abundance and richness) with overall forest loss in the Amazon (Morante-Filho *et al.*, 2016). Ecosystem services of organic matter decomposition, assessed at the species level, decreased together with the diversity of ants in a gradient of cocoa plantations with natural and pesticide management in Ivory Coast (Kone *et al.*, 2014). Kone found that the area without management in agricultural lands is vital for biodiversity interests. This result was also indicated by Formicidae in Australian agricultural lands (Hoffmann *et al.*, 2016). Finally, Termites show responses to agricultural land uses. They seem to be directly influenced by litter depth and bulk density in Vietnamese environments (Neoh *et al.*, 2015).

There is a comprehensive index of soil invertebrates used to correlate the impact of soil physical and chemical properties on different land use types in France. This study works with the identified species found throughout French land use types. This effort provides a tool for decision making based on the amount of invertebrates and the diversity present at various landscapes (Ruiz *et al.*, 2011). This work has been sustained in the research previously made in Tropical countries (Colombia and Nicaragua), where a General Indicator of Soil Quality was idealized based on macrofauna coupled with environmental conditions. These parameters allowed to generate the idea of a comprehensive index for soil analysis in various tropical land use types (Velásquez *et al.*, 2007).

Even when, most of the studies started with a multitude of taxa, they did not go below family to explain their results for most of them, choosing particular families or genus for species identification (except for Ruiz *et al.*, 2011). The behavior that different invertebrates presented at the species level would consistently explain the relationships with functional invertebrate groups (Ruiz *et al.*, 2011; Velásquez *et al.*, 2007). But the lack of proper alpha taxonomical descriptions still decelerate a better understanding of the invertebrate world (Gerlach *et al.*, 2013)

### **Family identification**

Biodiversity at the family level has been analyzed the role of latitudinal variation of various termites in the Atlantic forest of Brazil (Canello *et al.*, 2014). With family identification, global patterns showed the importance of dead wood on the biodiversity (Seibold *et al.*, 2015). It has also helped to analyze the temporal variation of spider assemblages in China (Schuldt *et al.*, 2012), termites and earthworms in Burkina Faso (Zida *et al.*, 2011); identifying changes in functional structure. Ant families have illustrated the recovery of Mexican forests, comparing the increase of ant richness in a forest recovery gradient (Rocha-Ortega & Favila, 2013). Moreover, family analysis has also shown the importance of replacing vegetation (invasive) on diversity maintenance of South African savannas (Van der Colff *et al.*, 2015). The ecosystem length of Coleoptera has been also measured for Australian environments. Savanna and forest beetles were distinctly different; but within savannas, the length of the region also created especial patterns among ant species (Barton *et al.*, 2013).

Fire was the most present subject when studying insect assemblage at this identification level. Recurrent fires seem to have short (3 to 5 years) term effects in ant diversity on the Amazon (Silveira *et al.*, 2016) and community composition in Australia (Wittkuhn *et al.*, 2011), where they are recommended for monitoring of prescribed burning (Beaumont *et al.* 2012). Savannas from the United States have also predominant opportunistic ants in burned trails when compared with non-burn trails (Moranz *et al.*, 2013). However, Argentinian researchers said that ants are not reliable as fire bioindicators, unless they are used in bioremediation (Calcaterra *et al.*, 2014). Another invertebrate subfamily, Scarabaeinae, have important variations in assemblage over time after various fires (Silveira *et al.*, 2016). In that case, large bodied beetles were negatively impacted by fire events, having environmental alterations on biomass content and ecosystem nutrient cycling in Amazonian forests (de Andrade *et al.*, 2014). In South Africa savannas, with short term recovery (3

years, in most of the cases), butterflies, ants and Scarabaeinae beetles were recommended as taxa to be used in arthropod monitoring for fire-recovery in conservation programs (Pryke & Samways, 2012). The spatial changes in forest burns are also important for Coleopteran abundance, while temporal variations might influence also lepidopteran at list after two years in Mediterranean Forests (Elia *et al.*, 2012).

Litter is one of the factors that heavily shape insect assemblages at the family level. When litter, in Indonesia, decreases due to agriculture (oil palm to natural forest gradient) insects dramatically dropped their numbers (Mumme *et al.*, 2015). In South Africa litter input and litter-dependent invertebrates (Termitidae) are also affected by mammal grazing and seasonality (Gosling *et al.*, 2016). Invertebrate predators (ants) have also huge effects on litter decomposition, when they eat scavengers (Ectobiidae/Blaberidae) (Tarli *et al.*, 2014) and other debris eaters (Termitidae) in Amazonian environments (Dambros *et al.*, 2016). The change in edge ecosystems also affects the amount of litter and dung present in it. Dung beetles were more diverse inside Cerrado ecosystems than open areas or agricultural lands in Brazil (Martello *et al.*, 2016), resembling the same outcomes seen in velvet ant abundance (Vieira *et al.*, 2015).

Beta diversity can be analyzed in various soil use types. Earthworms and ants are more diverse in managed lands with *Arachis pintoi*, when compared with other Amazonian cultivated grasses (Velásquez *et al.*, 2012). Also, Ant-bromelid biodiversity decreased with homogenization (less tree cover) of cocoa plantations in the Amazon (DaRocha *et al.*, 2016), even when they are not considered as specialist bromeliad community (Richardson *et al.*, 2015). It was observed in mango orchards of Ivory coast, that Termites had similar assemblage in 30 years old orchards and natural savanna ecosystems, while new orchards were lacking on Rhinotermitinae and Cubitermitinae subfamilies (Coulibaly *et al.*, 2016). Additionally, canopy-ants were found to have clear variations when present in arsenic contaminated sites, whereas soil ants presented less sensibility to the contaminant in Brazil (Ribas *et al.*, 2012).

Two important mechanisms were observed in Beetle (Scarabaeinae) richness of fragmented Amazonian ecosystems. Beetles had a lower diversity in isolated fragments and also in less tree-rich forests (Filgueiras *et al.*, 2011). In agreement with the last results, a 16-year-old restored Brazilian forests had the highest Scarabaeinae richness, associated with habitat heterogeneity recovery, presenting the highest diversity peak in the rainy season (Hernández *et al.*, 2014). In Mexico, beetles were more diverse in places where soil parameters were more stable, decreasing with poor soil management of livestock (De Farias *et al.*, 2015). Staphylinidae followed that trend, being more abundant in preserved oak forests than other gradually more disturbed ecosystems (Caballero & León-Cortés, 2012). In rural agricultural environments of Tanzania, the maintenance of a patchy agricultural landscape was recommended to sustain a healthy diversity of grasshoppers (Caelifera) (Kuppler *et al.*, 2015). Dipteran (Sciomyzidae) were also important in temporally-flooded meadows, mainly influenced by the depth and length of the flood season. Therefore, in Ireland, changes in climatic conditions would alter the abundance of this group (Maher *et al.*, 2014).

### **Higher level identification**

Invertebrate soil diversity at higher taxonomic levels can be quite diverse in latitudinal gradients (Canello *et al.*, 2014), or within the same environment when comparing various functional invertebrate groups (Czechowski *et al.*, 2016). Altitudinal gradients also circumscribed species responses to environmental tolerances, beyond which the whole metacommunity changes (Presley *et al.*, 2011). Soil community composition is one of the main factors to assess ecosystem's quality, the main groups used for this matter are: Formicidae, Acari, Araneae, Orthoptera, Lepidoptera, and Coleoptera (Gerlach *et al.*, 2013).

Lepidoptera is a group that has been used to estimate diversity (Gerlach *et al.* 2013), despite that they are also describing management in human modified ecosystems. Lepidopteran in open Greek grasslands were influenced by the frequency of grazing and soil moisture retention (Kati *et al.*, 2012). Salty marshes in Germany also showed reduced species richness with higher sheep densities, showing that moths were more sensitive than plants (grass) when showing grassland deterioration (Rickert *et al.*, 2012). Lepidopterans in Mediterranean forest showed significant differences in their assemblage after two years of fire, as disturbance event (Elia *et al.*, 2012). In tropical forests from Ghana, butterflies regenerated their community composition as the forest gained structural diversity within 50 to 60 years, with very low densities in clear-cut areas (Sáfián, Csontos & Winkler, 2011).

Spiders (Araneae) are also affected by human intervention. Agricultural ecosystems had fewer species than natural ecosystems (grasslands, agroecosystems and forests). Even when diversity dropped consistently between forests, and grasslands and agroecosystems; that trend was not clear when comparing only degraded forest types (Prieto-Benítez & Méndez, 2011). The same trend (in agricultural landscapes) was observed for native Mygalomorphae in Central Europe (Řezáč & Heneberg, 2014). The presence of predatory arthropods (Spiders on it) in the forest was positively correlated with forest complexity in the Atlantic forest. Disturbed ecosystems reflected a lack of control that increased the number of herbivores in the forest environment (Morante-Filho *et al.*, 2016).

Within Hymenoptera, Formicidae is perhaps the best described family in the tropics. This family responds particularly to different environmental changes. They recover readily from fire disturbances in temperate (Wittkuhn *et al.*, 2011; Beaumont *et al.*, 2012) and tropical environments (Silveira *et al.*, 2016). Influencing strongly in ecosystem services due to predation of other decomposers (Dambros *et al.*, 2016; Tarli *et al.*, 2014). Ants might also respond to salinity gradients (Dudley *et al.*, 2012; Adeney *et al.*, 2016), and certainly respond to heavy metal accumulation (Ribas *et al.*, 2012). This ecosystem engineers have been used extensively to recognize ecosystem recovery (Gerlach *et al.*, 2013).

Coleoptera families have a great variety of feeding behaviour and tolerances, for which they can be used as diversity and environmental indicators (Gerlach *et al.*, 2013). Dung beetles present a great importance on biomass decomposition (Kaartinen *et al.*, 2013), decreasing in richness with forest fragmentation (Filgueiras *et al.*, 2011) and habitat degeneration (Silveira *et al.*, 2016). Coleopterans were represented by fewer species in introduced tropical grasslands, greatly increasing in native Brazilian grasslands (Almeida *et al.*, 2011). Grasslands in Germany showed a weakening in ecological networks of plant and invertebrate communities, related with farm intensity (Almeida *et al.*, 2015). In the same country soil invertebrates increased their feeding activity in presence of grasslands with higher grass diversity and legume presence (Birkhofer *et al.*, 2011).

In fynbos from South Africa, the arthropod richness declined due to soil compaction in a gradient from natural to agricultural management, however abundance did the opposite with fewer taxonomic units (Magoba *et al.* 2015). At the mesofaunal and microbial scale, litter addition increased abundance but not diversity in agricultural German lands (Scharroba *et al.*, 2012).

In the forest, invertebrates are stratified by vertical composition above ground (Ulyshen, 2011), as well as for below ground (Jiménez-Valverde *et al.*, 2015). Snails enhanced litter decomposition in Hawaiian forests when litter decomposition was analyzed separately just for these macrofaunal taxa (Meyer *et al.*, 2011). Managed forest reduced the invertebrate richness in Indonesia, however, when recovery works started, the abundance dropped but diversity increased in the logged sites (Edwards *et al.*, 2012), as did the fynbos in South Africa. In Brazil, ranging from a tree scarce (Caatinga) to a tree rich (Cerrado) forest, herbivore-insect diversity increased with the tree gradient, even when

species turnover did not show similar species in the compared ecosystems, the herbivore functional group was higher in the Cerrado ecosystem (Leal *et al.*, 2016).

The edge effect in forest ecosystems showed faster litter decomposition in forest interior due to moisture availability and macrofauna intervention in UK (Riutta *et al.*, 2012). This result was also observed in tropical ecosystems: in this case, dung beetle richness increased in forest interior (Martello *et al.*, 2016). However, velvet-ants were more abundant in the edges, decreasing towards the forest interior (Vieira *et al.*, 2015). The integrated soil quality index (IBQS) proposed in France showed that litter-sensitive macrofauna (from various taxa) was assigned to the group that tolerated low pH values and Ca tolerance. This group was prone to be related with forested or undisturbed ecosystems (Ruiz *et al.*, 2011). Even when, litter decomposition appears to be greatly dependent on macrofauna in the soil, the same might not be the case in the streams, where macroinvertebrates (70% Chironomidae) from degraded forest played a minor role in organic matter decomposition (Rezende *et al.*, 2016).

## CONCLUSIONS

The evidence of soil invertebrate variations in community composition are driven by changes (natural or anthropical) in the quantity and quality of litter, as well as soil chemical and physical parameters, which are strongly influenced and disturbed by intensive agriculture, and interdependent linkages of ecological networks. In the tropics there is still more to understand about their behavior and ecology, because only 64% of the studies are focused in tropical or subtropical areas.

The vast majority of responses from temperate regions can be also seen in tropical environments, although the degree of explanation in the tropics has still gaps that require much research. One of the main research lines seems to allocate fire regimes. In this regard, Lepidoptera, Scarabaeinae and Formicidae are the most studied arthropods of the tropics and temperate regions. That must be partly answered by the fact that they have the most abundant network of identification available, which allows a better understanding of their response to this type of stresses. If other invertebrates might provide more detailed explanation, it is a matter yet to be studied.

Higher taxa determination (Order or higher) does not provide enough information to conclude particular soil invertebrate responses. That information would rather be used as a base line to address the questions that could be answered in the future. Family determination (with limitations) can provide general patterns on insect responses to specific environmental perturbances. Family analysis will help us to understand spatial species turnover and start to understand temporal dynamics. Genus determination will provide insights on specific disturbances or biodiversity interests regarding one ecosystem. However, as soon as we close our attention to one species, we might lose the big picture. This big picture is broadly visible as multiple sensitivity, ecological network strength and functional groups variation. There is also important to note that the baseline needs to be consistent with the methodology. Pitfall traps will only be as accurate as the design that is employed, providing only relative abundances or relative richness. However, spatial or volume sampling is much more demanding, therefore the small amount of research done for this type of sampling.

Species analysis it is still a task to be completed in the Tropics. Taxonomic determination could be enhanced with modern integrative techniques. It is now that we are just starting to understand the driving forces behind huge changes in the planet (ecosystem services), and those changes will be better assessed with a clearer understanding of the most biodiverse group of animals on earth.



## BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

- Adeney, J.M., Christensen, N.L., Vicentini, A. & Cohn-Haft, M. (2016). White-sand Ecosystems in Amazonia. *Biotropica*, 48(1), 7–23. <https://doi.org/10.1111/btp.12293>
- Almeida, S., Louzada, J., Sperber, C. & Barlow, J. (2011). Subtle Land-Use Change and Tropical Biodiversity: Dung Beetle Communities in Cerrado Grasslands and Exotic Pastures. *Biotropica*, 43(6), 704–710. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2011.00751.x>
- Banaszak-Cibicka, W. & Zmihorski, M. (2012). Wild bees along an urban gradient: Winners and losers. *Journal of Insect Conservation*, 16(3), 331–343. <https://doi.org/10.1007/s10841-011-9419-2>
- Barton, P.S., Colloff, M.J., Pullen, K.R. & Cunningham, S.A. (2013). Grassland area determines beetle assemblage dissimilarity from surrounding floodplain forest. *Journal of Insect Conservation*, 17(6), 1209–1219. <https://doi.org/10.1007/s10841-013-9602-8>
- Beaumont, K.P., Mackay, D.A. & Whalen, M.A. (2012). The effects of prescribed burning on epigeic ant communities in eucalypt forest of South Australia. *Forest Ecology and Management*, 271, 147–157. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.02.007>
- Birkhofer, K., Diekötter, T., Boch, S., Fischer, M., Müller, J., Socher, S. & Wolters, V. (2011). Soil fauna feeding activity in temperate grassland soils increases with legume and grass species richness. *Soil Biology and Biochemistry*, 43(10), 2200–2207. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2011.07.008>
- Caballero, U. & León-Cortés, J.L. (2012). High diversity beetle assemblages attracted to carrion and dung in threatened tropical oak forests in Southern Mexico. *Journal of Insect Conservation*, 16(4), 537–547. <https://doi.org/10.1007/s10841-011-9439-y>
- Calcaterra, L.A., Di Blanco, Y., Srur, M. & Briano, J. (2014). Fire effect on ground-foraging ant assemblages in northeastern Argentina. *Journal of Insect Conservation*, 18(3), 339–352. <https://doi.org/10.1007/s10841-014-9642-8>
- Cancello, E.M., Silva, R.R., Vasconcellos, A., Reis, Y.T. & Oliveira, L.M. (2014). Latitudinal variation in termite species richness and abundance along the Brazilian Atlantic forest hotspot. *Biotropica*, 46(4), 441–450. <https://doi.org/10.1111/btp.12120>
- Chen, X., Adams, B., Bergeron, C., Sabo, A. & Hooper-Bùi, L. (2014). Ant community structure and response to disturbances on coastal dunes of Gulf of Mexico. *Journal of Insect Conservation*, 19, 1–13. <https://doi.org/10.1007/s10841-014-9722-9>
- Coulibaly, T., Alexandre, A., Akpese, M., Yapi, A., Philippe, K. & Yves, K. (2016). Change in termite communities along a chronosequence of mango tree orchards in the north of Côte d'Ivoire. *Journal of Insect Conservation*, 20, 1011–1019. <https://doi.org/10.1007/s10841-016-9935-1>
- Czechowski, P., Clarke, L.J., Breen, J., Cooper, A. & Stevens, M.I. (2016). Antarctic eukaryotic soil diversity of the Prince Charles Mountains revealed by high-throughput sequencing. *Soil Biology and Biochemistry*, 95, 112–121. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2015.12.013>
- Dambros, C.S., Morais, J.W., Vasconcellos, A., Souza, J.L.P., Franklin, E. & Gotelli, N.J. (2016). Association of Ant Predators and Edaphic Conditions with Termite Diversity in an Amazonian Rain Forest. *Biotropica*, 48(2), 237–245. <https://doi.org/10.1111/btp.12270>



- DaRocha, W.D., Neves, F.S., Dáttilo, W. & Delabie, J.H.C. (2016). Epiphytic bromeliads as key components for maintenance of ant diversity and ant-bromeliad interactions in agroforestry system canopies. *Forest Ecology and Management*, 372, 128–136. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.04.011>
- de Andrade, R.B., Barlow, J., Louzada, J., Vaz-de-Mello, F.Z., Silveira, J.M. & Cochrane, M.A. (2014). Tropical forest fires and biodiversity: dung beetle community and biomass responses in a northern Brazilian Amazon forest. *Journal of Insect Conservation*, 18(6), 1097–1104. <https://doi.org/10.1007/s10841-014-9719-4>
- De Farias, P.M., Arellano, L., Hernández, M.I.M., & Ortiz, S.L. (2015). Response of the copro-necrophagous beetle (Coleoptera: Scarabaeinae) assemblage to a range of soil characteristics and livestock management in a tropical landscape. *Journal of Insect Conservation*, 19(5), 947–960. <https://doi.org/10.1007/s10841-015-9812-3>
- Drescher, J., Feldhaar, H. & Blüthgen, N. (2011). Interspecific Aggression and Resource Monopolization of the Invasive Ant *Anoplolepis gracilipes* in Malaysian Borneo. *Biotropica*, 43(1), 93–99. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2010.00662.x>
- Dudley, R., Kaspari, M. & Yanoviak, S.P. (2012). Lust for salt in the Western Amazon. *Biotropica*, 44(1), 6–9. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2011.00818.x>
- Edwards, D.P., Backhouse, A.R., Wheeler, C., Khen, C.V., & Hamer, K.C. (2012). Impacts of logging and rehabilitation on invertebrate communities in tropical rainforests of northern Borneo. *Journal of Insect Conservation*, 16(4), 591–599. <https://doi.org/10.1007/s10841-011-9444-1>
- Elia, M., Laforteza, R., Tarasco, E., Colangelo, G. & Sanesi, G. (2012). The spatial and temporal effects of fire on insect abundance in Mediterranean forest ecosystems. *Forest Ecology and Management*, 263, 262–267. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.09.034>
- Filgueiras, B.K.C., Iannuzzi, L. & Leal, I.R. (2011). Habitat fragmentation alters the structure of dung beetle communities in the Atlantic Forest. *Biological Conservation*, 144(1), 362–369. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.09.013>
- Gaigher, R. & Samways, M.J. (2013). Strategic Management of an Invasive Ant-scale Mutualism Enables Recovery of a Threatened Tropical Tree Species. *Biotropica*, 45(1), 128–134. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2012.00898.x>
- Gerlach, J., Samways, M. & Pryke, J. (2013). Terrestrial invertebrates as bioindicators: An overview of available taxonomic groups. *Journal of Insect Conservation*, 17(4), 831–850. <https://doi.org/10.1007/s10841-013-9565-9>
- Gosling, C.M., Schrama, M., van Erk, A., Olf, H. & Cromsigt, J.P.G.M. (2016). Mammalian herbivores, grass height and rainfall drive termite activity at different spatial scales in an African savanna. *Biotropica*, 48(5), 656–666. <https://doi.org/10.1111/btp.12337>
- Hausberger, B. & Korb, J. (2016). The Impact of Anthropogenic Disturbance on Assembly Patterns of Termite Communities. *Biotropica*, 48(3), 356–364. <https://doi.org/10.1111/btp.12278>
- Hernández, M.I.M., Barreto, P.S.C.S., Costa, V.H., Creão-Duarte, A.J., & Favila, M.E. (2014). Response of a dung beetle assemblage along a reforestation gradient in Restinga forest. *Journal of Insect Conservation*, 18(4), 539–546. <https://doi.org/10.1007/s10841-014-9645-5>

- Hoffmann, B.D., Luque, G.M., Bellard, C., Holmes, N.D. & Donlan, C.J. (2016). Improving invasive ant eradication as a conservation tool: A review. *Biological Conservation*, 198, 37–49. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.03.036>
- Jiménez-Valverde, A., Gilgado, J.D., Sendra, A., Pérez-Suárez, G., Herrero-Borgoñón, J.J. & Ortuño, V.M. (2015). Exceptional invertebrate diversity in a scree slope in Eastern Spain. *Journal of Insect Conservation*, 19(4), 713–728. <https://doi.org/10.1007/s10841-015-9794-1>
- Kaartinen, R., Hardwick, B. & Roslin, T. (2013). Using citizen scientists to measure an ecosystem service nationwide. *Ecology*, 94(11), 2645–2652. <https://doi.org/10.1890/12-1165.1>
- Kati, V., Zografou, K., Tzirkalli, E., Chitos, T. & Willemse, L. (2012). Butterfly and grasshopper diversity patterns in humid Mediterranean grasslands: The roles of disturbance and environmental factors. *Journal of Insect Conservation*, 16(6), 807–818. <https://doi.org/10.1007/s10841-012-9467-2>
- Kone, M., Konate, S., Yeo, K., Kouassi, P.K. & Linsenmair, K.E. (2014). Effects of management intensity on ant diversity in cocoa plantation (Oume, centre west Côte d'Ivoire). *Journal of Insect Conservation*, 18(4), 701–712. <https://doi.org/10.1007/s10841-014-9679-8>
- Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B. & Rubel, F. (2006). World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, 15(3), 259–263. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2006/0130>
- Krewenka, K.M., Holzschuh, A., Tscharnkte, T. & Dormann, C.F. (2011). Landscape elements as potential barriers and corridors for bees, wasps and parasitoids. *Biological Conservation*, 144(6), 1816–1825. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.03.014>
- Kuppler, J., Fricke, J., Hemp, C., Steffan-Dewenter, I. & Peters, M.K. (2015). Conversion of savannah habitats to small-scale agriculture affects grasshopper communities at Mt. Kilimanjaro, Tanzania. *Journal of Insect Conservation*, 19(3), 509–518. <https://doi.org/10.1007/s10841-015-9772-7>
- Lawrence, J. M., Samways, M. J., Kelly, J. A. & Henwood, J. (2013a). Beyond vegetation-based habitat restoration for a threatened giant Spirostreptid millipede. *Journal of Insect Conservation*, 17(3), 557–564. <https://doi.org/10.1007/s10841-012-9541-9>
- Lawrence, J. M., Samways, M. J., Kelly, J. A. & Henwood, J. (2013b). Response of a threatened giant millipede to forest restoration. *Journal of Insect Conservation*, 17(2), 367–373. <https://doi.org/10.1007/s10841-012-9518-8>
- Leal, C.R.O., Oliveira Silva, J., Sousa-Souto, L. & de Siqueira Neves, F. (2016). Vegetation structure determines insect herbivore diversity in seasonally dry tropical forests. *Journal of Insect Conservation*, 20(6), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s10841-016-9930-6>
- Lima, M.H.C., Oliveira, E.G. & Silveira, F.A.O. (2013). Interactions between Ants and Non-myrmecochorous Fruits in Miconia (Melastomataceae) in a Neotropical Savanna. *Biotropica*, 45(2), 217–223. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2012.00910.x>
- Magoba, R.N., Samways, M.J. & Simaika, J.P. (2015). Soil compaction and surface-active arthropods in historic, agricultural, alien, and recovering vegetation. *Journal of Insect Conservation*, 19(3), 501–508. <https://doi.org/10.1007/s10841-015-9771-8>

- Maher, C., Gormally, M., Williams, C. & Skeffington, M.S. (2014). Atlantic floodplain meadows: Influence of hydrological gradients and management on sciomyzid (Diptera) assemblages. *Journal of Insect Conservation*, 18(2), 267–282. <https://doi.org/10.1007/s10841-014-9630-z>
- Manning, P., Gossner, M.M., Bossdorf, O., Allan, E., Zhang, Y.-Y., Prati, D., ...& Fisher, M. (2015). Grassland management intensification weakens the association among the diversities of multiple plant and animal taxa. *Ecology*, 96(6), 1492–1501.
- Martello, F., Andriolli, F., de Souza, T.B., Dodonov, P. & Ribeiro, M.C. (2016). Edge and land use effects on dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) in Brazilian cerrado vegetation. *Journal of Insect Conservation*, 20(6), 957–970. <https://doi.org/10.1007/s10841-016-9928-0>
- Matenaar, D., Bazelet, C. S., & Hochkirch, A. (2015). Simple tools for the evaluation of protected areas for the conservation of grasshoppers. *Biological Conservation Journal*, 192, 192–199. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.09.023>
- Meyer, W.M., Ostertag, R. & Cowie, R.H. (2011). Macro-invertebrates accelerate litter decomposition and nutrient release in a Hawaiian rainforest. *Soil Biology and Biochemistry*, 43(1), 206–211. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2010.10.005>
- Meyer, W.M., Ostertag, R. & Cowie, R.H. (2013). Influence of terrestrial molluscs on litter decomposition and nutrient release in a hawaiian rain forest. *Biotropica*, 45(6), 719–727. <https://doi.org/10.1111/btp.12057>
- Morante-Filho, J.C., Arroyo-Rodríguez, V., Lohbeck, M., Tschardt, T. & Faria, D. (2016). Tropical forest loss and its multitrophic effects on insect herbivory. *Ecology*, 97(12), 3315–3325. <https://doi.org/10.1002/ecy.1592>
- Moranz, R.A., Debinski, D.M., Winkler, L., Trager, J., McGranahan, D.A., Engle, D.M., & Miller, J.R. (2013). Effects of grassland management practices on ant functional groups in central North America. *Journal of Insect Conservation*, 17(4), 699–713. <https://doi.org/10.1007/s10841-013-9554-z>
- Mumme, S., Jochum, M., Brose, U., Haneda, N. F. & Barnes, A.D. (2015). Functional diversity and stability of litter-invertebrate communities following land-use change in Sumatra, Indonesia. *Biological Conservation*, 191, 750–758. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.08.033>
- Neoh, K.B., Bong, L.J., Nguyen, M.T., Nguyen, V.T., Nguyen, H.Q., Itoh, M., ... & Yoshimura, T. (2015). Termite diversity and complexity in Vietnamese agroecosystems along a gradient of increasing disturbance. *Journal of Insect Conservation*, 19(6), 1129–1139. <https://doi.org/10.1007/s10841-015-9828-8>
- Nime, M.F., Casanoves, F. & Mattoni, C.I. (2014). Scorpion diversity in two different habitats in the Arid Chaco, Argentina. *Journal of Insect Conservation*, 18(3), 373–384. <https://doi.org/10.1007/s10841-014-9646-4>
- Peters, M.K., Fischer, G., Hita Garcia, F., Lung, T. & Wägele, J.W. (2013). Spatial Variation in Army Ant Swarm Raiding and its Potential Effect on Biodiversity. *Biotropica*, 45(1), 54–62. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2012.00890.x>

- Presley, S.J., Willig, M.R., Bloch, C.P., Castro-Arellano, I., Higgins, C.L. & Klingbeil, B.T. (2011). A complex metacommunity structure for gastropods along an elevational gradient. *Biotropica*, 43(4), 480–488. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2010.00727.x>
- Prieto-Benítez, S. & Méndez, M. (2011). Effects of land management on the abundance and richness of spiders (Araneae): A meta-analysis. *Biological Conservation*, 144(2), 683–691. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.11.024>
- Pringle, E.G., Dirzo, R. & Gordon, D.M. (2011). Indirect benefits of symbiotic coccoids for an ant-defended myrmecophytic tree. *Ecology*, 92(1), 37–46. <https://doi.org/10.1890/10-0234.1>
- Pryke, J.S. & Samways, M.J. (2012). Importance of using many taxa and having adequate controls for monitoring impacts of fire for arthropod conservation. *Journal of Insect Conservation*, 16(2), 177–185. <https://doi.org/10.1007/s10841-011-9404-9>
- Řezáč, M. & Heneberg, P. (2014). Conservation status of the only representative of infraorder Mygalomorphae (Araneae) in cultivated regions of Central Europe. *Journal of Insect Conservation*, 18(4), 523–537. <https://doi.org/10.1007/s10841-014-9668-y>
- Rezende, R.S., Graça, M.A.S., Santos, A.M., Medeiros, A.O., Santos, P.F., Nunes, Y.R. & Gonçalves, J.F.J. (2016). Organic Matter Dynamics in a Tropical Gallery Forest in a Grassland Landscape. *Biotropica*, 48(3), 1–10. <https://doi.org/10.1111/btp.12308>
- Ribas, C.R., Solar, R.R.C., Campos, R.B.F., Schmidt, F.A., Valentim, C.L. & Schoereder, J.H. (2012). Can ants be used as indicators of environmental impacts caused by arsenic? *Journal of Insect Conservation*, 16(3), 413–421. <https://doi.org/10.1007/s10841-011-9427-2>
- Richardson, M.J., Richardson, B.A. & Srivastava, D.S. (2015). The Stability of Invertebrate Communities in Bromeliad Phytotelmata in a Rain Forest Subject to Hurricanes. *Biotropica*, 47(2), 201–207. <https://doi.org/10.1111/btp.12204>
- Rickert, C., Fichtner, A., van Klink, R. & Bakker, J.P. (2012). a- and b-Diversity in Moth Communities in Salt Marshes Is Driven By Grazing Management. *Biological Conservation*, 146(1), 24–31. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.11.024>
- Riginos, C., Karande, M.A., Rubenstein, D.I. & Palmer, T.M. (2015). Disruption of a protective ant-plant mutualism by an invasive ant increases elephant damage to savanna trees. *Ecology*, 96(3), 654–661. <https://doi.org/10.1890/14-1348.1>
- Riutta, T., Slade, E.M., Bebber, D.P., Taylor, M. E., Malhi, Y., Riordan, P., ...& Morecroft, M.D. (2012). Experimental evidence for the interacting effects of forest edge, moisture and soil macrofauna on leaf litter decomposition. *Soil Biology and Biochemistry*, 49, 124–131. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2012.02.028>
- Rocha-Ortega, M. & Favila, M.E. (2013). The recovery of ground ant diversity in secondary Lacandon tropical forests. *Journal of Insect Conservation*, 17(6), 1161–1167. <https://doi.org/10.1007/s10841-013-9597-1>
- Ruiz, N., Mathieu, J., Célini, L., Rollard, C., Hommay, G., Iorio, E. & Lavelle, P. (2011). IBQS: A synthetic index of soil quality based on soil macro-invertebrate communities. *Soil Biology and Biochemistry*, 43(10), 2032–2045. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2011.05.019>

- Sáfián, S., Csontos, G. & Winkler, D. (2011). Butterfly community recovery in degraded rainforest habitats in the Upper Guinean Forest Zone (Kakum forest, Ghana). *Journal of Insect Conservation*, 15(1), 351–359. <https://doi.org/10.1007/s10841-010-9343-x>
- Sato, T., Watanabe, K., Kanaiwa, M., Niizuma, Y., Harada, Y. & Lafferty, K.D. (2011). Nematomorph parasites drive energy flow through a riparian ecosystem. *Ecology*, 92(1), 201–207. <https://doi.org/10.1890/09-1565.1>
- Scharroba, A., Dibbern, D., Hünninghaus, M., Kramer, S., Moll, J., Butenschoen, O., ... & Ruess, L. (2012). Effects of resource availability and quality on the structure of the micro-food web of an arable soil across depth. *Soil Biology and Biochemistry*, 50, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2012.03.002>
- Schuldt, A., Bruelheide, H., Härdtle, W. & Assmann, T. (2012). Predator Assemblage Structure and Temporal Variability of Species Richness and Abundance in Forests of High Tree Diversity. *Biotropica*, 44(6), 793–800. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2012.00876.x>
- Seibold, S., Bäessler, C., Brandl, R., Gossner, M. M., Thorn, S., Ulyshen, M. D. & Müller, J. (2015). Experimental studies of dead-wood biodiversity - A review identifying global gaps in knowledge. *Biological Conservation*, 191, 139–149. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.06.006>
- Silveira, J.M., Louzada, J., Barlow, J., Andrade, R., Mestre, L., Solar, R., ... & Cochrane, M.A. (2016). A Multi-Taxa Assessment of Biodiversity Change After Single and Recurrent Wildfires in a Brazilian Amazon Forest. *Biotropica*, 48(2), 170–180. <https://doi.org/10.1111/btp.12267>
- Solar, R.R. de C., Barlow, J., Andersen, A.N., Schoereder, J.H., Berenguer, E., Ferreira, J.N. & Gardner, T.A. (2016). Biodiversity consequences of land-use change and forest disturbance in the Amazon: A multi-scale assessment using ant communities. *Biological Conservation*, 197, 98–107. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.03.005>
- Tarli, V.D., Pequeno, P.A.C.L., Franklin, E., de Moraes, J.W., Souza, J.L.P., Oliveira, A.H.C. & Guilherme, D. R. (2014). Multiple Environmental Controls on Cockroach Assemblage Structure in a Tropical Rain Forest. *Biotropica*, 46(5), 598–607. <https://doi.org/10.1111/btp.12138>
- Taylor, A.R. & Ranius, T. (2014). Tree hollows harbour a specialised oribatid mite fauna. *Journal of Insect Conservation*, 18(1), 39–55. <https://doi.org/10.1007/s10841-014-9613-0>
- Tillberg, C.V, Edmonds, B., Freauff, A., Hanisch, P.E., Paris, C., Smith, C.R., ... & Suarez, A.V. (2014). Foraging ecology of the tropical giant hunting ant *Dinoponera australis* (Hymenoptera: Formicidae)- evaluating mechanisms for high abundance. *Biotropica*, 46(2), 229–237. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1111/btp.12097>
- Ulyshen, M.D. (2011). Arthropod vertical stratification in temperate deciduous forests: Implications for conservation-oriented management. *Forest Ecology and Management*, 261(9), 1479–1489. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.01.033>
- Van der Colff, D., Dreyer, L.L., Valentine, A. & Roets, F. (2015). Invasive plant species may serve as a biological corridor for the invertebrate fauna of naturally isolated hosts. *Journal of Insect Conservation*, 19(5), 863–875. <https://doi.org/10.1007/s10841-015-9804-3>
- Velásquez, E., Fonte, S.J., Barot, S., Grimaldi, M., Desjardins, T. & Lavelle, P. (2012). Soil macrofauna-mediated impacts of plant species composition on soil functioning in Amazonian pastures.

- Applied Soil Ecology*, 56, 43–50. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2012.01.008>
- Velásquez, E., Lavelle, P. & Andrade, M. (2007). GISQ, a multifunctional indicator of soil quality. *Soil Biology and Biochemistry*, 39(12), 3066–3080. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2007.06.013>
- Vieira, C.R., Pitts, J., & Colli, G.R. (2015). Microhabitat changes induced by edge effects impact velvet ant (Hymenoptera: Mutillidae) communities in southeastern Amazonia, Brazil. *Journal of Insect Conservation*, 19(5), 849–861. <https://doi.org/10.1007/s10841-015-9803-4>
- Wittkuhn, R.S., McCaw, L., Wills, A.J., Robinson, R., Andersen, A.N., Van Heurck, P., ... & Cranfield, R. (2011). Variation in fire interval sequences has minimal effects on species richness and composition in fire-prone landscapes of south-west Western Australia. *Forest Ecology and Management*, 261(6), 965–978. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.10.037>
- Yusah, K.M., Fayle, T.M., Harris, G. & Foster, W.A. (2012). Optimizing diversity assessment protocols for high canopy ants in tropical rain forest. *Biotropica*, 44(1), 73–81. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2011.00775.x>
- Zida, Z., Ouédraogo, E., Mando, A. & Stroosnijder, L. (2011). Termite and earthworm abundance and taxonomic richness under long-term conservation soil management in Saria, Burkina Faso, West Africa. *Applied Soil Ecology*, 51(1), 122–129. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2011.09.001>
- Zmihorski, M., Sienkiewicz, P., & Tryjanowski, P. (2013). Never ending story: A lesson in using sampling efficiency methods with ground beetles. *Journal of Insect Conservation*, 17(2), 333–337. <https://doi.org/10.1007/s10841-012-9514-z>





Red Iberoamericana de Medio Ambiente  
REGISTRO SENESCOT: REG-RED-18-0057



Gobierno Autónomo  
Descentralizado de la  
Provincia de Chimborazo



RIOBAMBA  
GAD MUNICIPAL



MINISTERIO  
DE TURISMO



# IV

## CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE TURISMO SUSTENTABLE

**Salón auditorio Prefectura Chimborazo  
Riobamba, Chimborazo, Ecuador  
Del 23 al 27 de septiembre de 2019**

Dos cursos de posgrado avalados internacionalmente

Cinco conferencias magistrales

Presentación de ponencias y póster

Feria de emprendimientos turísticos

Visita a la comunidad «La Moya»

Publicación de artículos científicos con registro ISBN

Evento avalado por el Ministerio de Turismo de Ecuador

Visita a emprendimiento de turismo comunitario «Quilla Pacari»

Recorrido por el centro histórico de la ciudad de Riobamba

### INFORMACIÓN DE CONTACTO:

Dirección: Calle Vargas Torres 22-39

Entre Primera Constituyente y Avenida Daniel León Borja

Loma de Quito, Parroquia Lizarzaburu, Cantón Riobamba

Provincia Chimborazo, Ecuador. C.P: 060104

E-mail: [contacto@reima-ec.org](mailto:contacto@reima-ec.org)

Web: [www.reima-ec.org](http://www.reima-ec.org)

Teléfono: (+593) 3-294-6633





# V SEMINARIO INTERNACIONAL DE COOPERACIÓN UNIVERSITARIA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

## 1<sup>er</sup> ENCUENTRO INTERNACIONAL DE DOCTORADOS EN CIENCIAS AMBIENTALES

COLOMBIA 2019



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES  
**13, 14 Y 15**  
DE NOVIEMBRE DE 2019

### EJES TEMÁTICOS

- Sociedad y ambiente
- Sistemas productivos, tecnológicos y ambiente
- Territorio y ambiente



Facultad de  
Ciencias Ambientales



Centro de Gestión  
Ambiental



# II JORNADAS CIENTIFICAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



## III JORNADAS CIENTIFICAS DE CIENCIAS AMBIENTALES Y BIODIVERSIDAD

AUDITORIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA  
COMUNICACION

20 - 22 NOVIEMBRE 2019



**reima**  
Red Iberoamericana de Medio Ambiente



**Uleam**  
UNIVERSIDAD LAICA  
ELOY ALFARO DE MANABÍ



# Doctorado en Conservación y Restauración del Medio Natural

Modalidad Online | Duración 2 Años



RVOE: DOC170202



UNIVERSIDAD  
CENTRO  
PANAMERICANO  
DE ESTUDIOS  
SUPERIORES



**reima**  
Red Iberoamericana de Medio Ambiente



# Doctorado en Sostenibilidad

Modalidad Online | Duración 2 Años



RVOE: DOC160402



UNIVERSIDAD  
CENTRO  
PANAMERICANO  
DE ESTUDIOS  
SUPERIORES

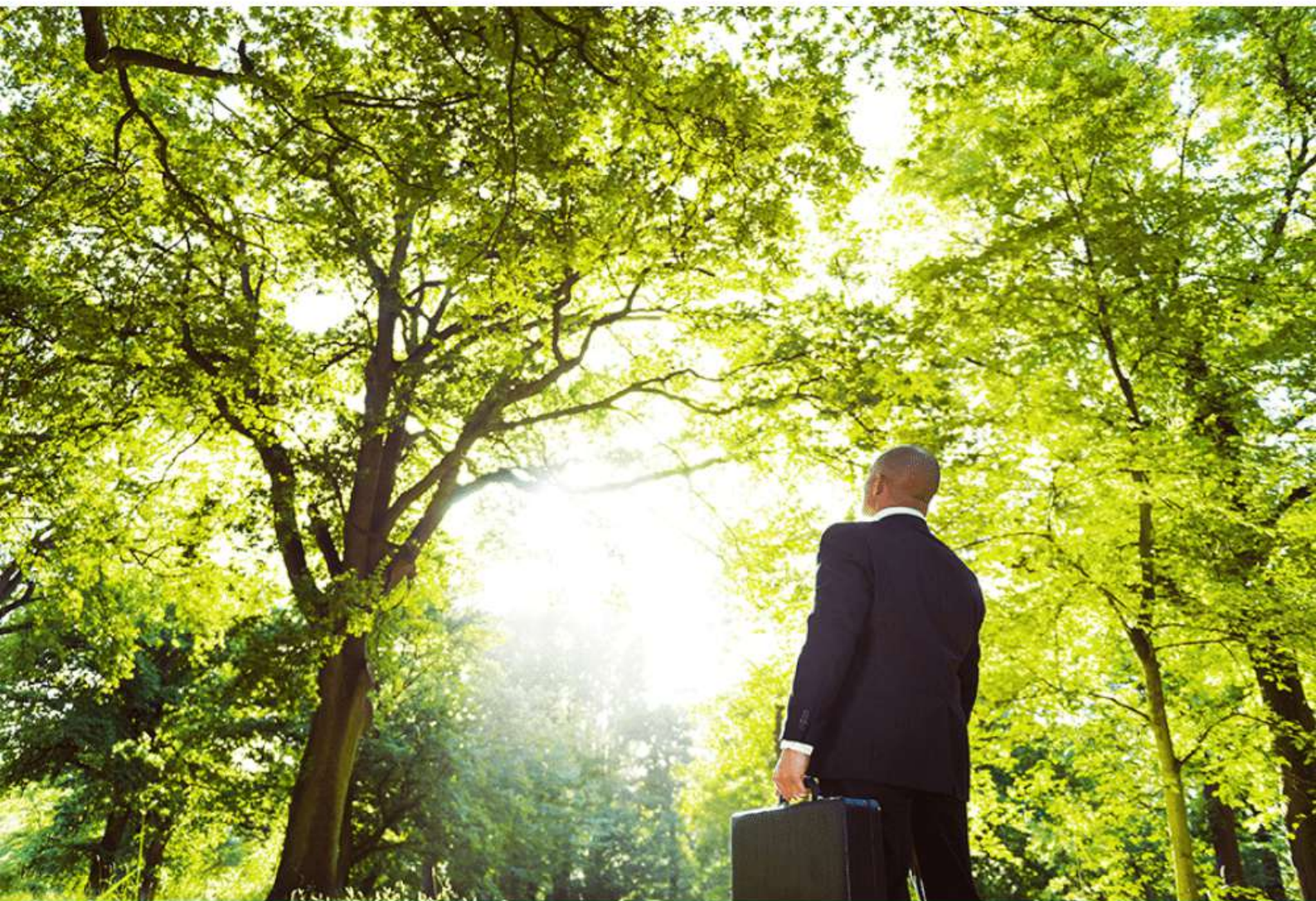


reima  
Red Iberoamericana de Medio Ambiente



# Especialidad en Consultoría Ambiental

Modalidad Online | Duración 2 Años



RVOE: ESP111203



UNIVERSIDAD  
CENTRO  
PANAMERICANO  
DE ESTUDIOS  
SUPERIORES



reima  
Red Iberoamericana de Medio Ambiente



# Especialidad en Evaluación de Impacto Ambiental

Modalidad Online | Duración 2 Años



RVOE: ESP080802



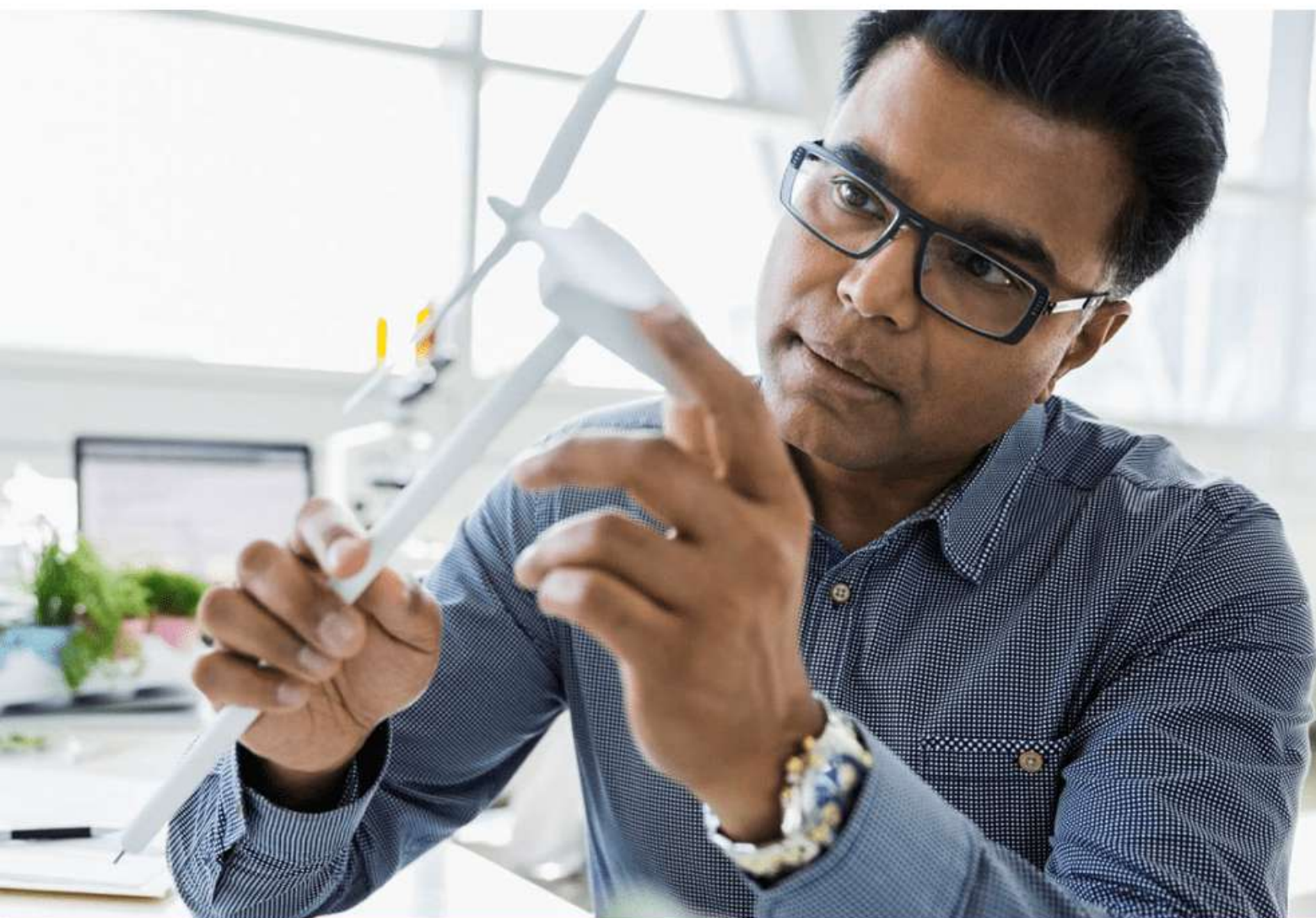
UNIVERSIDAD  
CENTRO  
PANAMERICANO  
DE ESTUDIOS  
SUPERIORES



**reima**  
Red Iberoamericana de Medio Ambiente

# Maestría en Medio Ambiente y Responsabilidad Social

Modalidad Online | Duración 2 Años



RVOE: MAE5180410



UNIVERSIDAD  
CENTRO  
PANAMERICANO  
DE ESTUDIOS  
SUPERIORES



reima  
Red Iberoamericana de Medio Ambiente



# Maestría en Ciencias de la Sostenibilidad

Modalidad Online | Duración 2 Años



RVOE: MAES180407



UNIVERSIDAD  
CENTRO  
PANAMERICANO  
DE ESTUDIOS  
SUPERIORES



reima  
Red Iberoamericana de Medio Ambiente



## INSTRUCCIONES A LOS AUTORES

La *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad* es una publicación que abarca diversos temas desde diferentes áreas del conocimiento, los cuales tienen un impacto directo en la gestión ambiental. La misma asume cuatro categorías de trabajos científicos:

- a) Artículos de investigación científica
- b) Artículo de revisión
- c) Artículos de reflexión o ensayos
- d) Estudios de caso

Siempre que los mismos se contemplen como envíos originales y respondan a uno de los siguientes ejes temáticos:

- Uso sustentable de la biodiversidad y manejo de áreas protegidas
- Manejo sustentable de tierras y seguridad alimentaria
- Gestión de riesgos ambientales y cambio climático
- Gestión sustentable de recursos hídricos
- Gestión ambiental en asentamientos humanos
- Gestión sustentable de residuos sólidos urbanos
- Educación, cultura y comunicación ambiental
- Turismo sustentable
- Política y derecho ambiental
- Bases de datos, percepción remota y SIG aplicados a la gestión ambiental
- Cooperación universitaria para el desarrollo sustentable

La *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad* tiene sus antecedentes en el Boletín ECOTEMAS y las publicaciones que se han generado desde el año 2016 como resultado de las ponencias presentadas en los diferentes congresos que organiza la Red Iberoamericana de Medio Ambiente (REIMA, A.C.). En consecuencia, está dirigida fundamentalmente a profesionales, docentes, investigadores y estudiantes, principalmente de Iberoamérica, sean o no miembros de REIMA A.C., que tengan interés en publicar los resultados de sus investigaciones a través de la misma.

Los trabajos enviados deben ser originales e inéditos y no deben haber sido presentados o publicados en otra revista. *Ambiente & Sustentabilidad* recibe artículos en español, inglés y portugués. Independientemente del idioma, los artículos deben contener título, resumen y palabras clave en español, inglés y portugués. Los trabajos seleccionados serán revisados por los miembros del Equipo editorial mediante el proceso de «Revisión por pares doble ciego».

La *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad* no se responsabiliza de las opiniones y afirmaciones expresadas en los artículos, estas son responsabilidad exclusiva de los autores.

## 1. Tipos de trabajos

- **Artículos de investigación científica:** redactado a partir de resultados de investigaciones originales y rigurosas de carácter teórico o experimental. La extensión máxima será de 10 cuartillas incluyendo resumen, tablas y figuras, con un máximo de 40 referencias bibliográficas, todas ellas citadas en el artículo.
- **Artículo de revisión:** redactado a partir de investigaciones donde se analizan, sistematizan e integran los resultados de diversas investigaciones publicadas o no publicadas, sobre un tema específico con el fin de dar cuenta de los avances y las tendencias de desarrollo del mismo. La extensión máxima es de seis cuartillas incluyendo resumen (descriptivo), palabras clave, introducción y texto dividido en varios apartados (a consideración del autor), conclusiones y bibliografía. Puede ilustrarse con tablas y figuras. Debe contar con al menos 50 referencias bibliográficas.
- **Artículos de reflexión o ensayos:** presenta resultados de una investigación, reflexión o experiencia académica determinada desde una perspectiva analítica, interpretativa o crítica del autor, sobre un tema específico, recurriendo a fuentes originales y aportando su tesis y razones. La extensión máxima es de cuatro cuartillas y 20 referencias bibliográficas.
- **Estudios de caso:** se centra en el estudio exhaustivo de un fenómeno o tema específico que permite descubrir nuevos aspectos de un tema específico o confirmar aquello que ya sabemos. Como resultado se obtendrá una descripción exhaustiva y cualitativa de un fenómeno, experiencia, situación o condición específica. La extensión máxima es de seis cuartillas y 40 referencias bibliográficas.

## 2. Formato del artículo

El formato del artículo se debe ceñir a las normas expuestas a continuación. Se recomienda el uso de la plantilla «**Plantilla Texto**» para el envío del artículo, que se encuentra disponible en la web de la revista.

- A. Título:** aparecerá en español, inglés y portugués; debe ser explícito y preciso, no debe exceder las 15 palabras, reflejando sin lugar a equívocos su contenido. No pueden usarse fórmulas, abreviaturas o acrónimos.
- B. Datos del autor o autores:** aparecerá el nombre(s) y apellido(s), institución a la que pertenece, país, dirección de correo electrónico e identificador ORCID. El orden de los autores debe guardar relación con el aporte que cada uno hizo al trabajo. Para una comunicación fluida entre la dirección de la revista y las personas responsables de los trabajos se debe indicar un número de teléfono de contacto. Los autores que carezcan del identificador ORCID deben registrarse en: <https://orcid.org/register>
- C. Resumen:** se redacta en un lenguaje preciso y conciso, en tiempo pasado; donde se incluyan los objetivos, metodología empleada, resultados más relevantes y principales conclusiones de la investigación. Se redacta en un solo párrafo en idioma español, inglés y portugués; con una extensión máxima de 200 palabras.
- D. Palabras clave:** cinco palabras o grupos de palabras ordenadas alfabéticamente, separadas por comas y que no se encuentren en el título. Aparecerán en español, inglés y portugués. Deben estar relacionadas con el contenido del trabajo para una mejor inclusión en índices y

bases de datos nacionales e internacionales. Puede apoyarse para su selección en el tesoro de la UNESCO <http://vocabularies.unesco.org/browser/thesaurus/en/groups>

- E. Texto de los artículos:** la redacción debe ser clara y concisa, respetando la extensión máxima que se indicada en el apartado «**Tipos de trabajo**». Todas las siglas citadas deben contar con su significado. Para la numeración de los apartados y subapartados del artículo se deben utilizar cifras arábigas (1. Título apartado; 1.1. Título apartado; 1.1.1. Título apartado).

Para el caso de los **Artículos de investigación científica y Estudios de caso** se recomienda la siguiente estructura:

### **Introducción**

- Se redacta en presente, con un estilo descriptivo-narrativo.
- Refiere el propósito del trabajo, alcance e importancia de este, así como el conocimiento actual del tema; citando las contribuciones más relevantes en la materia.
- Incluye el fundamento teórico y racional del estudio: el qué y el porqué de la investigación.
- Deben quedar explícitos los objetivos principales (generales) y secundarios (específicos).
- Se declara la hipótesis o pregunta de la investigación y el problema científico.
- Proporciona solo referencias estrictamente pertinentes y deben aparecer conclusiones del resultado científico que se informa.
- No debe existir exceso de citas bibliográficas, pues para un estudio detallado sobre el tema están los artículos de revisión.
- Para más información sobre la introducción según la norma APA 7<sup>ma</sup> edición consultar el enlace: <https://normas-apa.org/estructura/introduccion/>

### **Materiales y métodos**

- Se redacta en pasado (midió, estudió, analizó, comprobó, etc.), con un estilo descriptivo.
- Aparecen los criterios utilizados para elegir el objeto de estudio y los pasos que se siguieron.
- Expresa claramente todos los protocolos, métodos y características relevantes de los materiales empleados para llegar a los resultados.
- Presenta los materiales evaluados (especificaciones técnicas, cantidades, procedencia o método de preparación, nombres genéricos o químicos, evitando los comerciales).
- Debe aparecer una descripción completa de los métodos utilizados para que el lector pueda evaluar la conveniencia de los métodos, la confiabilidad y la validez de sus resultados, facilitando que otro investigador pueda replicar la metodología y comparar los resultados.
- Debe declararse el tamaño de la muestra; el análisis estadístico debe realizarse mediante software especializado.
- Debe exponer el período de tiempo y escenarios estudiados, así como comentar las principales limitaciones de la investigación.
- Se declara, en caso de que se requiera, el uso de acrónimos, sistemas de medidas, etcétera.

### **Resultados**

- Se escriben en pasado con estilo descriptivo-narrativo, de forma clara y concisa, sin uso excesivo de verbos.
- Deben resumir la información recopilada y el análisis realizado sobre los datos más relevantes mediante texto, tablas y figuras (solo hasta 8 tablas).
- Las tablas y figuras deben ser autoexplicativas, de tal manera que el lector no tenga que ir al texto para entender la información que se presenta.

- Se deben proporcionar resultados numéricos, no solo derivadas (por ejemplo, %) sino también los números absolutos a partir de los cuales se calcularon las derivadas y se deben especificar los métodos estadísticos utilizados.
- Se utilizará el sistema internacional de unidades.
- Se emplearán las expresiones estadísticas correctas y se evitarán las redundancias.
- Se expresan sin emitir juicios de valor ni sacar conclusiones.
- Para más información sobre los resultados según la norma APA 7<sup>ma</sup> edición consultar el enlace: <https://normas-apa.org/estructura/texto/>

### Discusión

- Se escribe en presente, pero en pasado cuando se comentan los resultados obtenidos.
- Se plantea lo realmente importante, enfatizando en los aspectos nuevos y esenciales del estudio, su importancia, implicaciones y limitaciones.
- No se deben repetir en detalle datos u otro material proporcionado en la sección Introducción o Resultados.
- Para estudios experimentales, es útil comenzar la discusión resumiendo los principales hallazgos, luego explicar posibles mecanismos o explicaciones para estos hallazgos.
- Se debe comparar y contrastar cómo la investigación es diferente de lo informado anteriormente y cómo las observaciones de los autores avanzarán significativamente el conocimiento actual del tema.
- Se deben evitar declaraciones no calificadas y conclusiones no respaldadas por los datos.
- Se comentan las posibles aplicaciones de los resultados obtenidos.
- Debe sustentarse en el análisis estadístico y aportes de otros autores con estudios similares, más no en apreciaciones subjetivas.
- Pueden aparecer recomendaciones y sugerencias para investigaciones futuras.
- No debe compararse con demasiados estudios, pues puede distraer o confundir al lector.
- Las abreviaturas deben mantenerse al mínimo y definirse al primer uso en el texto.

En algunos casos se hace un apartado común: **Resultados y discusión**, en el que al mismo tiempo que se presentan los resultados se van discutiendo, comentando o comparando con otros estudios; en otros casos los resultados y la discusión pueden ser apartados independientes.

### Conclusiones

- Se redactan en tercera persona del plural, utilizando un lenguaje referido a lo expuesto en el tema.
- Breve la recapitulación del contenido del artículo, con las contribuciones más importantes y posibles aplicaciones, evitando las decoraciones léxicas y expresándolas lo más directamente posible.
- Estarán regidas por lo propuesto en la introducción.
- No se trata de aportar nuevas ideas, sino recopilar lo indicado en los apartados de resultados y discusión.
- No deben aparecer citas de otro autor.
- Debe existir correspondencia con los objetivos planteados.
- No deben aparecer enumeradas, ni con viñetas.

### Bibliografía

- Para citar fuentes bibliográficas en el texto y elaborar la lista de referencias se debe utilizar el estilo de la Asociación Americana de Psicología (APA), 7<sup>ma</sup> edición de 2019.



- Se debe indicar el DOI (*Digital Object Identifier*) de cada referencia, si lo tiene.
- Debe incluir exclusivamente las obras citadas dentro del artículo.
- Más del 50 % de la bibliografía citada debe haber sido publicada en los últimos cinco años, salvo que tengan una relevancia histórica o que ese trabajo o el autor del mismo sean un referente en ese campo.
- Deben limitarse las referencias de recursos sin ISSN (resúmenes, tesinas, tesis, informes, etc.)
- La exactitud de las referencias bibliográficas es responsabilidad exclusiva del autor.

La estructura del artículo en el caso de **Artículos de reflexión o ensayos** y **Artículo de revisión** será la siguiente: título, datos del autor, resumen y palabras clave, quedando el resto de apartados a consideración de los autores.

#### F. Tablas

- Sirven para presentar datos que sean realmente relevantes en el estudio.
- El número de la tabla (por ejemplo, **Tabla 1**) es lo primero que aparece y debe usarse negrita.
- El título debe escribirse en cursiva, en una línea con interlineado sencillo y debajo del número de la tabla; debe ser breve pero descriptivo.
- Todas deben incluir encabezados de columna; se sugiere centrar el texto de los encabezados.
- El cuerpo incluye todas las filas y columnas de una tabla (incluida la fila de encabezado); con interlineado sencillo y se recomienda centrar el texto en todas las celdas de la tabla.
- Si se utilizan abreviaturas en la tabla, pueden especificarse en las notas.
- Las notas pueden utilizarse también para atribuir derechos de autor, explicaciones extras con asteriscos. No es un punto obligatorio, por lo tanto, inclúyase notas de tablas solo si son necesarias.
- Para más información sobre estilo de las tablas según la norma APA 7<sup>ma</sup> edición consultar el enlace: <https://normas-apa.org/estructura/tablas/>

#### G. Figuras

- Todos los tipos de elementos visuales que no sean tablas se consideran figuras en el estilo APA. Por ejemplo: ilustraciones, infografías, fotografías, gráficos de líneas o de barras, diagramas de flujo, dibujos, mapas, etc.
- Resolución mínima de 300 píxeles por pulgada (ppp) o 300 puntos por pulgada (dpi).
- Deben aparecer las necesarias y mostrándose atractivas y fáciles de entender.
- Se caracterizan por ser sencillas, claras y mostrar continuidad frente al tema del documento.
- El número (por ejemplo, **Figura 1**) es lo primero que aparece y debe ser en negrita.
- El título debe aparecer una línea debajo del número de la figura y se utiliza cursiva. Debe ser breve pero descriptivo.
- La leyenda debe colocarse dentro de los bordes de la figura y debe ser usada para explicar los símbolos utilizados.
- Si se utilizan abreviaturas en la figura, pueden especificarse en las notas.
- Las notas pueden utilizarse también para atribuir derechos de autor, explicaciones extras con asteriscos. No es un punto obligatorio, por lo tanto, inclúyase notas de figuras solo si son necesarias.
- Para más información sobre estilo de las figuras según la norma APA 7<sup>ma</sup> edición consultar el enlace: <https://normas-apa.org/estructura/figuras/>

#### H. Notas al pie

- En las normas APA las notas al pie de página se utilizan solo para ampliar información e incluir definiciones.

- La fuente será Times New Roman, 10 puntos.
- Deberán enumerarse con números arábigos y no deben exceder las 40 palabras, de lo contrario estas deben ser incorporadas al texto general.
- En las normas APA no se emplea las notas al pie de página para referenciar o citar. Las citas deben hacerse las veces que sean necesarias dentro del texto, cita textual o parafraseada.

#### I. Fórmulas y expresiones matemáticas

- Deben aparecer con la máxima claridad de escritura, procurando emplear las formas más reducidas o que ocupen menos espacio.
- En el texto deben aparecer entre corchetes.
- La utilización de unidades de medida debe seguir la normativa del Sistema Internacional de Medidas.

#### J. Citas y Referencias bibliográficas

- Las citas y referencias bibliográficas se ajustarán al estilo de la Asociación Americana de Psicología (APA), 7<sup>ma</sup> edición de 2019.
- La veracidad de las citas y referencias bibliográficas será responsabilidad exclusiva del autor o autores del artículo.
- Se deben utilizar como mínimo 10 fuentes, las cuales deben ser de los últimos cinco años, con excepción de los clásicos de esa área del conocimiento.
- En el caso de fuentes que sean artículos científicos se deben utilizar, preferentemente, aquellas que provengan de revistas científicas indexadas.
- Solo se incluirá el número de página en las citas textuales.
- Solo deben aparecer las obras citadas en el texto, ordenadas alfabéticamente con sangría francesa.
- Para más información sobre citas y referencias bibliográficas consultar el enlace: <https://normas-apa.org/introduccion/citas-vs-referencias-vs-bibliografia/>

**Agradecimientos:** es opcional y no debe extenderse más allá de 100 palabras. Se debe agradecer la ayuda técnica (persona, institución, organización, etc.) y financiera externa (subvenciones, proyectos, becas, etc.); así como las colaboraciones; que deben ser reconocidas pero que no justifican la coautoría.

**Síntesis curricular:** se debe incluir una breve síntesis de la hoja de vida de cada uno de los autores, lo más relacionada posible con el tema que aborda el artículo presentado, con una extensión máxima de 70 palabras.

### 3. Envíos

- Los trabajos originales se deben remitir a través de la página web: <http://www.ambiente-sustentabilidad.org/> en el apartado «Envío de artículos». Aquellos que sean enviados a las direcciones de correo electrónico personal de los miembros del equipo editorial o a las cuentas de REIMA, A.C. no se considerarán como tal, y los autores no tendrán derecho a reclamación alguna.
- Los trabajos deben enviarse en formato OpenOffice, Microsoft Word o WordPerfect para Windows, escritos en tipografía Calibri; puntaje 11; interlineado sencillo con espaciado anterior y posterior automático; tamaño Carta (Letter) 21.59 cm x 27.94 cm (equivalente a 8 1/2 x 11 pulgadas); y márgenes de 2.5 cm por cada lado. Las citas y referencias bibliográficas se realizarán según la *Norma APA Séptima Edición (2019)*.



- Las figuras que aparecerán en los artículos vendrán numeradas en un archivo comprimido aparte. Se debe enviar además una copia en formato PDF con las figuras insertadas en el lugar correspondiente y sin la información de los autores.

### **Lista de comprobación para la preparación de envíos**

Como parte del proceso editorial, los autores/as están obligados a comprobar que su envío cumpla todos los elementos que se muestran a continuación. Se devolverán a los autores/as aquellos envíos que no cumplan estas directrices.

1. El envío no ha sido publicado previamente ni se ha sometido a consideración por ninguna otra revista (o se ha proporcionado una explicación al respecto en los Comentarios al editor/a).
2. El archivo enviado está en formato OpenOffice, Microsoft Word, RTF o WordPerfect.
3. Siempre que sea posible, se proporcionan direcciones URL para las referencias bibliográficas.
4. El texto tiene interlineado sencillo; 11 puntos de tamaño de fuente; se utiliza cursiva en lugar de subrayado (excepto en las direcciones URL); todas las figuras y tablas se encuentran colocadas en los lugares del texto apropiados, en vez de al final.
5. El texto se adhiere a los requisitos estilísticos y bibliográficos resumidos en las Normas para autores.

### **Proceso editorial**

- Los artículos recibidos serán revisados por el equipo editorial mediante «**Revisión por pares doble ciego**» y siguiendo el protocolo establecido en el documento «**Modelo de revisión de evaluadores**» que se puede consultar en la web.
- Una vez realizada la evaluación; los resultados serán comunicados a los autores manteniendo el anonimato del revisor. Los trabajos que sean seleccionados para su publicación previa modificación, deben ser devueltos por los autores al equipo editorial en un plazo de 30 días naturales, ya sean correcciones menores o mayores.
- El equipo editorial de la revista se reserva el derecho de aceptar o rechazar los artículos para su publicación, así como el introducir modificaciones de estilo, comprometiéndose a respetar el contenido original.
- Se entregará a todos los autores la revista completa en formato electrónico mediante enlace descargable.

### **Aviso de derechos de autor**

© Podrá reproducirse y socializarse, de forma parcial o total, el contenido de esta publicación, sin fines comerciales, siempre que se haga de forma literal y se mencione la fuente.

### **Declaración de privacidad**

Los contenidos publicados en la *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad* están registrados y protegidos por las leyes de protección de la propiedad intelectual. Al someter el manuscrito, y únicamente en caso de ser aceptado para publicación, los autores aceptan que el copyright de su artículo queda transferido a la revista. No obstante, se considerarán todas las solicitudes de autorización por parte de los autores con fines de reproducción de sus artículos.

Los nombres y las direcciones de correo electrónico introducidos en esta revista se usarán exclusivamente para los fines establecidos en ella y no se proporcionarán a terceros o para su uso con otros fines.

### **Proceso de evaluación por pares**

Los artículos publicados en la *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad* son sometidos a la revisión doble ciego de los Editores asociados (Árbitros).

### **Garantía de revisión doble ciego**

Los autores entregarán sus artículos con sus datos personales (nombre y apellidos, dirección electrónica e institución). Luego para su envío a los dos expertos de la materia son desprovistos de estos datos.

### **Política de acceso abierto**

Esta revista proporciona un acceso abierto inmediato a su contenido, acorde a los principios que rigen la socialización del conocimiento.

### **Proceso editorial**

La *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad* utiliza para la gestión del proceso editorial el sistema de gestión editorial *Open Journal System*, que automatiza este procedimiento.

### **Archivar**

Esta revista utiliza el sistema LOCKSS para crear un sistema de archivo distribuido entre bibliotecas colaboradoras, a las que permite crear archivos permanentes de la revista con fines de conservación y restauración.

### **Declaración ética y buenas prácticas**

La *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad* se rige para su labor editorial y promocional por el código de conducta y buenas prácticas que el «**Comité de Ética en Publicaciones**» (en inglés *Committee on Publication Ethics*, COPE) establece para editores de revistas científicas; por tales razones, los artículos que contengan, de manera total o parcial, contenidos de otras contribuciones de manera no declarada, serán eliminadas del proceso de evaluación. Los autores son responsables de sus obras y, por tanto, han de garantizar que estas son originales y no infringen los derechos de autor.

### **Política antiplagio**

El consejo editorial de la *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad* utiliza el software *Urkund* para detectar coincidencias y similitudes entre los textos sometidos a evaluación y los publicados previamente en otras fuentes.